



# PLAN ESTATAL DE ACCION ANTE EL CAMBIO CLIMATICO (PEACC) DEL ESTADO DE JALISCO

Título original: PLAN ESTATAL DE ACCION ANTE EL CAM-  
BIO CLIMATICO (PEACC) DEL ESTADO DE JALISCO

Cuidado de la edición: Dra. Laurence Bertoux

Diseño: TRAZO Diseño Estratégico  
DG Monica G. Avelar Bribiesca  
DG Sonia Cervantes Dueñas

Primera edición 2014

Impreso en los talleres KERIGMA Artes Gráficas

PENDIENTE ejemplares  
Impresos en offset selección de color. Forros en papel couche de  
250 grs., interiores papel couche 135 grs.

## El "Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco"

es un proyecto financiado por  
el Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Jalisco FOMIX,  
clave: 2010-04-143992.



El proyecto es patrocinado  
por la sociedad Jalisciense y:



Líderes y Responsables ante Fomix:  
**UNIVERSIDAD LÍDER DEL PROYECTO**  
**Universidad Autónoma de Guadalajara**

**Representante Legal del Proyecto**  
Lic. Antonio Leño Reyes, Rector

**Responsable Administrativo del Proyecto**  
Mtro.- David Ortiz Mendoza

**Responsable Técnico del Proyecto**  
Dr. J. B. Mauricio Alcocer Ruthling



**Control de Calidad PEACC-JAL**  
Dra. Laurence Bertoux



## VULNERABILIDAD

**Responsable técnico:**  
**Dr. Hermes Ulises** Ramírez Sánchez

### Grupo núcleo:

**Dr. Hermes Ulises** Ramírez Sánchez.  
**Dr. Ángel Reinaldo** Meulenert Peña.  
**Dr. Omar** García Concepción.  
**Dr. Mario Enrique** García Guadalupe.  
**Dr. Hector Hugo** Ulloa Godínez.  
**Dr. Jaime** Alcalá Gutiérrez.

**Magaly** de la Torre Guillen.  
(Estudiante de Ing. Civil).

**Karla Yesenia** Huerta Martínez.  
(Estudiante de Lic. en Geografía).

**Bianca Julieta** Jiménez Rodríguez.  
(Estudiante de Lic. en Geografía).

**Nancy Irais** Hurtado Acosta.  
(Estudiante de Ing. en Computación).

**Manuel Alejandro** Meza Olmedo.  
(Estudiante de Ing. en Computación).

**Alvaro Ochoa** Mendoza  
(Estudiante en Ing. Biomedica)

### Grupo de especialistas:

**Dr. Luis** Lecha Estela.

**Dr. Lino** Naranjo Díaz.

### Grupo de Tesistas:

**Mtro. Cesar** Chitica Martínez. (Doctorado)

**Mtra. Martha Lilia** Espinosa Martínez. (Doctorado)

**Octavio** Gutiérrez Vargas. (Licenciatura)



## ADAPTACIÓN

**Responsable técnico:**  
**Dr. Arturo** Curiel Ballesteros.

### Grupo núcleo:

**Dr. Arturo** Curiel Ballesteros.  
**Dra. María Guadalupe** Garibay Chávez.  
**Dra. Silvia Lizette** Ramos de Robles.  
**Dra. Valentina** Davydova Belitskaya.  
**Mtro. Oscar** Carbajal Mariscal.  
**Biol. Gabriela** Ramirez Ojeda.  
**Fabiola Giovana** Amaya Acuña.  
(Estudiante de Biología).

### Grupo de especialistas:

**Dr. Víctor Orlando** Magaña Rueda.

**Mtro. Javier** Urbina Soria.

**Dr. José Ariel** Ruiz Corral.

**Mtro. Frits** Hesselink.

### Grupo de Tesistas:

**Tania** Parada Gallardo

**Josué** Díaz Vázquez

**Xochitl** Barbosa Carmona

**Carlos Antonio** López Fletes

**Brenda Eunice** Haro Castillo

**Norma Isalia** Villafán Figueroa

**Fabiola Giovana** Amaya Acuña

La elaboración del PEACC corresponde al trabajo de tres equipos de investigación, Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación los cuales son conformados por:

- Un Grupo Núcleo donde se desarrolló un trabajo interdisciplinario permanente durante la duración del proyecto
- Un Grupo de Especialistas externos nacionales e internacionales, que desarrolló un trabajo de pares en un contexto multidisciplinario
- Un Grupo de Tesistas de maestría y doctorado.



## MITIGACIÓN

### Responsable técnico Inventario de Emisiones de GEI :

Dr. Oscar Aguilar Juárez

### Responsable técnico Mitigación:

Fis. Alejandro Solís Tenorio

### Grupo núcleo:

Fís. Alejandro Solís Tenorio

Dr. Oscar Aguilar Juárez

### Grupo de especialistas:

Dr. Arturo Balderas Torres

Ing. Carla Sofía Cortés Argote

Dr. Germán Flores Garnica

MSc. Hugo de Alba

MSc. Ricardo Ontiveros

### Grupo de Tesistas

#### Inventario de Emisiones de GEI

Sector Energía:

Ing. Jesús Alberto Uriarte Camacho

Sector Energía e Ind.:

Ing. Sinsi Mahonri Carrillo Takahashi

Sector Industria:

Ing. Raúl Salas Reyes

Sector Agropecuario:

Ing. Miguel Ángel Ayala Mata

Sector Forestal:

Ing. Víctor Gerardo Gómez Reyes

Sector Residuos:

Ing. Adriana Monserrat Rodríguez Villavicencio

Lic. Mónica Chávez Oropeza

### Proyecto de Aplicación Profesional (PAP)

#### ITESO:

Josefina Cobián

Mónica Chávez

Alejandro Olivares

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	7
Mensaje del Gobernador de Jalisco .....	10
Mensaje de Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial .....	11
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
El cambio climático .....	13
Marco legislativo y de referencia .....	16
<b>CAPÍTULO I EMISIONES DE GEI DEL ESTADO JALISCO .....</b>	<b>19</b>
<b>1-1</b> Introducción .....	19
<b>1-2</b> Metodología .....	22
<b>1-2-1</b> Incertidumbre .....	24
<b>1-3</b> Inventario por sectores .....	25
<b>1-3-1</b> Energía .....	25
<b>1-3-2</b> Inventario por procesos industriales y uso de producto .....	34
<b>1-3-3</b> Agricultura .....	38
<b>1-3-4</b> Sector forestal y otros usos de suelo .....	44
<b>1-3-5</b> Desechos .....	51
<b>CAPÍTULO II EVOLUCIÓN DEL CLIMA Y VULNERABILIDAD DEL ESTADO DE JALISCO .....</b>	<b>57</b>
<b>2-1</b> Escenarios climáticos .....	57
<b>2-1-1</b> Descripción general del clima .....	57
<b>2-1-2</b> Clima de las regiones de Jalisco .....	59
<b>2-1-3</b> Indicadores de cambio climático mediante CLIMDEX y Normales climatológicas 1971-2000. ....	59
<b>2-1-4</b> Validación de resultados de PRECIS mediante reanálisis .....	67
<b>2-1-5</b> Escenarios climáticos mediante PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies): Regionales y locales del estado de Jalisco a 2020, 2050 y 2080. ....	76
<b>2-1-6</b> Escenarios de nivel del mar.....	80
<b>2-2</b> Evaluación de los riesgos futuros ante el cambio climático y los fenómenos hidrometeorológicos extremos en los sectores que se identifiquen como prioritarios para el Estado. ....	87
<b>2-2-1</b> Introducción .....	87
<b>2-2-2</b> Impactos sobre la vulnerabilidad en los diferentes sectores .....	88
<b>2-2-3</b> Vulnerabilidad en las regiones del estado de Jalisco .....	90
<b>2-2-4</b> Vulnerabilidad por sectores en el estado de Jalisco .....	93

<b>CAPÍTULO III LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>103</b>
<b>3-1 Zonas de Jalisco con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático</b>	<b>103</b>
3-1-1 Metodología	103
3-1-2 Indicadores	106
<b>3-2 Demandas principales de adaptación para Agricultura, Ganadería, Ecosistemas y Asentamientos Humanos en las regiones de Jalisco.</b>	<b>107</b>
3-2-1 Ecosistemas naturales de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.	107
3-2-2 Ecosistemas agrícolas de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.	113
3-2-3 Ecosistemas ganaderos de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.	117
3-2-4 Ecosistemas Urbanos Prioritarios para la Adaptación al Cambio Climático en Jalisco.	123
<b>3-3 Principales respuestas de adaptación desde la política pública y la participación ciudadana.</b>	<b>129</b>
<b>3-4 Medidas de adaptación al cambio climático para Jalisco</b>	<b>130</b>
3-4-1 Ruta para la selección de las mejores medidas de adaptación	130
3-4-2 Mejores Medidas de Adaptación al Cambio Climático para Jalisco	135
3-4-3 Áreas protegidas en la adaptación al cambio climático	139
<b>3-5 Estrategia de comunicación para la adaptación al cambio climático para Jalisco</b>	<b>140</b>
3-5-1 Temas, Objetivos y Formatos	143
3-5-2 Educación - una acción indispensable	145
<b>CAPÍTULO IV ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN</b>	<b>147</b>
<b>4-1 Línea base</b>	<b>147</b>
4-1-1 Introducción	147
4-1-2 Línea Base	148
<b>4-2 Medida de mitigación al CC con reducción de emisiones de GEI asociada</b>	<b>151</b>
4-2-1 Proyección de emisiones de GEI del estado	151
4-2-2 Medidas de mitigación	151
<b>4-3 Curva de costos de abatimiento</b>	<b>160</b>
<b>4-4 Potencial de los mercados de carbono</b>	<b>162</b>
4-4-1 Introducción	162
4-4-2 Mecanismos de mercado para la mitigación del cambio climático en México y Jalisco	166
4-4-3 Diseño de programas voluntarios de mitigación para el sector privado	179

<b>CAPÍTULO V EJES TRANSVERSALES DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN</b>	<b>187</b>
<b>5-1 Interacción entre las medidas de adaptación y mitigación</b>	<b>187</b>
5-1-1 Sector agricultura y ganadería	189
5-1-2 Sector asentamientos humanos	189
5-1-3 Sector bosques y áreas naturales protegidas	191
5-1-4 Sector turismo	192
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>205</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>223</b>
<b>LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y CUADROS</b>	<b>226</b>



Mensaje de  
**Jorge Aristóteles Sandoval**  
Gobernador de Jalisco

Jalisco no es ajeno a los efectos del cambio climático. El sector hídrico es uno de los más vulnerables por las afectaciones del clima debido a su explotación exhaustiva. Aunado a lo anterior, los escenarios climáticos venideros no son alentadores: la temperatura aumentará y la precipitación disminuirá, generando consecuencias en el sector forestal, ganadero y agrícola, siendo actividades predominantes en el estado.

Por otro lado, contamos con una de las zonas metropolitanas más grandes del país en donde se genera una cantidad importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Por esta razón, una gran parte de la población del estado está expuesta a inundaciones, epidemias, olas de calor. Conviene mencionar que el actual esquema territorial detiene el incremento en la calidad de vida de la población.

Esta realidad de nuestro estado requiere que el tema sea afrontado desde una perspectiva transversal, coordinando a los diferentes entes de gobierno como se está abordando desde la plataforma que plantea la Comisión Intersecretarial del Estado. No obstante, esto no puede ser posible sin la participación activa de la sociedad, que constituye una pieza clave para poder alcanzar las metas de reducción de emisiones que nos permitan transitar hacia modelos de una economía más sustentable.

Por primera vez se plantea como meta 2013-2033, mitigar emisiones GEI e impulsar estrategias que permitan la capacidad de resiliencia en el estado, con lo que se pretende trascender en subsecuentes administraciones.

Así, el objetivo principal es impactar la vida de generaciones futuras al plantearse como propósito en el Plan de Desarrollo 2012-2033 mitigar emisiones GEI e impulsar estrategias que permitan la capacidad de resiliencia en el estado.

El PEACC se convierte así en un instrumento de planeación que permite que el Gobierno del Estado actúe de manera concreta y vinculada. De igual forma, la administración estatal asume la responsabilidad de generar políticas públicas que puedan contribuir a nivel municipal, estableciendo metas y prioridades que encaminen a Jalisco a reducir su huella de carbono y combatir el calentamiento global.



Mensaje de  
**María Magdalena Ruiz Mejía**  
Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Jalisco es uno de los estados con mayor biodiversidad del país, sus ecosistemas son altamente vulnerables ante las afectaciones del cambio climático, entre éstos se encuentran bosques y selvas, considerados como sumideros de carbono los cuales están sujetos a constantes amenazas.

Es de considerarse que el tema de cambio climático, debe tomar un perfil transexenal con la finalidad de trascender los periodos de la administración pública, en todos sus niveles, así como establecer seguimiento en la evaluación e implementación a la par de una economía sustentable como de una concientización sobre la vulnerabilidad de la biodiversidad del estado.

El proceso de generación del PEACC ha permitido desarrollar capacidades en el ámbito estatal y a su vez, vincularse con aquellas instituciones que cuentan con una amplia experiencia en materia de cambio climático, en el que se han plasmado acciones y medidas para reducir las emisiones GEI así como la vulnerabilidad del estado tanto de sistemas naturales y humanos.

# INTRODUCCIÓN



## El cambio climático

Desde 1820, se tiene conocimiento de que la Tierra tiene un efecto invernadero natural dado por la presencia de gases en la atmósfera que son capaces de absorber la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Desde la era industrial, el hombre ha estado vertiendo cantidades significativas de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, con un resultante incremento de sus concentraciones que van de 280 ppm al principio de esta era hasta los 400 ppm en tiempo reciente. De acuerdo a estudios publicados por la Administración Nacional de Oceanografía y Atmósfera de los E.U.A. (NOAA, 2013), las concentraciones de CO<sub>2</sub> están a un nivel que no se habían tenido en 800,000 años. En la actualidad existen suficientes gases efecto invernadero en la atmósfera como

En la actualidad existen suficientes gases efecto invernadero en la atmósfera como para perpetuar el cambio climático por varios siglos. A pesar de esfuerzos internacionales por reducir las emisiones de GEI, estas siguen aumentando.

para perpetuar el cambio climático por varios siglos. A pesar de esfuerzos internacionales por reducir las emisiones de GEI, siguen aumentando. Por ejemplo, a final de la década de los 1950, el incremento promedio anual de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera era de 0.6 ppm, en la década del 2000 al 2010, el incremento promedio anual alcanzó los 1.9 ppm.

Como resultado de la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) resultado de la actividad humana, la temperatura de nuestro planeta ha ido en aumento, afectando nuestro entorno físico y biológico. La temperatura en nuestro planeta ha presentado una tasa de incremento de temperatura que no se había registrado en 11,300 años (Science, 2013). Debido a los procesos de retroalimentación, el cambio climático se va agravando, como consecuencia, cada año los impactos del cambio climático son más severos, hecho que se refleja en los fenómenos hidrometeorológicos del planeta. El proceso de retroalimentación incluye; incremento de incendios debido a veranos más secos y de temperaturas altas, el descongelamiento del "permafrost" del ártico y cambios en el albedo, afectando así el balance térmico del planeta.

Las señales de que el cambio climático ya está sucediendo son inequívocas. Además de la elevación en la temperatura terrestre, la atmósfera está registrando mayor contenido de humedad, contribuyendo así en el incremento de las precipitaciones. Debido a la consecuente elevación de temperatura a nivel terrestre, se están viendo mayores temperaturas cerca de la superficie del mar, contribuyendo a un incremento en las tormentas peligrosas. En México, por ejemplo, en el 2013 se presentaron los huracanes Manuel e Ingrid de manera simultánea, causando precipitaciones que rebasaron las cantidades registradas históricamente. En el país se pronostica un incremento importante en las inundaciones en el sur, mientras que el norte sufrirá mayores sequías.

El calentamiento global está avanzando a una tasa insostenible, los científicos de hoy en día tienen mayor claridad y menos incertidumbre sobre los impactos del cambio climático, y los riesgos del cambio climático pueden ser peores de lo que se pensaba previamente. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la ONU, en su más reciente reporte (AR5, 2013) comenta que los efectos observados del calentamiento global están rebasando las expectativas para estas fechas. Por ejemplo, la elevación del nivel del mar está por encima de lo que se había estimado para este tiempo. Por otro lado la tendencia de elevación de temperatura está por encima de lo que se tenía previsto para este tiempo. Hay mayor cantidad de vapor de agua en la atmósfera lo cual lleva a mayores precipitaciones. Hay un incremento importante en la temperatura del mar de hasta 3000 metros de profundidad, y es el mar el que está absorbiendo la mayor parte del incremento de la temperatura del planeta, hasta un 89%, lo que trae como consecuencia una elevación del nivel del mar, sin tomar en cuenta lo que se podría atribuir al efecto del deshielo de los polos.

Existen registros sobre la expansión o retracción en el área de distribución de plantas y animales como consecuencia del cambio en la temperatura e indirectamente de la humedad ambiental. Como consecuencia de los cambios en los sistemas biológicos, podría haber un desbalance ecológico sustancial a nivel mundial, resultando en una pérdida de fauna y hasta la extinción de algunas especies, ya que las plantas y los animales dependen unos de otros en un balance delicado y complejo.

También, el cambio climático ha alterado la abundancia, dinámica y distribución geográfica de las especies animales, incluyendo los organismos portadores de enfermedades u organismos vectores, teniendo consecuencias importantes para la humanidad en cuanto al control de enfermedades.

En 1988, al detectar el problema del cambio climático y ante la preocupación mundial para atender esta situación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) constituyeron el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el cual ha trabajado intensamente para fomentar, entre otras acciones, la creación de inventarios de emisiones GEI que permitan evaluar la situación actual, estimar sus impactos a futuro y establecer alternativas para su mitigación.

México participa como integrante de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), a través de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) creada en 2005, que es la responsable de formular políticas públicas y estrategias transversales de mitigación y adaptación, también está desarrollando este tipo de herramientas para estimar fuentes y sumideros de gases de invernadero, comparar las contribuciones relativas al cambio climático de las diferentes fuentes de emisiones y gases de invernadero y evaluar la factibilidad y el costo-efectividad de instrumentar posibles estrategias de

En octubre de 2006, SEMARNAT publicó, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE), el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 - 2002 (INEGEI)

mitigación y adoptar tecnologías para la reducción de dichas emisiones. En este contexto se cuenta con revisiones de diferentes estudios sobre Cambio Climático en México, en particular se cuenta ya con cinco Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de Cambio Climático, producto de dichos trabajos se ha abordado lo relacionado con: I) El inventario nacional de emisiones; II) La vulnerabilidad ante el cambio climático, y III) Medidas de mitigación. Así mismo, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) aprobó en 2006 la elaboración y posteriormente el contenido del documento denominado: Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática. Esta contempla las dos grandes vertientes para enfrenar el Cambio Climático: la mitigación y la adaptación, documento que fungió como base para la formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) publicado en 2007, y se ordenó por el ejecutivo que en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012, se elaborase entonces el Programa Especial de Cambio Climático (PECC). En octubre de 2006, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE), el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 - 2002 (INEGEI). Asimismo, la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA-DF) consideró en el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2004, publicado en septiembre de 2006, un apartado sobre la generación de gases de efecto invernadero por tipo de fuente.

En razón de lo anterior, países como México sufrirán de manera importante las consecuencias del cambio climático, debido al alto porcentaje de la población en condiciones de pobreza extrema, viviendo en zonas de alto riesgo. Veremos

México sufrirá de manera importante las consecuencias del cambio climático, debido al alto porcentaje de la población en condiciones de pobreza extrema, viviendo en zonas de alto riesgo.

afectados monumentos históricos relacionados a nuestra identidad nacional, como el ejemplo del castillo de San Juan de Ulúa en Veracruz, así como otros efectos en el turismo. De manera puntual, el estado de Jalisco sufrirá los impactos de un aumento en las temperaturas extremas, con un mayor número de olas de calor que afectarán a la población. De acuerdo al AR5 del IPCC, la

zona occidente del estado de Jalisco sufrirá una disminución en precipitación, que junto con un aumento en las temperaturas máximas extremas, causará un aumento en la evapotranspiración. Esto afectará el agua almacenada en presas y lagos, como el caso del Lago de Chapala. Todo esto aumentará el estrés hídrico de las plantas, que a la larga, tendrá un efecto en las comunidades vegetales, que como consecuencia podríamos ver un cambio en la composición florística



del estado y la desaparición de algunos ecosistemas claves de la región, viéndose afectado también la productividad de zonas agrícolas y pecuarias.

Este Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Jalisco es un reporte técnico que incluye un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero según los sectores del IPCC 2006

Por otro lado, la población del Estado de Jalisco sufrirá de calores extremos, afectando de manera especial a los niños y a los de la tercera edad. Esto adicionado a enfermedades gastrointestinales y enfermedades transmitidas por vectores.

Por otro lado, los problemas de escasez de agua irán en aumento por lo que es de suma importancia llevar a cabo acciones para captar y reciclar agua. La elevación del nivel del mar afectará a las comunidades de las costas y al sector turístico, un factor de gran relevancia relacionada con la economía del estado.

Este Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Jalisco es un reporte técnico que incluye un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero según los sectores del IPCC 2006, un análisis de los cambios en temperatura y precipitación y el grado de vulnerabilidad del estado ante estos impactos. En base al inventario de emisiones de GEI, se proponen medidas de mitigación para el estado. De acuerdo a los estudios de vulnerabilidad se proponen medidas de adaptación.

Es objetivo de este trabajo que de aquí surjan políticas públicas que vayan encaminadas a la protección de la población, de los ecosistemas y de los sistemas productivos del estado.

### Marco legislativo y de referencia

El presente Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos de México, más específicamente en:

**Artículo 4:** reconoce el derecho que tiene el público a la protección de la salud y a un ambiente saludable;

**Artículo 25:** promueve el desarrollo sustentable de la economía y la protección del ambiente;

**Artículo 27:** asigna responsabilidad a los niveles federales, estatales y municipales de gobierno para el desarrollo y conservación de los recursos naturales y para lograr el desarrollo sustentable del país;

Adicionalmente, la elaboración del PEACC se realizó en alineación a los ejes estratégicos de los siguientes instrumentos de política pública:

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018  
Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012  
Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40  
Ley General de Cambio Climático  
Plan Estatal de Desarrollo

Finalmente se tomaron en cuenta los siguientes estudios y reportes complementarios:

Programa Especial de Cambio Climático para el periodo 2012-2020 con acciones adicionales y análisis de potencial (IMCO, SEMARNAT, UNEP, AFD)

Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT, INECC)  
Plan Estatal de Desarrollo la temporalidad: 2013-2033

# Capítulo I

## Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Estado de Jalisco



### 1-1 Introducción

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el estado de Jalisco, se ha elaborado en gran medida durante los años 2011 y 2012. La mayoría de los inventarios estatales concluidos y los comunicados y reportes de inventarios nacionales toman como referencia la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) del año 1996, las directrices y guías de buenas prácticas estipuladas por el IPCC y como año base (en la mayoría de ellos), el año 2005. Se utilizan factores de potencial de calentamiento global de acuerdo con el segundo informe de evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2=1$ ,  $\text{CH}_4=21$ ,  $\text{N}_2\text{O}=310$ ).

En el caso del PEACC del estado de Jalisco, se toma como referencia las Directrices del IPCC del año 2006, y se utiliza como año base el año 2010 (donde para el sector industria se tomaron como fuente, datos con mayor consolidación del año 2005). Los potenciales de calentamiento global de los GEI se consideraron de acuerdo al cuarto informe de evaluación AR4 (4th Assessment Report) del IPCC (IPCC, 2007) es decir ( $\text{CO}_2=1$ ,  $\text{CH}_4=25$ ,  $\text{N}_2\text{O}=298$ ).

De acuerdo a los resultados conforme a las Directrices mencionadas y con un nivel de precisión "Tiers 1", para el estado de Jalisco en el año 2010 se emitieron 42,001.22 Gg de  $\text{CO}_2$  y considerando los sumideros de  $\text{CO}_2$  el balance neto total de emisiones de GEI fue de 37,957.12 Gg de  $\text{CO}_2$ .

En Jalisco en el año 2010 se emitieron 42,001.22 Gg de  $\text{CO}_2$  y considerando los sumideros de  $\text{CO}_2$  el balance neto total de emisiones de GEI fue de 37,957.12 Gg de  $\text{CO}_2$ .

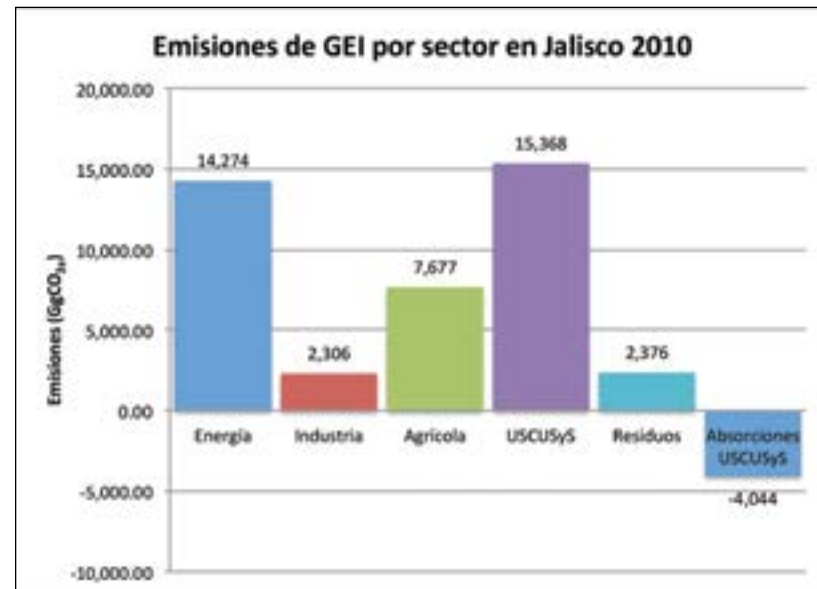
Dado que en 2010 el número de habitantes en el estado de Jalisco era de 7,350,682 habitantes (INEGI 2010) las emisiones per cápita de GEI en el año 2010 fue de aproximadamente 5.16 toneladas de  $\text{CO}_2$  por habitante al año.

Si nos referimos a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> sin incluir las emisiones de la actividad de Uso de Suelo, Cambios de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSyS), (con emisiones de 15,368.46 Gg de CO<sub>2</sub>e de promedio anual en el periodo 2003 a 2008); el 69% de los 26,632.76 Gg de CO<sub>2</sub>e emitidos en el año 2010 por las diferentes actividades excepto uscusys como ya señalado son de dióxido de carbono (18,401.27 Gg CO<sub>2</sub>), seguido por el metano con el 25% de las emisiones (6,644.51 Gg CO<sub>2</sub>e) y el óxido nitroso con el 6% de las emisiones (1,586.98 Gg CO<sub>2</sub>e).

Con relación a las emisiones totales (42,001.22 Gg de CO<sub>2</sub>e), los sectores de uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura (37%), energía (34%) y agrícola (18%) fueron las categorías que emitieron mayor cantidad de GEI del estado de Jalisco (aproximadamente 89% del total de las emisiones en el Estado) (figura 1).

Sin embargo, los subsectores que generaron mayor cantidad de emisiones son los cambios de uso de suelo a tierras de cultivo, el transporte terrestre, la fermentación entérica, el uso de urea, los sitios de eliminación de desechos gestionados, las emisiones residenciales, el manejo de estiércol, el cemento, el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, los productos químicos, la aviación civil, los minerales no metálicos, las ferrocarriles, el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, el NaCl-Gl, el Cal.

Figura 1: Emisiones de GEI por sector en Jalisco en el año 2010.

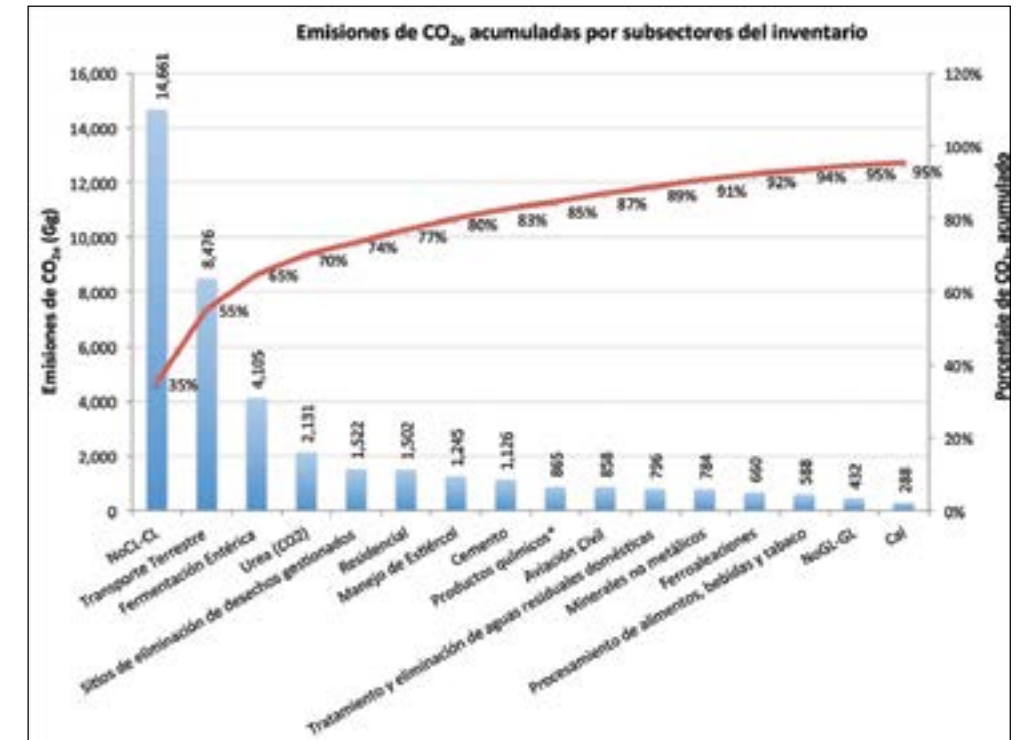


Por otro lado, la identificación de los subsectores y actividades en específico que generan mayores emisiones de GEI nos permiten integrar planes de acción focalizados en la disminución de emisiones de estos contaminantes y que se pueden integrar en los planes de mitigación de emisiones.

La figura 2 resume en una gráfica tipo Diagrama de Pareto las principales emisiones de CO<sub>2</sub>e en orden descendente (Gg de CO<sub>2</sub>e) así como el porcentaje acumulado de las emisiones por subsector del inventario. Se aprecia que únicamente 8 subsectores o subcategorías del inventario emiten el 80% de las emisiones de dióxido de carbono equivalentes (CO<sub>2</sub>e) y por lo tanto merecen especial atención.

La figura 2 pone de manifiesto la importancia del cambio de uso de suelo y su relación con las emisiones de GEI en el Estado; ya que el cambio de uso de suelo a tierras de cultivo (CL) aparenta tener un alto significado en el inventario total de emisiones.

Figura 2: Principales emisiones (Gg de CO<sub>2</sub>e) por subsector del Inventario



En la gráfica también figura el cambio de uso de suelo a pastizales, sin embargo, particularmente las emisiones de la categoría "Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura", (USCUSyS) muestran potencialmente altos niveles de incertidumbre, donde además y a diferencia de las otras categorías, también es uno de los principales sumideros (sitios donde el CO<sub>2</sub> es absorbido e integrado en la biomasa). Conforme a los resultados de este inventario, la categoría de USCUSyS absorbió en el año 2008 un total de 4,044 Gg de CO<sub>2</sub>, mientras que emitió un total de 15,368 Gg de CO<sub>2</sub>e en el mismo año, por tanto, como balance de estas cifras, la categoría contribuyó con una emisión total de 11,324 Gg de CO<sub>2</sub>e en el año 2008<sup>1</sup>.

En esta introducción, señalamos las actividades de la Categoría de USCUSyS por ser representativa tanto en magnitudes, incertidumbre e impacto sobre los planes de trabajo requeridos en el estado de Jalisco ante el Cambio Climático.

Los diferentes cambios de uso de suelo están aparentemente generando emisiones de GEI a la atmósfera como es la transición a tierras de cultivo y pastizales, pero

al mismo tiempo se está absorbiendo grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y particularmente en la subcategoría de Tierras forestales que permanecen como tales (FF) donde se absorbieron en este periodo 3494 Gg de CO<sub>2</sub>, es decir el 86% de las absorciones de CO<sub>2</sub> en el Estado de Jalisco en el periodo. Con esta información podemos hacer notar que es necesario fomentar el fortalecimiento de nuestros bosques y regular los cambios de uso de suelo para que el estado contribuya a disminuir el impacto que tenemos ante el Cambio Climático Global.

Con esta información podemos hacer notar que es necesario fomentar el fortalecimiento de nuestros bosques y regular los cambios de uso de suelo para

<sup>1</sup> El valor reportado para el año 2008, se refiere en términos generales a las emisiones/absorciones de GEI promedio anuales dentro del periodo 2003 a 2008 que corresponde a las emisiones/absorciones entre las Series III y IV del INEGI.

que el estado contribuya a disminuir el impacto que tenemos ante el Cambio Climático Global.

### 1-2 Metodología

Los inventarios estatales según está especificado por el Instituto Nacional de Ecología, deben basarse al igual que el inventario nacional en las Directrices revisadas del IPCC, con la finalidad de que el Inventario Nacional funja como un insumo que se pueda integrar a un informe que implique el cumplimiento a principios básicos establecidos para ellos, es decir; 1) términos y referencias técnicas, 2) contenido del inventario, y 3) control y garantía de calidad.

Este sistema de medición es producto del grupo de trabajo 1 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), cuerpo de expertos que aportan lineamientos para que las partes de la convención cuenten con herramientas técnicas para el proceso de información y comunicación ante la misma convención. Son documentos que contienen toda la metodología fundamentada y explicada para determinar la calidad y validez de las fuentes de información.

Las Directrices de 2006 tomaron como base a las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero versión revisada en 1996, junto con la Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y la Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, y evolucionaron a partir de ello. Estas nuevas directrices incluyen fuentes y gases nuevos, así como actualizaciones de los métodos publicados anteriormente, en la medida en la que ha mejorado el conocimiento científico y técnico desde la publicación de las directrices anteriores. En ésta versión se conserva el concepto de buenas prácticas, incluida la definición presentada en GPG2000 (Orientación de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbre del año 2000) al reconocer que los inventarios coherentes con las buenas prácticas son aquellos que no contienen estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse, y en los que las incertidumbres se reducen lo más posible (IPCC, 2008).

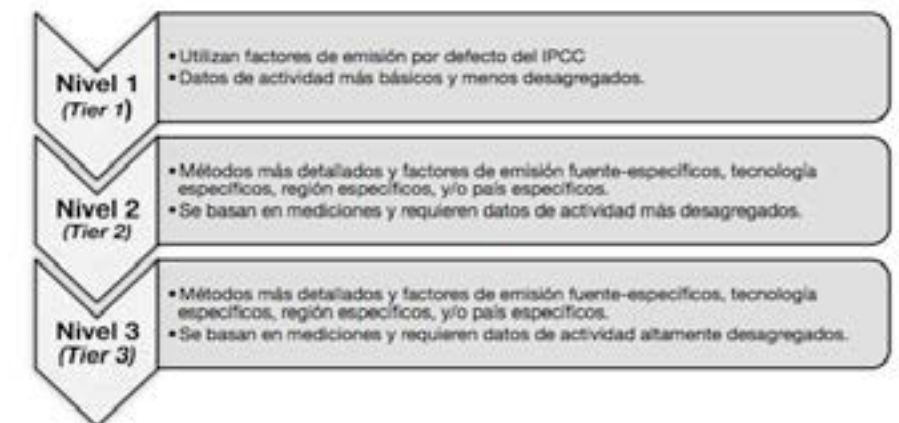
Al igual que en el caso de las Directrices de 1996 y la orientación sobre las buenas prácticas del IPCC, el abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés Activity Data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (EF, del inglés, Emission Factors).

Todo inventario de emisiones de GEI es una aproximación. Al realizar un proceso transparente de documentación y preparación de datos estricto y exhaustivo, se permite contar con un estándar por categoría, haciendo viable la comparación entre inventarios anuales, en esta categoría, y con el de otros estados y/o países.

Las Directrices del IPCC de 2006 brindan recomendaciones sobre los métodos de estimación en tres niveles de detalle, desde el Nivel 1 (el método por defecto) hasta el nivel 3 (el más detallado). La diferencia entre los niveles como lo describe la figura 3 consiste en la especificación matemática de los métodos, la información sobre los factores de emisión u otros parámetros que deben usarse al generar las estimaciones, y las fuentes de datos de la actividad para estimar el nivel general de las emisiones netas (emisión por fuentes menos absorciones por sumideros). Los inventarios de gases de efecto invernadero deberán cumplir con el sistema MRV (Medible, Reportable y Verificable) y buscar que sean (Salas Reyes, 2013):

- 1 Transparente
- 2 Documentado
- 3 Consistente
- 4 Completo
- 5 Comparable
- 6 Correspondiente a la incertidumbre
- 7 Sujeto a control de calidad y aseguramiento a la calidad
- 8 Eficiente en el uso de recursos

Figura 3: Enfoques para el desarrollo de estimaciones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC. Fuente: Tesis Ing. Adriana de Rodríguez Villavicencio, 2013



En este inventario se trata de establecer un conjunto de procedimientos para buscar y garantizar que el inventario de gases de efecto invernadero sea exacto en el sentido de no subestimar ni sobrestimar las fuentes de emisiones, y que las incertidumbres se reduzcan en lo posible.

En este inventario se trata de establecer un conjunto de procedimientos para buscar y garantizar que dicho inventario de gases de efecto invernadero sea exacto en el sentido de no subestimar ni sobrestimar en la medida que pueda juzgarse y que las incertidumbres se reduzca en lo posible.

Para la realización de un inventario es necesario evitar la doble contabilidad de las emisiones de gases y verificar que la información venga de fuentes oficiales de manera que se cumpla con el sistema MRV. También es necesario establecer una fecha base para poder iniciar el cálculo, mejor conocida como año base, en nuestro caso es el año 2010.

### 1-2-1 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre en la medida de las diferentes categorías del inventario es muy importante porque permite; por una parte estimar qué tan probable sea los resultados obtenidos de las emisiones de una actividad sea cercanos a la realidad; y por otra parte discriminar las actividades que serán críticas para una segunda aproximación del inventario así como administrar mejor los recursos para generar resultados de diagnóstico pertinentes. La incertidumbre no solamente se presenta en las mediciones (datos de actividad) sino también en los factores de emisión y en la metodología empleada.

Para el caso de la categoría de energía, los factores de emisión en el transporte terrestre tienen una incertidumbre de 2 a 5% donde el óxido nítrico tiene los valores mayores de incertidumbre.

Para el caso de la categoría de energía, los factores de emisión en el transporte terrestre tienen una incertidumbre de 2 a 5% donde el óxido nítrico tiene los valores mayores de incertidumbre.

de los datos de actividad donde muchas de las estimaciones se basan en fuentes indirectas y al realizar el cruce de diferentes fuentes de información o de metodologías de cálculo los resultados pueden ser muy diferentes. Un ejemplo de variación de factores de emisión, en el caso de las emisiones por la combustión del diesel (kg/TJ) por defecto el factor es de

4.15 pero puede encontrarse dentro de un intervalo de 1.67 a 10.4 kg/TJ (Uriarte Camacho, 2013). Para el caso de la combustión estacionaria el metano puede tener incertidumbres del orden de 50 a 150%.

Referente al cálculo de la incertidumbre al combinar los factores de emisión y los datos de actividad, se cuenta con dos métodos: propagación de errores y el método Monte Carlo. El método Monte Carlo se utiliza para realizar cálculos detallados; sin embargo no se dispone de datos suficientes para hacer uso de tal metodología por lo que se determinó utilizar el método de propagación de errores cuya ecuación principal es la siguiente:

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

**U<sub>total</sub>** = Porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento, dividido por el total y expresado como porcentaje);

**U<sub>i</sub>** = El porcentaje de incertidumbre asociado con cada una de las cantidades.

La quema de combustibles tiene altos niveles de incertidumbre en la estimación de metano y óxido nítrico, ya que puede ser del orden de 50 a 150% para el caso del metano y de un décimo a diez veces el valor de la media para el caso del óxido nítrico.

Si utilizamos el método de la propagación del error, la incertidumbre de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la quema de combustibles en la industria corresponde a un 2.5%, la incertidumbre de las emisiones de CH<sub>4</sub> se encuentra en el 75% y las de N<sub>2</sub>O es de un 500% (esto es que el valor estimado puede ser hasta 5 veces mayor). En la producción de vidrio, la incertidumbre de las emisiones es del orden del 60%.

En el sector agrícola los niveles de incertidumbre en los factores de emisión puede llegar a ser de aproximadamente 30 a 50% (Ayala Mata, 2014).

El Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades de gestión de residuos, publicado en España en el 2010 (ISWA, 2010), hace hincapié en que a pesar de que el sector de residuos se encuentra vigilado por parte de las Administraciones Públicas a fin de controlar su impacto ambiental y asegurar la trazabilidad de los residuos, el control de las emisiones de gases de efecto invernadero presenta una incertidumbre importante, debido a varios factores. En primer lugar, las actividades de tratamiento de residuos incorporan procesos complejos (principalmente biológicos) por lo que es difícil cuantificar las emisiones de GEI con la misma precisión que en otras actividades industriales. En segundo lugar, las actividades de gestión de residuos son interdependientes puesto que el tratamiento de los residuos se puede realizar en varias fases en distintas instalaciones.

La composición de los residuos tratados suele ser muy heterogénea, por lo que se recomienda determinar estadísticamente la composición de los residuos

Por último, la composición de los residuos tratados suele ser muy heterogénea, por lo que se recomienda determinar estadísticamente la composición de los residuos, aunque esto pueda producir un cierto sesgo en el cálculo de las emisiones de GEI (Rodríguez Villavicencio, 2013).

Las emisiones del sector desechos están determinadas por la gestión que reciben los desechos en el estado, resultado de la calidad y cobertura de los servicios para la recolección y disposición final de residuos sólidos, el drenaje y tratamiento de aguas residuales municipales, etc. Por otra parte, un factor importante que incide en el monto y la composición de la generación de residuos es el nivel socioeconómico de la población aunado a la densidad poblacional de las zonas urbanas y el número de éstas.

### 1-3 Inventario por sectores

#### 1-3-1 Energía

En los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) realizados a nivel nacional y estatal, el sector energético suele ser uno de los más importantes, ya que comúnmente, aporta más del 60% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Es el CO<sub>2</sub> el 95% de las emisiones del sector energético, mientras que el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) son responsables del porcentaje restante<sup>2</sup>.

Para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector, es necesario conocer las principales fuentes de emisión y su actividad. El Panel

<sup>2</sup> Guías metodológicas IPCC, 2006. Volumen 2. Energía.

Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) divide las emisiones del sector energético como se muestra a continuación:

- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía.
- La conversión de las fuentes primarias de energía en formas más utilizables en refinerías y centrales eléctricas.
- La transmisión y distribución de los combustibles.
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles.

Estas fuentes, a su vez, están clasificadas según las directrices del IPCC (Desechos, 2006) en las categorías de:

- Industrias de generación de energía (1A1),
- Industrias manufactureras y de la construcción (1A2),
- Transporte (1A3),
- Otros sectores (1A4):  
Comercial/Institucional,  
Residencial,  
Agricultura/Silvicultura/Pesca.

El consumo de combustibles en estas dos últimas categorías constituye la mayoría de la actividad del sector energético (80% de la categoría, el 20% restante lo aporta las industrias manufactureras y de la construcción). En Jalisco los combustibles más utilizados en las diferentes categorías son: gasolinas, diesel, combustóleo, gas natural, gas licuado, coque de petróleo, bagazo de caña y madera, estos últimos son combustibles procedentes de la biomasa, por lo que, según la metodología del IPCC no se suman en las emisiones totales pero se presentan para fines informativos.

De todos los combustibles la gasolina automotriz representa la mayor demanda de energía en el estado (79,069.31 TJ que representa el 59.7% de los 132,503 TJ por concepto de consumo de combustible en el estado de Jalisco en 2010), siendo la gasolina el combustible que más impacta en las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector. Los vehículos a gasolina (2,421,000 vehículos en 2008) representan el 98% de los vehículos que circulan en el estado. Además, es importante notar que de estos vehículos a gasolina el 93% son particulares

	Diesel	Eléctrico	Gas LP	Gasolina
No. De Vehículos	43,473	360	6,075	2,420,997

Tabla 1: Total de Vehículos Registrados por tipo de combustible, 2008. Fuente: Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco.

(Uriarte Camacho, 2013).

#### • Industrias de la energía

La mayor parte de la energía eléctrica generada en Jalisco, se debe principalmente a sus centrales hidroeléctricas. En el 2009, la capacidad instalada era de

alrededor de 395.75 MW<sup>3</sup>. Esta fuente de energía sustituye la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, y por lo tanto, no se considera como emisora de GEI. Sin embargo, ésta generación de energía eléctrica no satisface la demanda de energía de todo el estado, por lo tanto la demanda no cubierta se importa de otros estados de la república. El consumo de energía eléctrica del estado para el año 2010 fue de 11,323,237 MWh con un número de usuarios de 2,415,348 en todas las tarifas<sup>4</sup>.

El 95.3% de la energía que se consume en Jalisco proviene de otros Estados de la República, (produciéndose a nivel local sólo el 4.7% restante).

El 95.3% de la energía que se consume en Jalisco proviene de otros estados de la república, (produciéndose a nivel local sólo el 4.7% restante<sup>5</sup>). Es importante resaltar que si la energía eléctrica que se consume en el estado se pudiera reportar (la metodología del IPCC no contempla que sea reportado este consumo ya que no está generada dentro de los límites del estado) ésta representaría una emisión de 5,836, 789 toneladas de CO<sub>2</sub>e en 2010 (Uriarte Camacho, 2013).

Los sectores que más consumen energía eléctrica en la entidad son la industria mediana y el consumo doméstico (con 4,768,525 MWh y 2,686,270 MWh) seguidos por la las grandes industrias con 1,930,176 MWh. Estas emisiones no son contabilizadas en su totalidad para efecto de las emisiones de GEI, como se señala anteriormente, sin embargo están contabilizadas en las actividades nacionales.

Esto hace que Jalisco este lejos de ser autosuficiente en el tema energético, por lo tanto, es necesario buscar nuevas fuentes para generación de energía que provengan de fuentes renovables que hagan de Jalisco, un estado sustentable y autosuficiente.

Esto hace que Jalisco este lejos de ser autosuficiente en el tema energético, por lo tanto, es necesario buscar nuevas fuentes para generación de energía que provengan de fuentes renovables que hagan de Jalisco, un estado sustentable y autosuficiente.

#### • Industrias manufactureras y de la construcción

Las emisiones de las industrias manufactureras y de la construcción en el Estado de Jalisco se muestran en la tabla 2. Las emisiones totales de CO<sub>2</sub>e correspondientes a las industrias manufactureras y de la construcción es de 2779 Gg de CO<sub>2</sub>e.

A partir de los cálculos de emisiones se realiza la Tabla 2. que ilustra la aportación de las diferentes ramas de la industria en el estado. Puede observarse que el mayor número de emisiones de la categoría corresponde a la industria química (productos químicos), aportando un 31% del total de las emisiones; en segunda posición se encuentran los minerales no metálicos con el 28% de las emisiones y en tercer lugar se encuentra la industria del procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco con el 21%.

En el uso de biomasa, cabe destacar que la industria del procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco en el estado de Jalisco en el año 2005 presentó un consumo energético de 11472.69 Terajoules en bagazo de caña que corresponden a

<sup>3</sup> Agenda Energética del Estado de Jalisco 2009, Gobierno del Estado de Jalisco.

<sup>4</sup> Sistema de Información Energética, Secretaría de Energía.

<sup>5</sup> Programa para mejorar la calidad del aire Jalisco 2011-2020, SEMADES.

**Tabla 2:** Emisiones de CO<sub>2</sub>e generadas por las industrias manufactureras y de la construcción en el estado de Jalisco.

\*Estimado considerando las fluctuaciones del Producto Interno Bruto anual.

1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	Total (Gg) CO <sub>2</sub> e emitido, 2005	Total (Gg) CO <sub>2</sub> e emitido, 2010*
1A2a Hierro y acero	9.69	9.45
1A2b Metales no ferrosos	1.79	1.75
1A2c Productos químicos	886.15	864.54
1A2d Pulpa, papel e imprenta	212.9	207.71
1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	602.31	587.62
1A2f Minerales no metálicos	803.76	784.16
1A2g Equipos de transporte	68.56	66.89
1A2h Maquinaria	189.17	184.56
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	NE	NE
1A2j Madera y productos de madera	0.23	0.22
1A2k Construcción	NE	NE
1A2l Textiles y cuero	8.76	8.55
1A2m Industria no especificada	65.15	63.56
<b>Total</b>	<b>2848.45</b>	<b>2779</b>

1147.27 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (Carrillo Takahashi, 2014). El consumo de bagazo de caña proviene exclusivamente de la industria azucarera del estado.

Como un apartado especial del presente inventario, la industria tequilera y de las bebidas alcohólicas, en el Estado de Jalisco, aportó en el año 2005 con una emisión de 320.65 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo cual corresponde a un 11.34% de las emisiones totales de las industrias manufactureras y de la construcción.

La industria tequilera y de las bebidas alcohólicas, en el Estado de Jalisco, aportó en el año 2005 con una emisión de 320.65 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo cual corresponde a un 11.34% de las emisiones totales de las industrias manufactureras y de la construcción.

El desglose de emisiones por tipo de GEI puede observarse en la tabla 3. En el cálculo de las emisiones de la industria del procesamiento de alimentos y bebidas no se incluyeron las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la quema del bagazo de caña puesto que así lo indican las directrices del IPCC 2006, sin embargo

sí se contabilizaron las emisiones correspondientes al CH<sub>4</sub> y al N<sub>2</sub>O generadas por tal actividad.

**Tabla 3:** Emisiones de GEI por tipo de industria (Gg) del gas correspondiente, año 2005.

Industria	Gases de Efecto Invernadero			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e
Hierro y acero	9.69	0.00	0.00	9.69
Metales no ferrosos	1.79	0.00	0.00	1.79
Productos químicos	884.66	0.06	0.00	886.15
Pulpa, papel e imprenta	212.27	0.03	0.00	212.90
Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	579.69	0.34	0.05	602.31
Minerales no metálicos	801.85	0.08	0.00	803.76
Equipos de transporte	68.56	0.00	0.00	68.56
Maquinaria	188.17	0.00	0.00	189.16
Minería (con excepción de combustibles) y cantería	NE	NE	NE	NE
Madera y productos de madera	0.23	0.00	0.00	0.23
Construcción	NE	NE	NE	NE
Textiles y cuero	8.76	0.00	0.00	8.76
Industria no especificada	65.15	0.00	0.00	65.15
<b>Total</b>	<b>2,821.82</b>	<b>0.5</b>	<b>0.05</b>	<b>2,848.47</b>
<b>Tequila y bebidas alcohólicas</b>	<b>320.65</b>			

#### • Transporte

Las fuentes móviles producen emisiones directas de gases de efecto invernadero como son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), así como otros contaminantes como monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), materia particulada (PM) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), que son gases indirectos de efecto invernadero pero que contribuyen a la contaminación del aire local o regional.

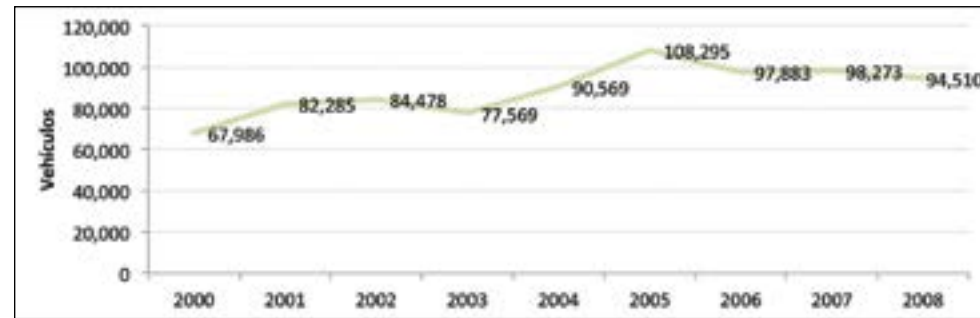
El transporte es la actividad que más contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero en el sector energético en el estado de Jalisco.

El parque vehicular registrado en Jalisco según la Secretaría de Finanzas en el 2008 es de 2,470,545 vehículos automotores, de los cuales, el 98% de estos vehículos utilizan gasolina como combustible, solo el 2% utilizan diesel y menos del 1% utiliza Gas LP. Además, el 93% de estos vehículos son vehículos particulares, el 6% son motocicletas, el 1% corresponde a vehículos de carga y menos del 1% corresponde a vehículos de transporte urbano<sup>6</sup>.

La figura 4, muestra el incremento anual del parque vehicular en el estado de Jalisco en el periodo de los años 2000 a 2008. Se aprecia que en los últimos años el incremento de vehículos nuevos se mantiene a niveles superiores a 90,000 vehículos anuales.

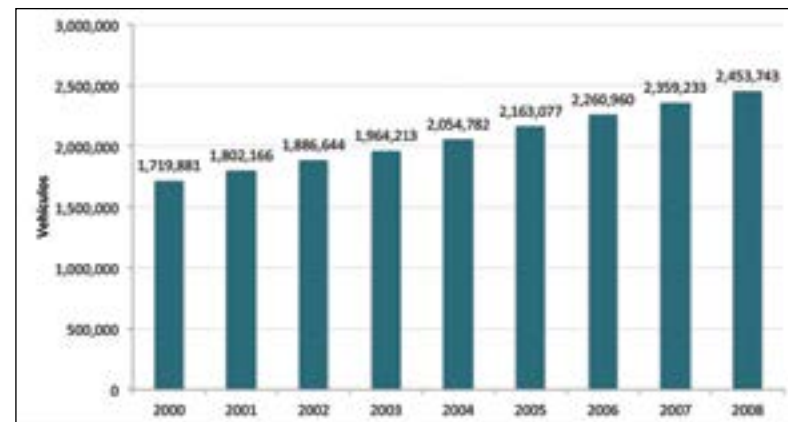
<sup>6</sup> Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco.

**Figura 4:** Numero de vehículos nuevos registrados en Jalisco 2000-2008.  
Gráfica basada en datos de la Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco (2008).



De manera análoga, el parque vehicular en el estado de Jalisco dentro del período 2000 a 2008 muestra un incremento vehicular neto anual promedio de aproximadamente 91,700 vehículos como muestra la figura 5, lo que en 2008 representó un incremento de 4% del parque vehicular.

**Figura 5:** Total acumulado de vehículos registrados en Jalisco 2000-2008.  
Gráfica datos de la Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco (2008).

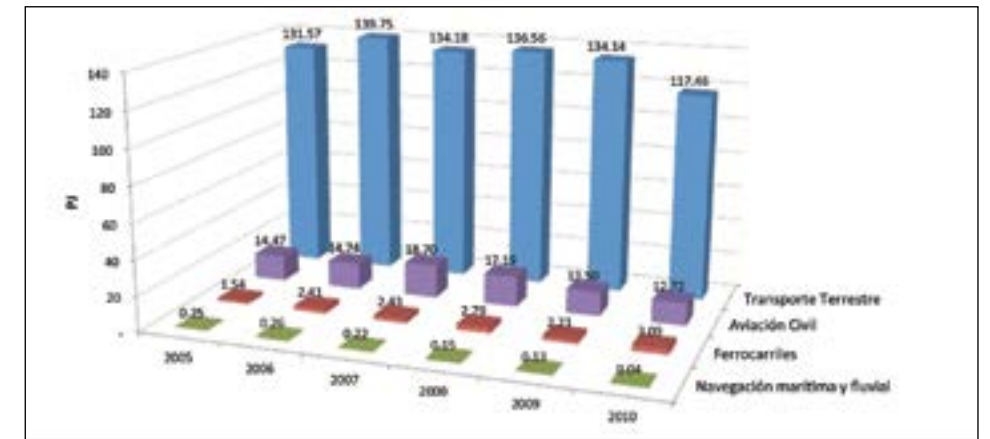


Es importante resaltar que los vehículos particulares realizan el 27% de los desplazamientos diarios en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), mientras que el transporte urbano realiza el 28% de estos traslados (Uriarte Camacho, 2013).

En el año 2010 la edad promedio vehicular es de 13 años (Uriarte Camacho, 2013). Además, según el INE, en un estudio realizado en base a encuestas realizadas a los automovilistas en diferentes zonas representativas de la ZMG, se determina que la actividad vehicular, la cual se refiere a la intensidad de uso de un vehículo expresada en distancia recorrida, es de 49 KRV (Kilómetros Recorridos por Vehículo) diarios para un automóvil, 73 KRV/día para una pickup y 43 KRV/día para automóviles tipo SUV/VAN, siendo así estos promedios más altos que los promedios del Distrito Federal (INE, 2010).

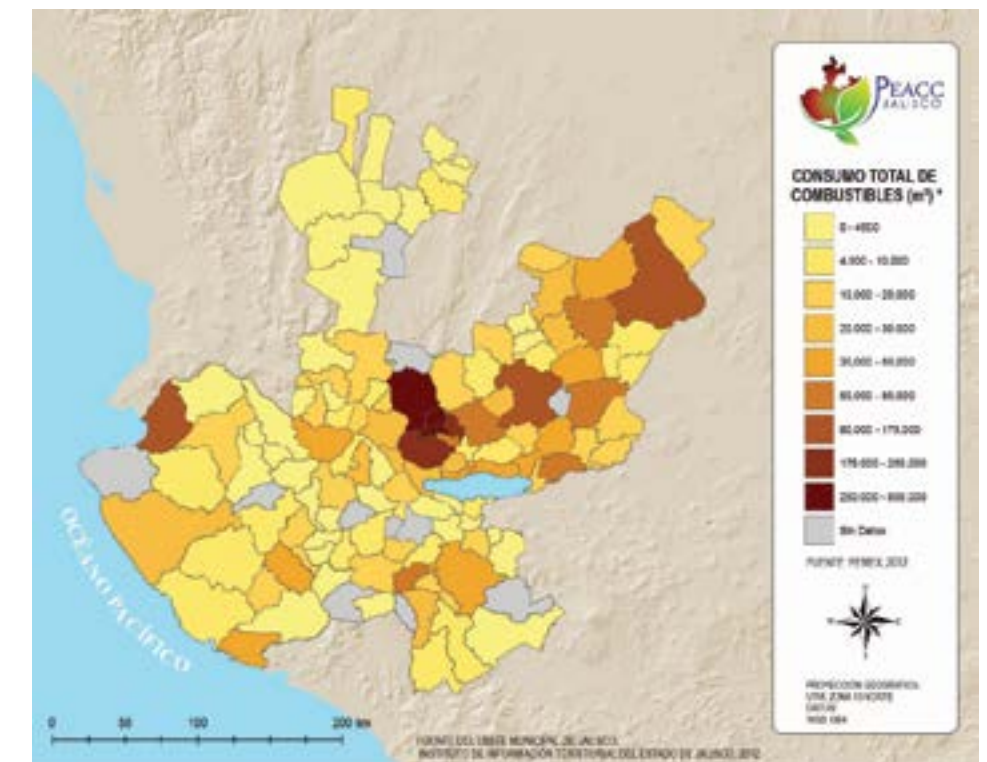
En el balance energético del estado, el transporte es el sector que más consumo de energía reporta, por ende, es la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero dentro del sector de energía. Sin embargo, durante el periodo 2005 a 2010 este consumo ha disminuido en un 5% debido a distintos factores económicos y sociales, la única categoría que ha presentado un incremento en su consumo es el transporte férreo, figura 6.

**Figura 6:** Consumo de energía en transporte 2005-2010.  
Gráfica basada en datos de SENER, PEMEX, ASA (2010, 2011, 2012).



Cabe resaltar que los municipios de Jalisco que presentan mayor actividad en transporte terrestre son: Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan, seguidos de Tonalá y Tlajomulco, como se muestra a continuación en la figura 7.

**Figura 7:** Consumo de combustibles en transporte terrestre por municipio 2009.  
Mapa basado en datos de PEMEX (2011).



Para el estado de Jalisco las emisiones de GEI por concepto de transporte en el año 2010 son de 9,593.3 Gg de CO<sub>2</sub>e anuales. A continuación se muestra cómo se han comportado dichas emisiones en el periodo 2005-2010.



**Tabla 4:** Emisiones de Gases a Efecto Invernadero en Transporte 2005-2010.  
Tabla basada en la metodología IPCC 2006.

Otros Sectores / Sub sector	Gg de CO <sub>2</sub> e					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Aviación Civil	1,043.0	1,063.0	1,302.0	1150.1	929.2	858.03
Transporte Terrestre	9,502.0	10,090.8	9,685.6	9,864.6	9,686.1	8,476.0
Ferrocarriles	127.5	199.1	200.9	230.7	183.0	255.9
Navegación marítima y fluvial	18.8	19.1	16.6	11.0	9.8	3.4
<b>Total</b>	<b>10,691.3</b>	<b>11,372.0</b>	<b>11,205.1</b>	<b>11,256.4</b>	<b>10,808.1</b>	<b>9,593.3</b>

Del total de emisiones en el sector transporte, solo el transporte Terrestre (que incluye automóviles, camiones de servicio ligero, camiones de servicio pesado y motocicletas) representa el 88% de las emisiones seguido de la aviación civil que representa el 9% de las emisiones, después el transporte ferroviario con 3%, y por último la navegación marítima y fluvial.

**Tabla 5:** Emisiones de Gases a Efecto Invernadero en Transporte por tipo de gas, 2010.  
Tabla basada en la metodología IPCC 2006.

Otros Sectores / Sub sector	Emisiones de Gases a Efecto Invernadero en Transporte por tipo de gas, 2010					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	(Gg de CO <sub>2</sub> e)	2009	2010
Aviación Civil	850.8	0.01	0.02	916.7	929.2	858.03
Transporte Terrestre	8,284.6	0.66	0.59	8,476.0	9,686.1	8,476.0
Ferrocarriles	229.2	0.01	0.09	255.9	183.0	255.9
Navegación marítima y fluvial	3.3	0.00	0.00	3.4	9.8	3.4

#### • Otros sectores

En este apartado se abordarán las emisiones de las actividades de quema de combustible en los sectores:

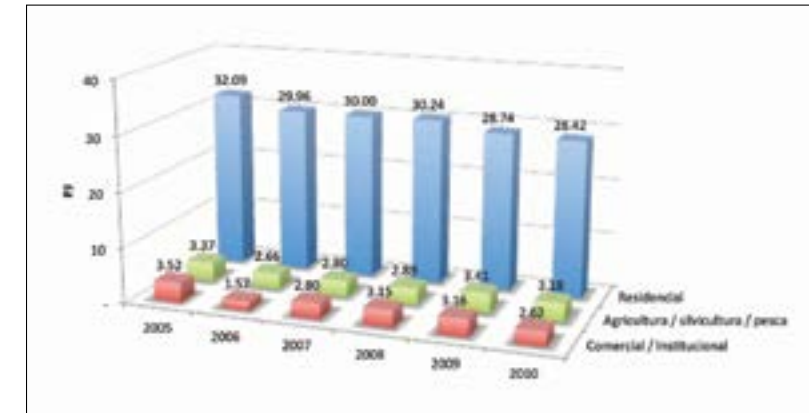
**Comercial/Institucional:** se consideran todas las emisiones de la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales

**Residencial:** Todas las emisiones por la quema de combustibles en hogares.

**Agricultura/Silvicultura/Pesca:** Emisiones de la quema de combustibles utilizados en agricultura, silvicultura, pesca e industrias pesqueras, tales como piscifactorías.

Estos tres sectores reportan un descenso en el consumo de combustible de un 7% en el periodo del 2005 al 2010, como se muestra en la figura 8. Para el año 2010 el sector residencial consumió 28.42 PJ, el sector Comercial / Institucional 2.62 PJ y en el Sector de Agricultura / Silvicultura / Pesca solo 3.18 PJ.

**Figura 8:** Consumo de energía en sector residencial, comercial/institucional y agrícola, 2005-2010.  
Gráfica basada en datos de SENER y SAGARPA.



En lo que respecta al consumo de combustibles en el año 2010 en estos sectores, el gas LP es el que mayor consumo presenta debido a su gran utilización en el sector residencial, seguido de la leña, el diesel y por último el gas natural, (tabla 6).

**Tabla 6:** Consumo de energía por tipo de combustible en sector residencial, comercial/institucional y agrícola, 2010.  
Gráfica basada en datos de SENER y SAGARPA.

Otros Sectores / Sub sector	Consumo de Energía (PJ)			
	Diesel	Gas LP	Gas Natural	Leña
Residencial	-	22.8	1.0	4.6
Comercial / Institucional	-	2.6	-	-
Agricultura / silvicultura / pesca	2.9	0.3	-	-
<b>Total</b>	<b>2.9</b>	<b>25.7</b>	<b>1.0</b>	<b>4.6</b>

Según la estimación de emisiones de combustión estacionaria, realizada con las hojas de cálculo del IPCC, se obtiene que para el 2010 en el sector residencial en Jalisco se emitieron 1,501.74 Gg de CO<sub>2</sub>e, seguido de 165.56 Gg de CO<sub>2</sub>e en el sector Comercial e institucional y por último 234.21 Gg de CO<sub>2</sub>e en el sector de Agricultura Silvicultura y Pesca. Como podemos observar el más representativo de los tres, es el sector residencial el cual ha disminuido su consumo energético en el periodo 2005 a 2010 de 1,667.27 Gg de CO<sub>2</sub>e a 1,501.74 Gg de CO<sub>2</sub>e, esto se debe probablemente a distintos factores económicos y sociales y a la incorporación de fuentes alternas de energía como los calentadores solares, ver tabla 7.

**Tabla 7:** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en sector residencial, comercial / institucional, agricultura / silvicultura / pesca, 2005-2010.  
Tabla basada en la metodología IPCC 2006.

Otros Sectores / Sub sector	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Gg de CO <sub>2</sub> e)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Residencial	1,667.3	1,647.1	1,576.7	1601.2	1515.8	1501.7
Comercial / Institucional	222.5	99.4	177.1	199.1	199.8	165.6
Agricultura / silvicultura / pesca	238.8	195.6	205.8	212.1	251.1	234.2
<b>Total</b>	<b>2,128.6</b>	<b>1,942.1</b>	<b>1,959.7</b>	<b>2,012.3</b>	<b>1,966.6</b>	<b>1,901.5</b>

Para el caso particular del año 2010, la contribución de los gases de efecto invernadero en el sector residencial corresponde al 78.98%, el sector comercial/institucional el 8.71%, mientras el sector agricultura/silvicultura /pesca el 12.32% de la categoría otros sectores. Ver tabla 8.

Tabla 8: Emisiones de GEI en sector residencial, comercial, agrícola 2010.

Tabla basada en la metodología IPCC 2006.

Sector	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Gg de CO <sub>2</sub> e)					
	Sub-sector	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Totales	%
Otros Sectores	Residencial	1,498.08	0.12	0.00	1,501.74	78.98%
	Comercial / Institucional	165.16	0.01	0.00	165.56	8.71%
	Agricultura / silvicultura / pesca	232.92	0.03	0.00	234.21	12.32%
<b>Total</b>		<b>1,896.15</b>	<b>0.16</b>	<b>0</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### 1-3-2 Procesos Industriales y Uso de Producto

El sector de Procesos Industriales y uso de productos, se refiere a todas las emisiones que son causadas por actividades industriales que no están relacionadas con la energía sino con la transformación de la materia por medio físico y químico. También se deben de tomar en cuenta procesos no energéticos que son utilizados como agentes reductores (Ejemplo: uso de coque en la fundición de minerales).

En esta categoría se incluyen los siguientes Gases de Efecto Invernadero: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>. Estos tres últimos son exclusivos de este sector e incluyen actividades como refrigeración y aires acondicionados, extintores, aerosoles y solventes, entre otros. Los siguientes cálculos fueron realizados utilizando el año 2005 como año base, año en el cual la información disponible es la más completa, obteniendo así un cálculo de emisiones más exacto y preciso. El total de las emisiones del Sector Industrial para el estado de Jalisco en el año 2005 fueron las siguientes:

Tabla 9: Emisiones de CO<sub>2</sub>e del sector industrial en Jalisco.

Tabla basada en datos de Datagen (COAs) (2005)

Emisiones de CO <sub>2</sub> e del sector industrial en Jalisco 2005		
	Industria	Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalentes (Gg CO <sub>2</sub> e)
Industria Mineral	Cemento	1,154.4
	Cal	295.2
	Vidrio	24.09
	Cerámica	0.00
	Otros usos del Carbonato de Sodio	154.22
Industria Química	Amoniaco	0
	Carburo de Silicio	0
	Dióxido de Rutilo	0
Industria de los Metales	Hierro y Acero	26.46
	Ferroaleaciones	676.25
	Plomo	0.02
Productos no energéticos	Uso de lubricantes	5.40
	Uso de Ceras Parafinas	0.12
	<b>TOTAL</b>	<b>2336.15</b>

#### • Industria mineral

La industria mineral en el estado de Jalisco, para el cálculo de las emisiones de GEI para el sector de procesos industriales y uso de productos, se divide en las siguientes categorías: cemento, cal, vidrio, cerámica y otros usos del carbonato de sodio.

En la producción de cemento, solamente existen emisiones de CO<sub>2</sub> como resultado de la calcinación a altas temperaturas de materiales como son: Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Dicho proceso se refiere a la producción de Clínter que es utilizado para la producción de cemento.

Con los cálculos realizados, la producción de cemento en el estado de Jalisco tiene un total de 1154.4 Gg de CO<sub>2</sub>; la producción de cal en el estado de Jalisco tiene un total de 295.2 Gg de CO<sub>2</sub>; la producción de vidrio en el estado de Jalisco tiene un total de 24.09 Gg de CO<sub>2</sub>.

En el estado de Jalisco es común el uso de carbonatos como la calcita y el carbonato de sodio, entre otros. Para este cálculo se utiliza un método de Nivel 1 ya que no se tiene datos sobre el uso de dolomita y caliza consumida. Por lo que se utiliza una fracción defecto de 85% para la caliza 15% para la dolomita, establecido en la guía de buenas prácticas del IPCC 2006.

Con los cálculos realizados, el uso de otros carbonatos tales como la calcita y el carbonato de sodio en el estado de Jalisco emiten un total de 154.22 Gg de CO<sub>2</sub>.

#### • Industria Química

La industria química en el estado de Jalisco, para el cálculo de las emisiones de GEI para el sector de procesos industriales y uso de productos, se divide en las siguientes categorías: amoniaco, carburo de silicio y dióxido de rutilo.

Con los cálculos realizados, la producción de cemento en el estado de Jalisco tiene un total de 1154.4 Gg de CO<sub>2</sub>; la producción de cal en el estado de Jalisco tiene un total de 295.2 Gg de CO<sub>2</sub>; la producción de vidrio en el estado de Jalisco tiene un total de 24.09 Gg de CO<sub>2</sub>.

El amoniaco (NH<sub>3</sub>) es uno de los principales productos químicos industriales y sus usos van desde fertilizantes, fabricación de ácido nítrico y nitratos, obtención de pulpa de papel, refrigerantes, compuestos orgánicos como la urea. Sin embargo, el estado de Jalisco no reporta datos de producción (Carrillo Takahashi, 2014). De igual manera no se encontraron datos de producción de

carburos. Respecto al dióxido de titanio, Dupont reporta ser el único productor en América Latina con una planta en Altamira Tamaulipas, planta que recibió una reciente inversión de 500 mdd (Dupont, 2011).

#### • Industria de los metales

La industria de los metales en el estado de Jalisco, se divide en las siguientes categorías: hierro y acero, ferroaleaciones y plomo.

La producción de hierro y acero se puede lograr a través de varios procesos como son la producción de coque metalúrgico de sinterizado, producción de pellets, procesamiento

de mineral de hierro, producción de acero por arco eléctrico y moldeo de acero. Jalisco solamente produce hierro (datos del 2005) mediante el proceso de reducción directa, y se produce acero mediante el proceso de arco eléctrico.

La producción de hierro mediante reducción directa se refiere a la reducción del mineral de hierro en hierro metálico en estado sólido en donde se utilizan temperaturas inferiores a 1,000 °C.

La producción de acero se puede realizar utilizando mineral de hierro o a partir de chatarra de acero reciclada de las cuales después pasan a un horno de arco eléctrico. En estos diferentes procesos, se liberan emisiones de GEI entre los cuales se incluyen dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Los datos sobre la producción de hierro en el estado de Jalisco se obtiene del Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2010 y los datos sobre la producción de acero de la serie de estadísticas sectoriales.

Con los cálculos realizados, la producción de hierro y acero, en el estado de Jalisco, emite un total de 26.44 Gg de CO<sub>2</sub> y se emite un total de 0.0008 Gg de CH<sub>4</sub> es decir 0.02 Gg de CO<sub>2e</sub>.

En la producción de ferroaleaciones, en el estado de Jalisco, se emite un total de 614.6 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2005 y un total de 2.466 Gg de CH<sub>4</sub> equivalente a 61.65 Gg de CO<sub>2e</sub>.

En su totalidad, la producción de ferroaleaciones en el estado de Jalisco emite un total de 676.25 Gg de CO<sub>2e</sub> para el año 2005.

Con los cálculos realizados, en la producción de plomo, en el estado de Jalisco, se emitieron un total de 0.017 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2005. Es entonces una categoría con bajas emisiones.

• **Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes**

El cálculo de las emisiones de GEI para el sector de productos no energéticos, se divide en dos categorías: el uso de lubricantes y el uso de ceras parafinas.

El uso de lubricantes, tal como lo menciona su categoría, se refiere al uso en aplicaciones industriales y transporte, dichos lubricantes son producidos en refinerías y en plantas petroquímicas y se dividen en dos grupos: aceites y grasas. Los aceites se utilizan principalmente en motores y en usos industriales. Si un aceite llega a tener combustión en un motor, por ejemplo, en los motores de dos tiempos, sus emisiones se contabilizan en el Sector Energía. Las grasas por otro lado, tienen diferentes aplicaciones industriales y comerciales.

Los lubricantes liberan emisiones de CO<sub>2</sub> durante su uso (que puede ser para fines de lubricación o revestimientos), también liberan emisiones de CO<sub>2</sub> en su

eliminación y dichas emisiones se declaran en el Sector Desechos ó si se utiliza después para combustión sus emisiones se declaran en el Sector Energía. También se liberan emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, pero el IPCC en sus guías 2006, indican que deberán ser ignoradas dado que son muy pequeñas.

En el estado de Jalisco, para el año 2005 se contabilizan dos tipos de lubricantes utilizando la base de datos DATAGEN. En el uso de lubricantes (aceites y grasas), se emiten un total de 5.42 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2005.

Las emisiones del uso de las ceras parafinas se liberan gracias a la quema/incineración de estas para sus diferentes usos. Las ceras parafinas se obtienen durante la separación del petróleo crudo en la producción de aceites lubricantes. Estas se incluyen en productos como vaselina, cera de parafina, ozocerita, entre otras. Citando a las Directrices del IPCC 2006, el factor ODU<sup>7</sup> para el uso de las ceras parafinas se puede suponer que se encuentra en un 20 por ciento, principalmente a través de la quema de velas, lo cual significa un factor ODU por defecto de 0.2, factor utilizado para este trabajo. Con los cálculos realizados, en el uso de ceras parafinas, se emiten un total de 0.12 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2005.

Respecto al uso de solventes, las estimaciones realizadas en la actual sección se basan en información colectada para el año 2005 por el Instituto Nacional de Ecología con lo que se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 10:** Emisiones de CO<sub>2</sub> en Jalisco para algunos sectores industriales.  
Tabla basada en datos de Datagen (COAs) (2005)

	Emisiones (Kg)	Emisiones (Gg)
SNAP 0601: Aplicación de pinturas	7,003,738.22	7.00
SNAP 0602: Eliminación de grasas, lavado a seco y electrónica	2,591,147.12	2.59
SNAP 0603 Manufactura o procesamiento de productos químicos	15,732,649.82	15.73
SNAP 060314	13,006,763.07	13.01
SNAP 0604 Otro uso de solvente y actividades relacionadas	1,893,476.97	1.89
<b>Total</b>	<b>27,221,012.12</b>	<b>27.22</b>

La clasificación SNAP 0603 se refiere a los solventes utilizados en la fabricación o procesamiento de productos químicos y se subdivide a su vez en las siguientes subclasificaciones y las emisiones correspondientes en la siguiente tabla:

<sup>7</sup> ODU: Factor de Oxidación en Uso, del inglés Oxidised During Use, Factor que representa la fracción de carbono de combustible fósil que se oxida durante el uso de productos no energéticos provenientes de combustibles fósiles.

**Tabla 11:** Emisiones de COVDM en Jalisco para algunos sectores industriales  
Tabla basada en datos de Datagen (COAs) (2005)

SNAP o603 Manufactura o procesamiento de productos químicos	Emisiones de COVDM	
	Kg	Gg
SNAP o60301	NE	NE
SNAP o60302	387,500	0.39
SNAP o60303	110,588	0.11
SNAP o60304	NE	NE
SNAP o60305	4,438.4	0
SNAP o60306	59,885.61	0.06
SNAP o60307	1,888,391.84	1.89
SNAP o60308	NE	NE
SNAP o60309	NE	NE
SNAP o60310	NE	NE
SNAP o60311	244,862.1	0.24
SNAP o60312	NE	NE
SNAP o60313	30,220.8	0.03
SNAP o60314	13,006,763.07	13.01

En la siguiente tabla se desglosa las emisiones del sector industrial con clave SNAP o60314.

**Tabla 12:** Total de emisiones de CO<sub>2</sub> en Jalisco por actividades industriales.  
Tabla basada en datos de Datagen (COAs) (2005)

IPCC 2006	Solvente (Gg)	%
Productos Químicos	7.54	57.95%
Industria no especificada	5.02	38.59%
Equipos de transporte	0.25	1.91%
Maquinaria	0.12	0.95%
Hierro y acero	0.03	0.22%
Madera y productos de madera	0.02	0.15%
Minerales no metálicos	0.02	0.15%
Textiles y cuero	0.01	0.08%
Pulpa, papel e imprenta	0	0.01%
<b>Total</b>	<b>13.01</b>	<b>100%</b>

Las emisiones correspondientes a las actividades del sector SNAP o604 (otros usos de los solventes y actividades relacionadas) se encuentra descrita en su mayoría por las actividades SNAP o60408, Uso doméstico de solvente (diferente que la aplicación de pintura) con emisiones del orden de 0.70 Gg que representa 37% de las emisiones de este actividad (SNAP o604), el 63% de las emisión se engloban en otras actividades SNAP o60412 (Otros; preserva de semillas, etc.) con 1.2 Gg.

### 1-3-3 Agricultura

El sector de Agricultura está compuesto principalmente por las emisiones provenientes de actividades agrícolas (cultivos y manejo de suelos) y pecuarias

(fermentación entérica y manejo de estiércol). Sus principales gases son metano (CH<sub>4</sub>) proveniente de la fermentación entérica, manejo de estiércol y cultivo de arroz; y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) proveniente de suelos agrícolas y quemas programadas.

En el Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INEGI), realizado en 2006 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el sector de agricultura representó el 6.4% de las emisiones nacionales con la aportación de 45,552.1 GgCO<sub>2</sub>e; en las emisiones de GEI por gas, la agricultura se presentó como uno de los sectores con mayor contribución porcentual de CH<sub>4</sub> con el 20.1% por fermentación entérica, los suelos agrícolas representaron 34% de las emisiones del óxido nitroso, N<sub>2</sub>O.

Para Jalisco este sector es de gran importancia ya que en la producción pecuaria nacional del 2010 se ubica en:

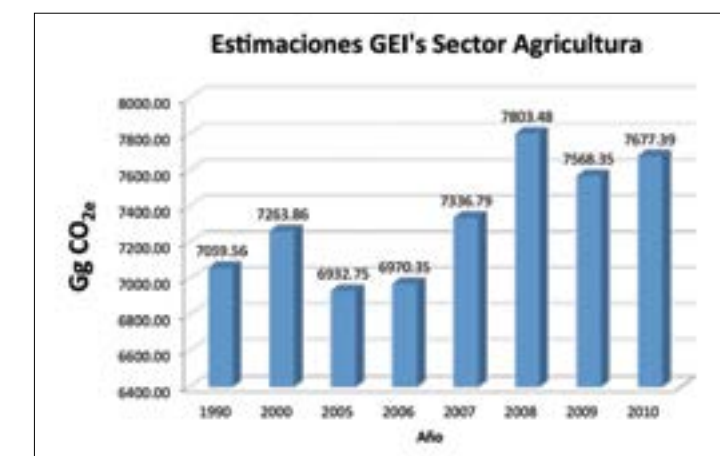
- Primer lugar en ganado bovino para leche, porcino y ave (huevo y carne),
- Segundo lugar en ganado bovino para carne,
- Séptimo lugar en ganado ovino,
- Doceavo lugar en ganado caprino y
- Diecinueveavo lugar en guajolote

En la producción pecuaria se realiza una caracterización básica de la población del ganado, con especies y categoría de ganado, población anual y clima. A lo largo del análisis, además de presentar los resultados para el estado de Jalisco, se realiza un comparativo con la situación nacional y lo reportado por el estado de Veracruz; se elige a este último como comparativo ya que presenta algunas similitudes con la producción en Jalisco (como en el ganado bovino para carne, ganado porcino y ave de corral), (Ayala Mata, 2014).

Se elige una línea de tiempo considerando 5 años consecutivos de la información completa más reciente (2005 a 2010), y el año base del INEGI que es 1990, para completar una serie coherente en donde se puedan observar la tendencia de las emisiones.

Los resultados se describen en la siguiente figura con información de los años 1990, 2000, y del 2005 al 2010 (año base de este inventario):

**Figura 9:** Estimaciones de Gases Efecto Invernadero históricos para el sector Agricultura en Jalisco  
Gráfica basada en datos de SIACON



El análisis realizado para el sector Agrícola muestra los siguientes resultados: en el año 1990 se tienen emisiones de aproximadamente 7,060 Gg de CO<sub>2</sub>e, mientras que para el año 2010 de aproximadamente 7,677 Gg de CO<sub>2</sub>e, lo que representa un aumento de 8% en las emisiones. Cabe señalar que el pico más alto se tiene el año 2008 con aproximadamente 7,800 Gg de CO<sub>2</sub>e.

El inventario nacional más reciente (2006), presenta una emisiones de aproximadamente de 45,552 Gg de CO<sub>2</sub>e para el sector agropecuario. El cálculo para el estado de Jalisco para el mismo año es de aproximadamente 6,970 Gg de CO<sub>2</sub>e, el cual representa 15.3% de las emisiones de México en ese sector.

En el inventario nacional se utiliza la metodología 1996, mientras que en el presente inventario estatal se utiliza la metodología 2006 del IPCC, donde las subcategorías relacionadas con los cultivos están más desgregadas y se puede hacer un análisis más profundo, lo que conlleva a estimaciones más elevadas.

En el inventario nacional se utiliza la metodología 1996, mientras que en el presente inventario estatal se utiliza la metodología 2006 del IPCC, donde las subcategorías relacionadas con los cultivos están más desgregadas y se puede hacer un análisis más profundo, lo que conlleva a estimaciones más elevadas.

Veracruz es un estado que presenta cifras similares en la producción pecuaria. El inventario preliminar de gases efecto invernadero 2000 – 2004, reporta

aproximadamente 4,667 Gg de CO<sub>2</sub>e, se esperaría que la cifra obtenida para Jalisco fuera cercana a la de Veracruz. Sin embargo para el año 2000 se estiman aproximadamente 7,264 Gg de CO<sub>2</sub>e. Es entonces importante resaltar que existen algunas variantes en la elaboración de ambos inventarios entre las que se pueden mencionar:

Diferencias	Jalisco	Veracruz
Emisiones 2000 (Gg CO <sub>2</sub> e )	7263.9	4667
Metodología utilizada	2006	1996
Factor de emisión utilizado para vacas lecheras	104.35	57
Factor de emisión utilizado para otro tipo de ganado vacuno	47.4	49
Potencial de calentamiento del CH <sub>4</sub> utilizado	25	21
Potencial de calentamiento del N <sub>2</sub> O utilizado	298	310

La siguiente tabla nos muestra las emisiones históricas desglosadas en donde se puede ver la tendencia de cada una de las subcategorías:

Tabla 13: Comparación de emisiones del Estado de Jalisco vs Veracruz. Tabla basada en datos de SIACON

Emisiones Desglosadas Sector Agrícola (Gg CO <sub>2</sub> e)								
Subsector / Año	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Agricultura	7059.56	7263.86	6932.75	6970.35	7336.79	7803.48	7568.35	7677.39
Fermentación Entérica	3541.97	3706.65	3549.98	3595.04	3858.14	4137.01	4053.59	4105.02
Manejo de Estiércol (CH <sub>4</sub> )	145.26	152.01	145.26	146.95	157.08	182.42	165.53	168.90
Manejo de Estiércol (N <sub>2</sub> O) Dir	839.68	878.73	839.68	849.44	908.02	1054.48	956.84	976.37
Manejo de Estiércol (N <sub>2</sub> O) Ind	85.35	89.32	85.35	86.35	92.30	107.19	97.26	99.25
Suelos Gestionados (N <sub>2</sub> O) Ind. Vol	132.40	138.56	153.95	133.94	143.18	166.27	150.87	153.95
Urea (CO <sub>2</sub> )	2280.72	2273.43	2115.62	2138.13	2156.67	2135.35	2107.73	2130.70
Cultivo de Arroz	29.30	19.53	35.88	14.10	14.19	13.74	29.76	35.88
Quema Agrícola	4.88	5.62	7.03	6.42	7.21	7.03	6.76	7.32

Tabla 14: Emisiones históricas desglosadas sector Agricultura en CO<sub>2</sub> equivalentes.

Tabla basada en datos de SIACON

• Emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica del ganado doméstico

En la siguiente figura se describe la tendencia de las emisiones de este subsector de 1990 al 2010.



Figura 10: Fermentación entérica histórica Jalisco 1990 – 2010. Gráfica basada en datos de SIACON

La fermentación entérica es la subcategoría que más contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub>e con el 54% del sector Agricultura en Jalisco, con un incremento del 13.71% de 1990 a 2010, con el pico más alto en 2008 con 4,137.01 Gg, y el más bajo en 1990 con 3,541.97 Gg; en el año 2010 la contribución por especie se muestra en la tabla 14A:

**Tabla 14A:** Emisiones históricas desglosadas sector Agricultura en CO<sub>2</sub>  
Tabla basada en datos de SIACON.

FRACCIÓN DE EMISIONES DE METANO POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA PARA JALISCO 2010	
Ganado	%
Vacas lecheras	20.2
Otro tipo de ganado vacuno	75.67
Ovejas	1.04
Cabras	0.8
Caballos	0.59
Mulas y asnos	0.15
Cerdo	1.54

**• Emisiones de metano producido por la gestión de estiércol**

Esta subcategoría describe las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas durante el almacenamiento y el tratamiento del estiércol, así como del estiércol depositado en la pastura. El término estiércol se utiliza, colectivamente, de modo que incluye tanto los sólidos como los líquidos producidos por el ganado. La descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas, durante su almacenamiento y tratamiento, produce CH<sub>4</sub>. Estas condiciones se dan más fácilmente cuando se gestionan grandes cantidades de animales en una superficie confinada, por ejemplo: tambos, corrales de ganado de carne, granjas de ovinos y de aves de corral, y donde se elimina el estiércol en sistemas basados en líquidos.

El elevado contenido orgánico del estiércol proporciona un excelente medio de cultivo para las bacterias. La actividad metabólica de las bacterias consume el oxígeno y mantiene los excrementos almacenados como estiércol en estado anaeróbico.

Esta subcategoría contribuye a las emisiones con el 2.2% del sector Agricultura en Jalisco. En el año 2010 la contribución por especie fue de:

Las especies con mayor importancia en las emisiones de metano por la gestión

**Tabla 15:** Emisiones de CH<sub>4</sub> por gestión de estiércol para Jalisco 2010.  
Tabla basada en datos de SIACON

EMISIONES DE CH <sub>4</sub> POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL PARA JALISCO 2010	
Ganado	%
Vacas lecheras	3.26
Otro tipo de ganado vacuno	38.79
Ovejas	0.71
Cabras	0.66
Caballos	1.44
Mulas y asnos	0.36
Cerdo	26.06
Aves de corral	28.72

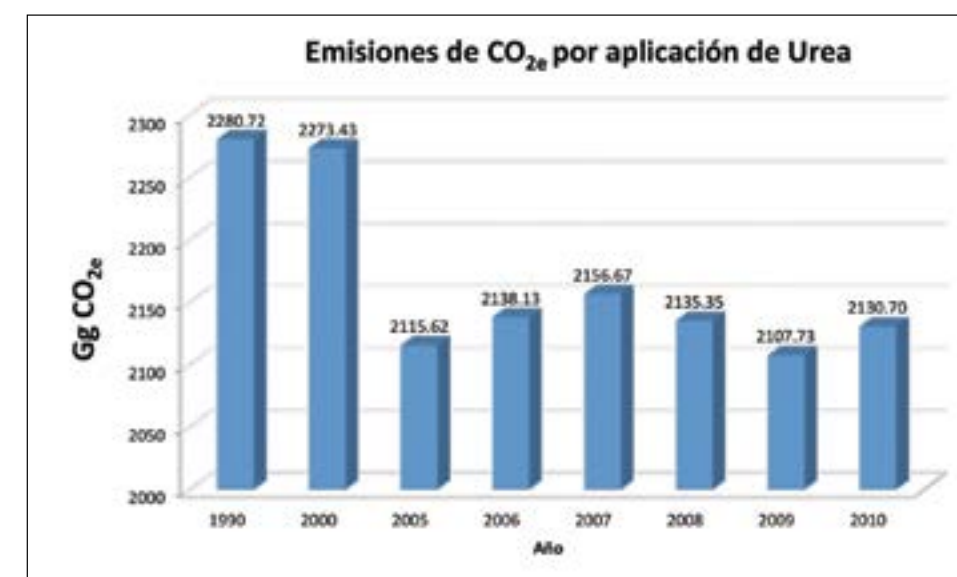
de estiércol para el estado de Jalisco en el año de 2010. corresponden al tipo de ganado vacuno no lechero, aves de corral y porcinos.

**• Emisiones de CO<sub>2</sub> de fertilización con urea**

El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO<sub>2</sub> que se fija en el proceso de producción industrial. La urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) se convierte en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ión hidroxilo (OH<sup>-</sup>), y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en presencia de agua y de enzimas de ureasa. De manera similar a la reacción del suelo cuando se le agrega cal, el bicarbonato que se forma se convierte en CO<sub>2</sub> y agua. Esta categoría de fuente se incluye porque la absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera durante la fabricación de urea se estima en Sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (Sector IPPU).

En la siguiente figura se describe la tendencia de las emisiones de este subsector de 1990 al 2010, que a partir del 2005 se visualiza una disminución en las emisiones.

**Figura 11:** Emisiones de CO<sub>2</sub> por aplicación de Urea.  
Gráfica basada en datos de SIACON



**• Silvicultura y cambio de uso de suelo**

El presente Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (IEGEI) del sector Forestal y Uso de Suelo del Estado de Jalisco al ser el primero en su tipo en el Estado de Jalisco sirve como base para que se desarrollen estrategias estatales en acciones de mitigación ante los efectos del cambio climático producto de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por los siguiente rubros; deforestación, perturbaciones (plagas e insectos), remociones de madera y de leña, materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta), incendios forestales, cambio de carbono en los suelos (orgánicos y minerales) todo esto producto del cambio de uso de suelo entre las principales tierras (tierras forestales, pastizales, tierras de cultivo, asentamientos y otras tierras), (Gómez Reyes, 2014).

El presente IEGEI de Jalisco del sector Silvicultura y Uso de Suelo se desarrolla con un nivel de confianza 1 o TIER 1 esto debido a que es una primera aproximación a la estimación de la emisión y remoción de GEI, esto permitirá sentar las bases para que en futuras investigaciones se lleven a cabo inventarios con un nivel de confianza mayor. Las principales fuentes de información del IEGEI son estadísticas gubernamentales de Secretarías de Gobierno Federales (INEGI, SEMARNAT, INE, CONAFOR, IITEJ).

### 1-3-4 Sector forestal y otros usos de suelo

#### • Categorías del sector forestal y otros usos de suelo según IPCC

En el sector Silvicultura y Otros Usos de Suelo (FOLU por sus siglas en inglés) se consideran los siguientes tipos de tierras o uso de suelo; Tierras de Cultivo (CL), Tierras Forestales (FL), Pastizales (GL), Asentamientos (SL), Otras Tierras (OL), Humedales (WL) y Tierras Inundadas (WL), a su vez existen dos tipos principales de categorías o clases que se consideran para realizar las estimaciones de absorciones y emisiones de GEI que son las de las Tierras que permanecen en su misma categoría y las Tierras que se convierten en otros usos de suelo.

#### • Series temporales de usos de suelo y vegetación de INEGI

El inventario requiere que los datos de una zona de uso de la tierra sean de al menos dos momentos distintos y pertinentes para el año en que se define el inventario. Es importante que haya una serie temporal coherente en su clasificación para la preparación de la categoría de uso de la tierra. También se debe tomar en cuenta la escala en que se definen las categorías, para considerar los datos de conversión, de forma que los efectos del cambio de método no se incluyan como conversión real del uso de la tierra. Bajo este contexto, se utiliza la información de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ya que cuenta con cuatro cubrimientos denominados: Serie I elaborada entre 1979 y 1986, Serie II entre 1993 y 1998, Serie III entre 2002 y 2003 y Serie IV entre 2007 y 2008 (Hernandez-Victoria et al., 2011).

Debido a la diferencia temporal de 14 años entre la Serie I y Serie II, se omiten los cambios entre éstas y se propone cuantificar solo los cambios entre la Serie II y Serie III (10 años) y la Serie III y Serie IV (6 años). Las especificaciones técnicas para la generación de las Series II, III y IV son las siguientes: La Serie II utiliza imágenes LANDSAT TM impresas a escala 1:250,000 y vectorizada de manera análoga como en la serie anterior. La Serie III se elaboró con datos de imagen LANDSAT ETM, tecnología digital y programas de SIG. Para la Serie IV se utiliza la misma tecnología de generación de vectores, pero con resolución de imagen SPOT de 10 metros (Hernández-Victoria et al., 2011).

Para efectos de los cálculos posteriores de cantidad la biomasa contenida en los tipos de cobertura del suelo homologados, éstos se agrupan a 21 nuevas clases basados en la afinidad de las comunidades vegetales, ecológicas y florísticas, así mismo se incorpora a esta clasificación la etapa sucesional en que se encuentra el tipo de vegetación (primaria o secundaria).

Con ayuda de un SIG, se elaboraron los mapas correspondientes a la clasificación de las 21 nuevas clases. A continuación se presentan los mapas correspondientes a cada serie analizada:

Figura 12: Cobertura del suelo de Jalisco en 2007 representado en 21 clases.

Basado en las Serie IV de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI y procesado mediante un SIG.

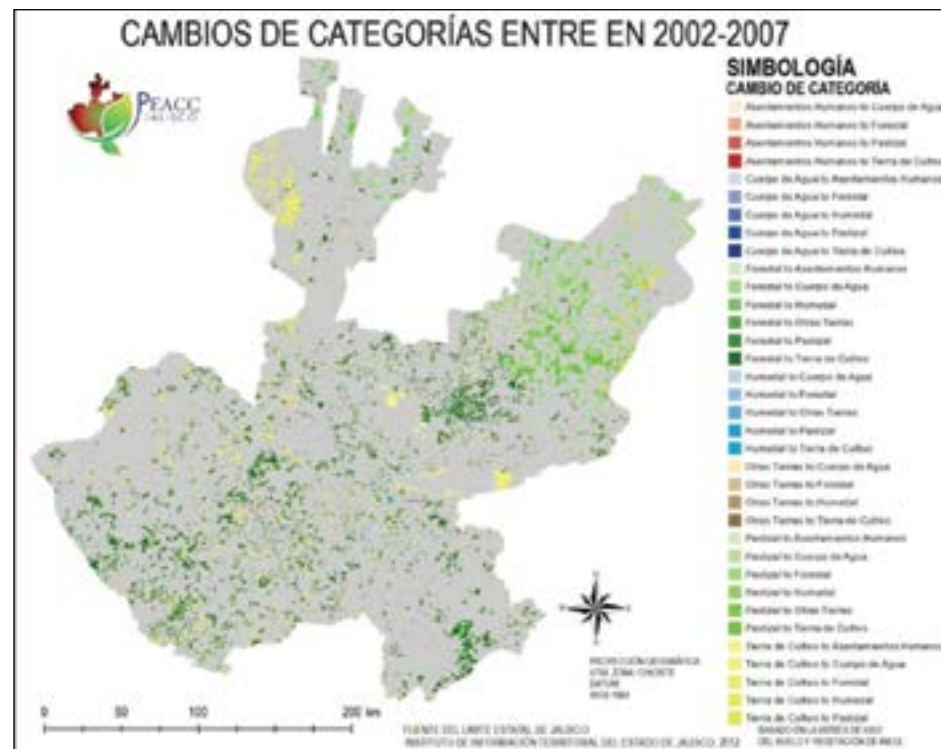


Figura 13: Cobertura del suelo de Jalisco en 2007 representado en las clases propuestas por el IPCC.

Basado en las Serie IV de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI y procesado mediante un SIG.



Figura 14: Cambios de las tierras entre 2002 y 2007 para las clases propuestas por el IPCC. Basado en las Series de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI



Con la ayuda del SIG, se calcularon las áreas de las permanencias y cambios en la cobertura del suelo. Las tablas 16 y 17 muestran en forma de matriz los cambios y las permanencias (la diagonal en verde) correspondientes a las clases propuestas por el IPCC.

Descripción	Clase	Forestal	Pastizal	Tierra de Cultivo	Humedal	Asentamientos Humanos	Cuerpo de Agua	Otras Tierras
Forestal a	1	4,261,427.37	3,228.21	253,736.46	438.12	83.52	210.78	210.51
Pastizal a	2	9,924.39	575,544.33	58,534.65	24.93	0.18	31.77	563.58
Tierra de Cultivo a	3	183,879.09	15,917.58	2,412,587.43	1,219.50	558.18	308.70	-
Humedal a	4	492.93	297.27	2,063.07	20,895.21	-	0.27	41.49
Asentamientos Humanos	5	3.15	0.27	53.01	-	71,513.64	514.62	-
Cuerpo de Agua a	6	60.66	13.14	17,892.99	8,504.46	77.58	117,185.76	-
Otras Tierras a	7	23.40	-	15.93	57.60	-	3.78	3,750.48

Tabla 16: Matriz de cambios y permanencias entre 1993 a 2002 para categorías a las propuestas por el IPCC. Basado en las Series de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI y procesado mediante un SIG.

Descripción	Clase	Forestal	Pastizal	Tierra de Cultivo	Humedal	Asentamientos Humanos	Cuerpo de Agua	Otras Tierras
Forestal a	1	4,261,427.37	3,228.21	253,736.46	438.12	83.52	210.78	210.51
Pastizal a	2	9,924.39	575,544.33	58,534.65	24.93	0.18	31.77	563.58
Tierra de Cultivo a	3	183,879.09	15,917.58	2,412,587.43	1,219.50	558.18	308.70	-
Humedal a	4	492.93	297.27	2,063.07	20,895.21	-	0.27	41.49
Asentamientos Humanos	5	3.15	0.27	53.01	-	71,513.64	514.62	-
Cuerpo de Agua a	6	60.66	13.14	17,892.99	8,504.46	77.58	117,185.76	-
Otras Tierras a	7	23.40	-	15.93	57.60	-	3.78	3,750.48

Tabla 17: Matriz de cambios y permanencias entre 2002 a 2008 para categorías a las propuestas por el IPCC.

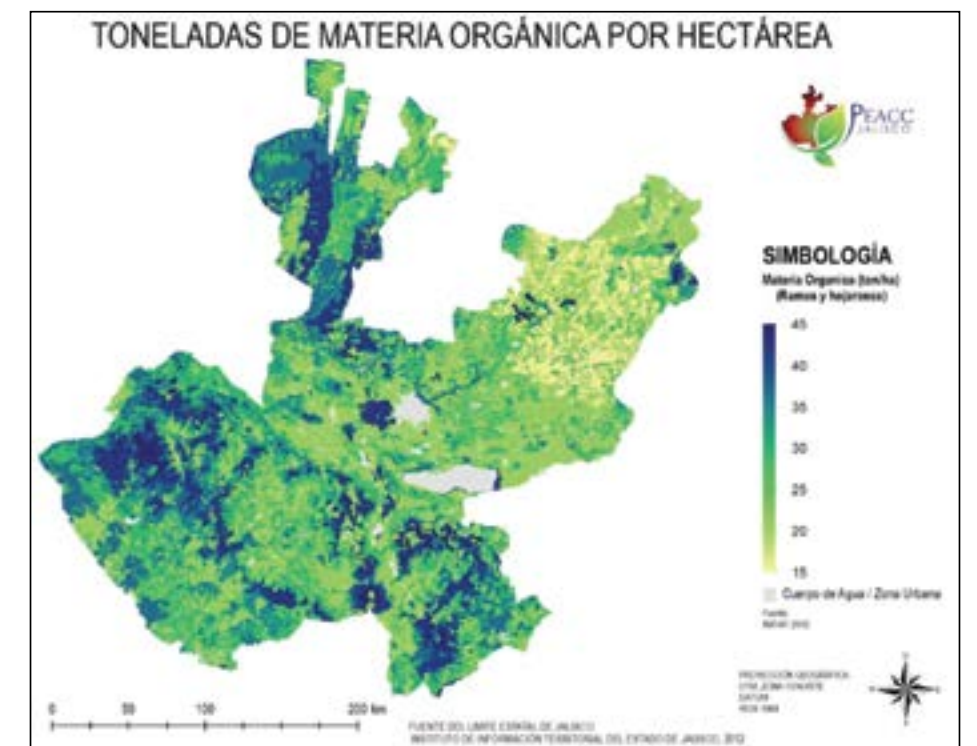
Basado en las Series de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI y procesado mediante un SIG.

De igual manera, a través de un SIG, se calculan las áreas de las permanencias y cambios en la cobertura del suelo para las 21 clases de cobertura del suelo.

Como información adicional requerida para cálculos del inventario, en relación a la materia orgánica muerta, se utilizan datos ráster del Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco (FIPRODEFO) referente al contenido de reservorios de materia orgánica en el Estado de Jalisco en toneladas de carbono por hectárea, figura 15.

Con los datos de la tabla anterior se elabora el mapa correspondiente a la cantidad promedio de materia orgánica por tipo de cobertura del suelo.

Figura 15: Promedio de materia orgánica correspondiente a las distintas clases de cobertura del suelo. Basado en información de FIPRODEFO e INEGI.





• **Tierras que permanecieron como tales periodo 2002-2008**

La tabla 18 muestra las tierras que permanecieron como tales durante 6 años de las series de INEGI analizadas con SIG de la serie III (2002) a la serie IV (2008) que son de utilidad para realizar las estimaciones de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero para biomasa, materia orgánica muerta (MOM), suelos minerales los siguientes usos de suelo; Tierras Forestales que permanecen como tales (FF), Tierras de Cultivo que permanecen como tales (CC), Pastizales que permanecen como tales (GG) y Asentamientos que permanecen como tales (SS), además de Humedales (WW) y Otras Tierras (OO) y otras categorías de uso

de suelo no consideradas por el IPCC como cuerpo de agua, y manglar.

Se debe destacar que del total de la superficie del Estado de Jalisco 8'021,896.4766 hectáreas el 92.56% permanece en su misma categoría, es decir, 7'425,095.85 ha permanecieron en su mismo uso de suelo siendo que el 55.34% son Tierras Forestales en el periodo 2002-2008.

Se debe destacar que del total de la superficie del Estado de Jalisco 8'021,896.4766 hectáreas el 92.56% permanece en su misma categoría, es decir, 7'425,095.85 ha permanecieron en su mismo uso de suelo siendo que el 55.34% son Tierras Forestales en el periodo 2002-2008.

Tabla 18: Tierras que permanecieron como tales entre las serie III (2002) a la serie IV (2008).

PERMANENCIAS DE SERIE III (2002) A SERIE IV (2008)	
Tierras que permanecen como tales	
Categorías / Subcategorías	Suma de Áreas (Ha)
Asentamientos Humanos	72,175.77
Bosque de Coníferas	113,913.99
Bosque de Coníferas (Sec.)	44,020.53
Bosque Húmedo	450.27
Bosque Latifoliado	543,258.09
Bosque Latifoliado (Sec.)	556,992.27
Bosque Mixto	755,886.24
Bosque Mixto (Sec.)	348,702.21
Bosque Seco Tropical	500,795.37
Bosque Seco Tropical (Sec.)	1,229,365.89
Cuerpo de Agua	117,942.03
Humedal	16,828.56
Manglar	3,225.24
Manglar (Sec.)	93.87
Otras Tierras	4,264.38
Palmar	1,520.19
Pastizal	159,143.58
Pastizal (Sec.)	325,958.40
Bosque Semi Desértico	8,391.87
Bosque Semi Desértico (Sec.)	5,565.87
Tierra de Cultivo	2,616,601.23
<b>Gran Total</b>	<b>7,425,095.85</b>

• **Permanencias de Tierras Forestales (FF) Periodo Serie III (2002) a Serie IV (2008)**

**Cálculo de absorciones de GEI por el incremento del carbono en la biomasa**

A continuación la tabla 19 relaciona las áreas forestales que permanecen como tales (FF) en hectáreas por tipo de vegetación y las absorciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en Gigagramos en el periodo 2002-2008.

Tabla 19: Remociones de dióxido de carbono en Tierras Forestales 2002-2008 en Gg de CO<sub>2</sub>. Basado en Información resultante de los valores obtenidos en las ecuaciones del IPCC para la biomasa.

Ecosistemas de México presentes en clasificación de INEGI	Áreas Forestales que permanecen como tales en hectáreas (ha)	Absorciones de dióxido de carbono en Gg de CO <sub>2</sub>
Bosque de Coníferas	113,913.99	-1,099.18
Bosque de Coníferas (Sec.)	44,020.53	-424.76
Bosque Húmedo	450.27	-6.74
Bosque Latifoliado	543,258.09	-5,242.01
Bosque Latifoliado (Sec.)	556,992.27	-5,374.53
Bosque Mixto	755,886.24	-7,293.70
Bosque Mixto (Sec.)	348,702.21	-3,364.70
Bosque Seco Tropical	500,795.37	-4,418.75
Bosque Seco Tropical (Sec.)	1,229,365.89	-10,847.27
Palmar	1,520.19	-6.50
Bosque Semi Desértico	8,391.87	-80.99
Bosque Semi Desértico (Sec.)	5,565.87	-53.71
	<b>4,108,862.79</b>	<b>-38,212.83</b>

**Cálculo de emisiones de GEI por la pérdida de carbono de la biomasa por remoción de madera de los bosques (cosecha), de madera combustible (leña) y debido a las perturbaciones:**

Las figuras 16,17 y 18 relacionan la pérdida anual de carbono debido a la remoción de bosques y las emisiones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en las Tierras Forestales que permanecen como tales (FF) en el periodo 2002-2008, las emisiones totales por esta actividad en este periodo son de 16,050.20 Gg de CO<sub>2</sub>. Las Emisiones Totales de CO<sub>2</sub> por la pérdida de carbono en la biomasa por perturbaciones 2003-2008 es de 150.03 Gg de CO<sub>2</sub> que en promedio corresponden a 25.01 Gg por año. Las emisiones de GEI en permanencias de Tierras Forestales (FF) por remociones de madera, leña y perturbaciones 2003-2008 son en total 17, 247.16 Gg por el periodo de 6 años en promedio 2,874.53 Gg por año.

Figura 16: Emisiones de dióxido de carbono por remoción de madera de los bosques 2003-2008

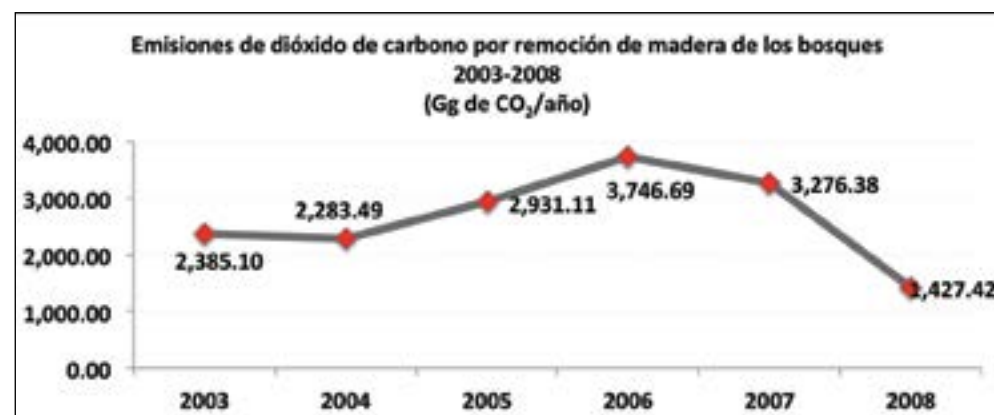


Figura 17: Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) remoción de madera combustible 2003-2008

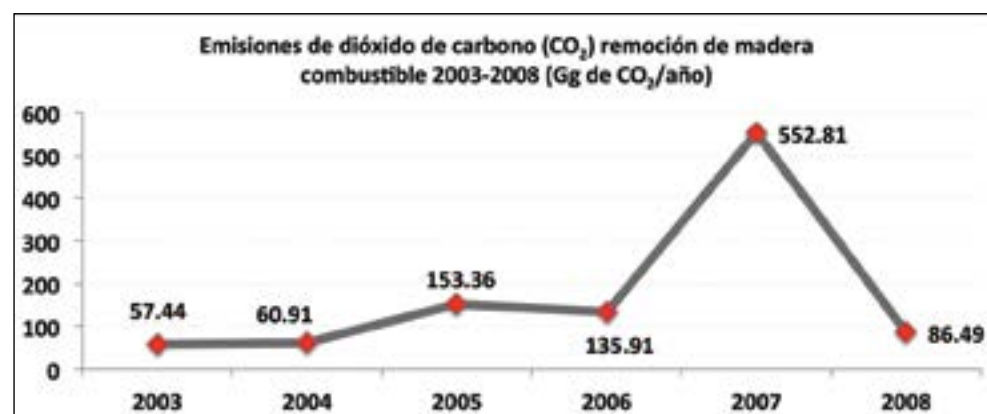
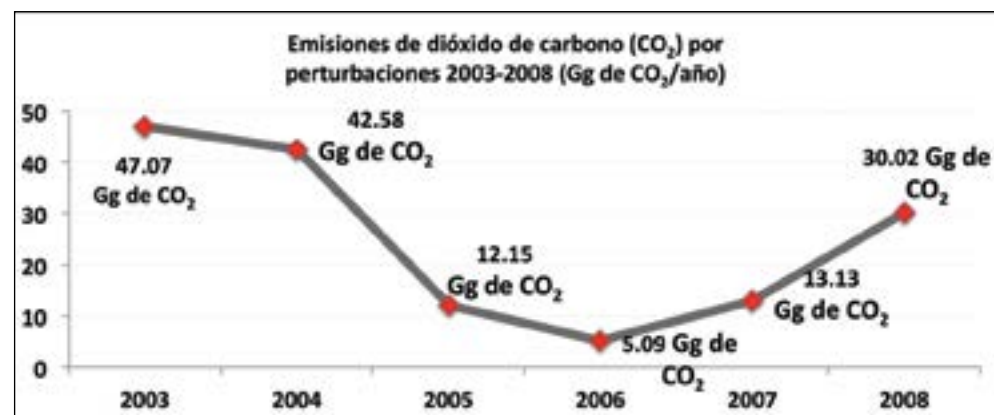


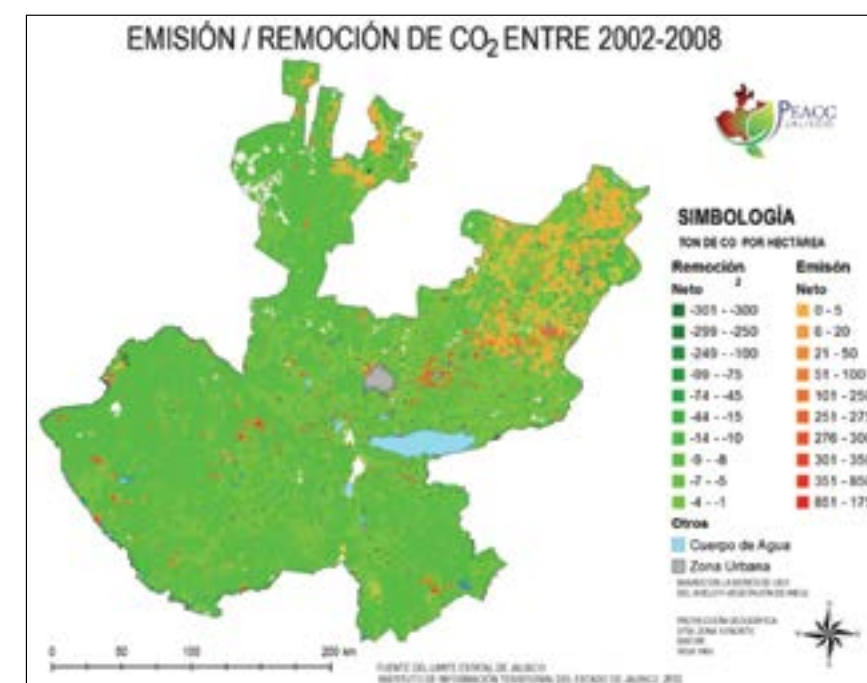
Figura 18: Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por perturbaciones 2003-2008 en Gg de CO<sub>2</sub>



### Balance de emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> entre 2002 y 2008.

La figura 19, muestra la distribución geográfica del balance de emisión y remoción de CO<sub>2</sub> dentro del periodo entre 2002 y 2008. El promedio anual en este periodo de 6 años de emisiones es de 15,368 Gg de CO<sub>2</sub>, mientras las absorciones son de 4,044 Gg de CO<sub>2</sub>, resultando un balance anual de 11,827 Gg de CO<sub>2</sub>.

Figura 19: Emisiones/Remociones netas de CO<sub>2</sub> entre Serie III y Serie IV.



### 1-3-5 Desechos

La categoría de Desechos contempla las siguientes actividades de gestión de residuos para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Sector.

- **Disposición de residuos sólidos urbanos:** emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) de sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS) (esto incluye rellenos sanitarios y sitios sin control);
- **Tratamiento biológico de desechos sólidos:** emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por procesos de fabricación de abono orgánico (composta) y de digestión anaeróbica de los desechos orgánicos;
- **Incineración y quema a cielo abierto de residuos:** emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de la combustión de residuos sólidos;
- **Tratamiento y descarga de aguas residuales:** emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes de las plantas de aguas residuales domésticas, y emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales.

<sup>9</sup> En el "modelo de residuos" del IPCC no se consideran...  
<sup>10</sup> Consulta en línea disponible en: <http://cdm.unfccc.int/>

El gobierno estatal, reporta en el "Tablero de indicadores de desarrollo"<sup>8</sup> el número de rellenos sanitarios (sitios de disposición final que cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003) existentes en el estado en el periodo 2007 a 2012, siendo el número actual 45. En ese periodo se ha incrementado en 8 el número de instalaciones de este tipo siendo en algunos casos proyectos intermunicipales, se asume que dichos sitios están considerados en los indicadores mencionados previamente.

Tabla 20: Generación y disposiciones de residuos sólidos urbanos en Jalisco 2000-2011. Tabla basada en datos reportados por SEDESOL 2012.

Año	GENERACIÓN	DISPOSICION FINAL (%)		
	Ton/año	RS	TCA	SSC
2000	2,168,157.12	78.35	21.65	-
2001	2220981.38	78.46	21.54	-
2002	2267102.60	78.56	21.44	-
2003	2316846.98	79.21	20.79	-
2004	2432173.39	79.24	20.76	-
2005	2481001.99	79.32	20.68	-
2006	2528000.00	83.36	-	16.64
2007	2653550.71	80.68	-	19.32
2008	2706312.73	81.16	-	18.84
2009	2766700.13	81.37	-	18.63
2010	2890800.00	79.92	-	20.08
2011	2971100.00	80.99	-	19.01

(RS) Rellenos Sanitarios  
(TCA) Tiraderos a cielo abierto  
(SSC) Sitios sin control

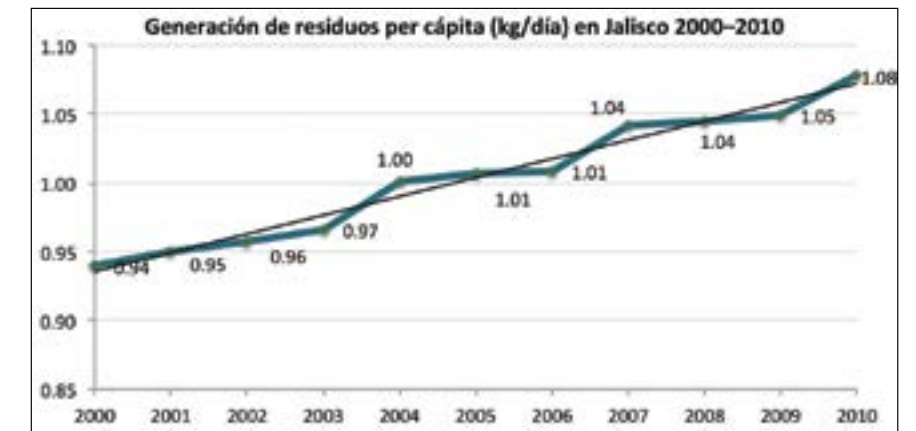
Actualmente, se desconocen datos precisos acerca del sector de desechos, lo que implica la necesidad de contar con información acerca de los procesos de reciclaje, elaboración de composta, incineración, etc.

La legislación mexicana en materia de residuos contempla una clasificación por tipo de residuo que define a los residuos de manejo especial (RME), como aquellos: generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. Se asume que un importante porcentaje de los residuos industriales son RME, en este caso se estima la generación de dichos residuos en base a datos históricos del PIB estatal. El porcentaje de participación del PIB nacional por parte de Jalisco es de alrededor el 7% (INEGI, 2010)<sup>9</sup>

En el presente trabajo, para fines de cálculo, los valores históricos de población son utilizados para modelar emisiones históricas de GEI comenzando en 1950; son obtenidos de la Comisión Estatal del Población (COEPO), el modelo precisa de datos de proyección de población, datos obtenidos de las proyecciones realizadas por la CONAPO.

<sup>8</sup> Tablero de Indicadores del Desarrollo de Jalisco (TabIn), Secretaría de Planeación, Jalisco. Disponible en: <http://seplan.app.jalisco.gob.mx/tablin/panelCiudadano/buscar?temald=8>  
<sup>9</sup> Según datos del INEGI

Figura 20: Generación de Residuos per Cápita (kg/día) en Jalisco 2000 - 2010. Gráfica basada en datos de generación de RSU por entidad federativa, 2012.



Se establecen valores de generación anual per cápita específicos para Jalisco, la figura 20 representa el aumento en dicho valor para el periodo de los años 2000 al 2010, siendo en total un incremento de 140 gramos por habitante.

Los datos relativos a la disposición final se incorporaran al modelo en porcentajes de residuos dispuestos en cada tipo de sitio, para el caso de Jalisco se considera de igual manera la información publicada por SEDESOL que brinda información acerca del monto de residuos dispuesto ya sea en rellenos sanitarios o en sitios no controlados.

Las estimaciones toman en consideración la actividad de recuperación de metano (ya sea para quemarse en antorcha o en un dispositivo energético) propia de los rellenos sanitarios gestionados. De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), el Relleno Sanitario Hasar's S.A. de C.V., ubicado en el municipio de Colotlán participa con un proyecto en el Programa de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Se tiene registro del total de reducciones de CO<sub>2</sub>e desde que inició operaciones el proyecto, para los años completos 2009, 2010 y un primer trimestre de 2011, siendo un total de 74,706 toneladas. Estas reducciones se toman en cuenta para la estimación final de esta categoría<sup>10</sup>.

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub>e en el sector residuos para el año 2010 son de 2375.8 Gg de dióxido de carbono equivalentes

Se estimaron para el año 2010 60.9 gigagramos de CH<sub>4</sub> provenientes de residuos sólidos urbanos en sitios de eliminación de desechos gestionados (es decir 1522.4 Gg de CO<sub>2</sub>e donde 52.6138 gigagramos de CH<sub>4</sub> fueron generados por residuos sólidos urbanos, y 8.2810 Gg de metano emitidos por el manejo de residuos industriales), seguido en orden de magnitud por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas con 26.7 gigagramos de CH<sub>4</sub> (668.7 Gg de CO<sub>2</sub>e); Con relación al óxido nitroso, el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas domina mayormente en las emisiones de este gas a partir de desechos, con 0.43 Gg de N<sub>2</sub>O (que equivale a 127 Gg de CO<sub>2</sub>e), finalmente para este sector, se emitieron 8 Gg de dióxido de carbono por la incineración abierta de desechos. Las emisiones totales de CO<sub>2</sub>e en el sector residuos para el año 2010 son de 2375.8 Gg de dióxido de carbono equivalentes (Rodríguez Villavicencio, 2013).

<sup>10</sup> En el "modelo de residuos" del IPCC no se consideran.

- **Emisiones de Metano y Óxido Nitroso provenientes del tratamiento biológico de desechos sólidos**

Hasta el momento en Jalisco no se cuenta con una base de datos confiable que registre los montos y procesos de tratamiento de residuos susceptibles a este manejo, la normatividad vigente ubica este tipo de desechos como "residuos de manejo especial" (RME), los Programas de Manejo Integral contemplados en la Ley de Residuos serían los instrumentos que den cuentas de dicha actividad. Es importante señalar que los procesos mencionados implican emisiones de CO<sub>2</sub>, sin embargo éstas no se consideran ya que son de origen biogénico.

Para el caso de las emisiones procedentes de procesos de digestión anaerobia, se requieren datos de inventarios de instalaciones y sistemas de tratamiento. Se conoce que en el estado los desechos agropecuarios son los que son mayormente procesados. Se obtuvo por parte del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) Jalisco un listado de los sistemas que fueron implementados con los apoyos que ofrece el programa Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con Esquemas de Riesgo Compartido (PROVAR) en el programa denominado "Componente Biodigestores". Se cuenta con información de proyectos beneficiados para los años 2009 al 2011, donde es posible conocer el estatus de funcionamiento de cada uno, el monto de residuos procesados y el destino del biogás generado (producción de electricidad, quema de gas). Por otra parte, a partir de la base de datos del portal del Mecanismo para el Desarrollo Limpio (MDL) de la ONU se obtiene información del proyecto de reducción de emisiones a través del manejo de residuos de excretas porcinas operando en el estado, (Rodríguez Villavicencio, 2013).

En cuanto a la información de composteo en la entidad, la información proviene del portal de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), a partir de un estudio basado en el inventario de plantas municipales de composta. A través de ese estudio, se obtiene la ubicación y el volumen de residuos que se procesan cada mes en cada una. Estas plantas han ido en aumento desde el 2008, para el año 2010 se trataron 31,200 toneladas (se asume peso húmedo) entre ocho municipios (Jocotepec, Chapala, Bolaños, El Grullo, Autlán, Atemajac, San Juan de los Lagos, Zapopan).

- **Emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso procedentes de la incineración de desechos.**

La estimación para la quema a cielo abierto de desechos arroja 7.96 gigagramos de CO<sub>2</sub>, 0.68 Gigagramos de CH<sub>4</sub> y 0.01 Gigagramos de N<sub>2</sub>O, siendo un total de 27.71 Gigagramos de CO<sub>2</sub> equivalente.

- **Emisiones de metano y óxido nitroso por tratamiento y descarga de aguas residuales.**

Para el año 2010, se obtiene un total de 26.75 gigagramos de CH<sub>4</sub> en el cálculo de emisiones proveniente de aguas residuales municipales, a lo que se suma la cantidad aproximada de 427 toneladas de óxido nitroso emitido indirectamente debido

al nitrógeno presente en efluentes, resultando en un total de 795.82 gigagramos de dióxido de carbono equivalente para esta subcategoría.

Las emisiones estimadas para las descargas de agua industrial proceden sólo de las actividades de producción pecuaria y ascienden a un total de 960 toneladas de metano lo que representa un total de 24.01 gigagramos de dióxido de carbono equivalente.

Las emisiones estimadas para las descargas de agua industrial proceden sólo de las actividades de producción pecuaria y ascienden a un total de 960 toneladas de metano para el mismo año de referencia, lo que representa un total de 24.01 gigagramos de dióxido de carbono equivalente.

Para la presente estimación se requirieron datos sobre la cantidad total de materia orgánica degradable en los efluentes, parámetro que está en función de la población, información disponible en INEGI.

El cálculo de material orgánico degradable presente en aguas residuales municipales requiere información de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en las descargas de agua, en este caso el valor elegido es el utilizado en las estimaciones nacionales, 60 gramos de DBO por habitante al día, adicionalmente se considera un factor para incorporar la DBO de efluentes industriales (I) en las descargas de aguas municipales, el valor por defecto es 1.25, resultando un total de 201,224,919.75 kg/DBO/año.

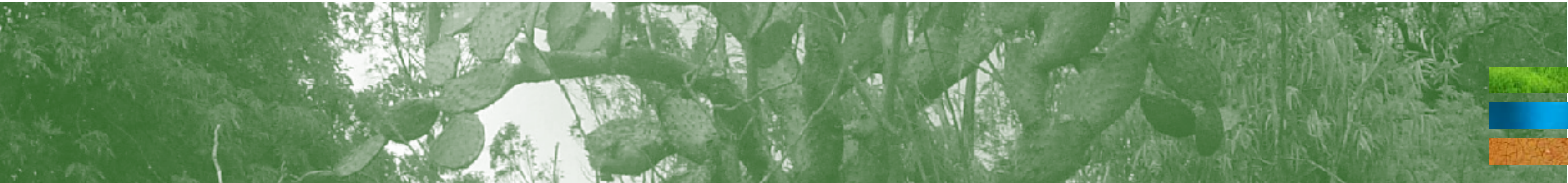
La Comisión Nacional del Agua (CNA), publica cada año el inventario de plantas de tratamiento de agua en operación por entidad, de donde es posible obtener información del número de plantas, su ubicación detallada en los municipios, el tipo de tratamiento, la capacidad instalada y el caudal tratado. Para el año 2010 se trató un caudal total de 3,811.3 litros por segundo (l/s), que representa una cobertura de tratamiento del 26.7% de las aguas residuales municipales, con ello es posible estimar la descarga promedio diaria de agua per cápita que fue de 167.78 litros.

También se entrega la información disponible respecto a la clasificación de las localidades del estado en los ámbitos rurales o urbanos, ya que la ecuación para la estimación de emisiones de metano, requiere el dato de grado de utilización por cada vía o sistema de tratamiento (Tij) para cada fracción del grupo de ingresos (Ui) de la población, tomando en cuenta la información recolectada, se opta por considerar dos fracciones: la rural y la urbana. Según los datos estadísticos se conoce que el estado de Jalisco para el año 2010 cuenta con una población rural del 13 % y una urbana de 87% respecto a la población total de la entidad<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

## CAPITULO II

### Evolución del Clima y Vulnerabilidad del Estado Jalisco



#### 2-1 Escenarios climáticos

##### 2-1-1 Descripción general del clima

Jalisco se encuentra situado en la zona centro-occidente del país y colinda hacia el noroeste con el Estado de Nayarit; hacia el norte con Zacatecas y Aguascalientes; hacia el este con Guanajuato y San Luis Potosí; hacia el sur con Colima y Michoacán y hacia el poniente con el océano Pacífico.

Jalisco es la cuarta entidad federativa más poblada de México y uno de los Estados más desarrollados en el país en actividades económicas, comerciales y culturales.

Jalisco es la cuarta entidad federativa más poblada de México y uno de los Estados más desarrollados en el país en actividades económicas, comerciales y culturales. Su capital es Guadalajara, cuya zona metropolitana está compuesta por los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos y Juanacatlán, haciendo de ésta la segunda aglomeración urbana más grande de México.

Según el INEGI el clima en el Estado de Jalisco va de cálido subhúmedo a semiseco templado, destacando el semicálido subhúmedo con lluvias en verano con los siguientes porcentajes de la superficie estatal: semicálido subhúmedo con lluvias en verano 44.7%, cálido subhúmedo con lluvias en verano 23.1%, templado subhúmedo con lluvias en verano 18.5%, semiseco semicálido 5.6% y otros tipos de clima 8.1%.

Sin embargo, en este estudio se determina la descripción del clima del Estado de acuerdo a las normales climatológicas 1971-2000 del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CNA) y que forma parte de la estructura de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del gobierno federal. Los resultados están basados en las 208 estaciones que se encuentran distribuidas en los 125 municipios del estado, hay municipios que cuentan con más de una estación. Es importante advertir que

el estado presenta una diversidad de climas, por lo que no están distribuidos de manera homogénea.

De acuerdo a las estadísticas obtenidas el estado de Jalisco, se encuentra ubicado en una latitud media de 20.58°N, que oscila entre 19.07 y 22.61°N; y una longitud media de 103.57 °W ubicada entre 104.08 y 103.18°W. La altitud promedio es de 1412 msnm oscilando entre los 5 y 2254 msnm, con una temperatura promedio en el estado de 20°C con extremos entre 14°C y 28°C. La temperatura mínima promedio del estado es de 12°C con extremos entre los 6 y 21°C. La temperatura máxima promedio del estado es de 29°C con extremos entre los 21 y 37°C (Fig. 21). La precipitación media es de 859 mm con extremos entre los 426 y 2003 mm, mientras que la evaporación promedio es de 1766 mm con oscilaciones entre 70 y 2752 mm (Fig. 22). Durante el año se presentan en promedio 73 días con lluvias con extremos entre 2 y 122 días. Por su parte el número de días promedio al año con niebla es de 23 con oscilaciones entre 0 y 23 días. El número de días promedio con granizo en el estado es de 1 día con extremos entre 0 y 65 días. En cuanto a tormentas eléctricas el estado presenta 19 días en promedio y extremos de 0 a 193 días. Finalmente la humedad relativa promedio en el estado es de 54% con extremos entre 39 y 69% (Fig. 23).

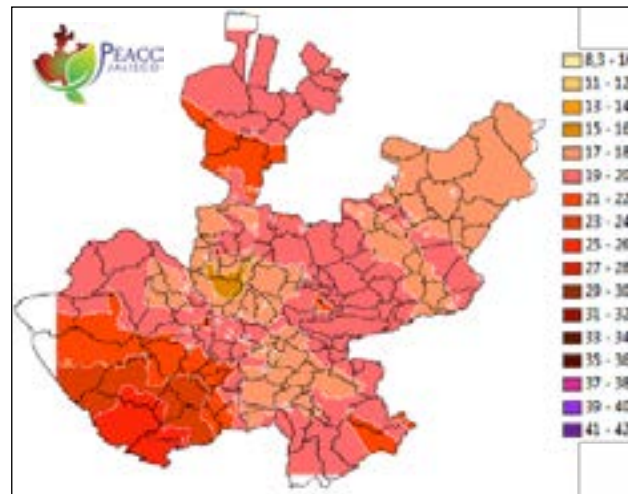


Figura 21: Temperaturas promedio de las Normales Climatológicas del periodo 1971-2000.

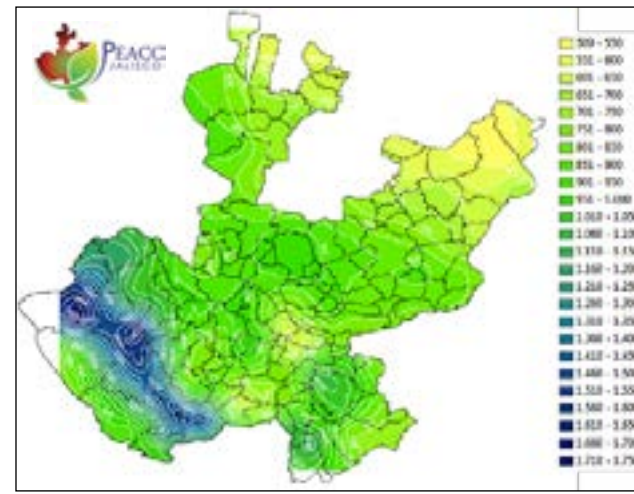


Figura 22: Precipitación promedio de las Normales climatológicas del periodo 1971-2000.

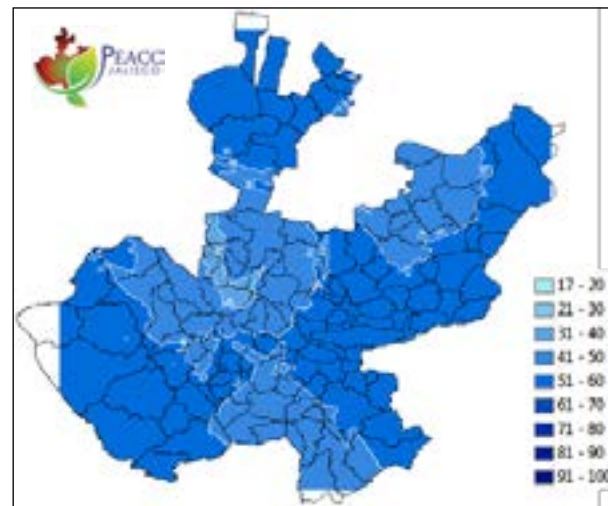


Figura 23: Humedad relativa promedio de las Normales climatológicas del periodo 1971-2000.

## 2-1-2 Clima de las regiones de Jalisco

Se realiza un análisis por regiones de los climas del estado obteniéndose los siguientes resultados:

Región	PARÁMETRO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	T. MAX °C	T. MED °C	T. MIN °C	PRECIPITACIÓN EVAP. mm	TOT. mm	LLUVIA mm	NIEBLA Días	GRANIZO Días	TORM.ELEC. Días	Oscilación Térmica Normal °C	Oscilación Térmica Media Mens °C	HR %
Norte	Media	22.2	103.6	1766.4	27.7	18.7	9.7	674.6	1742.4	62.5	11.6	2.0	9.2	9.0	18.0	51.3
	Máxima Minima	22.6 21.7	104.1 103.2	2250.0 1400.0	33.6 23.6	24.5 15.8	15.4 6.9	955.2 546.7	2180.4 70.4	81.2 2.4	75.6 0.5	27.2 0.0	49.6 0.8	10.1 7.8	20.3 15.6	37.6 45.3
Altos Norte	Media	21.4	102.2	1915.2	26.9	17.6	8.3	596.6	1883.8	63.2	9.7	0.3	3.2	9.3	18.6	49.9
	Máxima Minima	21.9 21.0	103.6 101.6	2254.0 1480.0	29.7 23.2	20.8 15.3	12.9 5.6	747.9 479.5	2136.9 1458.2	78.8 48.6	72.6 0.3	1.3 0.0	14.1 0.1	11.4 7.8	22.8 15.7	57.4 38.8
Altos Sur	Media	21.0	102.6	1835.5	26.7	18.0	9.3	769.6	1907.4	73.4	11.4	0.6	7.2	8.7	16.4	52.9
	Máxima Minima	21.3 20.6	102.9 102.1	2170.0 1400.0	30.3 21.7	20.4 15.3	13.2 7.2	902.4 662.2	2195.1 1683.2	90.6 56.2	71.3 0.7	3.4 0.0	30.6 0.4	11.0 6.4	22.0 0.0	64.9 40.9
Ciénega	Media	20.4	102.8	1533.8	27.6	19.8	12.0	814.6	1894.7	75.9	28.6	1.0	14.0	7.8	15.6	57.7
	Máxima Minima	20.6 20.2	103.4 102.3	1619.0 1310.0	29.5 25.1	20.5 18.9	14.5 9.4	934.8 684.0	2169.3 1653.0	86.6 65.8	92.5 2.2	3.4 0.0	36.3 0.1	10.1 5.6	20.1 11.3	68.9 45.8
Sureste	Media	19.6	103.1	1629.6	29.0	21.2	13.4	926.1	1467.6	71.2	20.7	2.2	19.4	7.8	15.6	57.6
	Máxima Minima	20.3 19.1	103.4 102.8	2126.0 430.0	36.5 21.5	27.1 15.3	20.1 8.2	1604.4 670.1	2752.0 77.2	111.2 1.8	61.2 0.2	21.2 0.0	78.2 0.0	10.3 6.2	20.5 12.4	66.0 44.8
Sur	Media	19.8	103.6	1382.2	28.5	19.9	11.3	771.6	1697.3	76.1	43.8	2.2	29.9	7.1	14.3	53.6
	Máxima Minima	20.2 19.4	103.9 103.4	1950.0 760.0	34.5 23.2	25.2 15.5	15.9 6.9	1275.5 425.9	2137.2 1378.4	111.1 42.0	199.0 0.7	9.9 0.0	165.6 1.1	11.3 0.0	22.6 0.0	61.3 39.3
Sierra de Amul	Media	20.0	104.1	1095.9	30.9	22.0	13.2	821.1	1811.9	73.0	29.5	0.9	38.0	8.2	16.4	55.5
	Máxima Minima	20.3 19.8	104.3 103.9	1403.0 750.0	34.2 26.4	24.8 17.9	16.2 9.4	1122.9 607.3	2024.5 1445.2	90.7 51.7	79.4 0.5	2.8 0.0	192.9 5.3	10.3 0.0	20.6 0.0	98.5 44.5
Costa Norte	Media	20.3	105.2	105.0	31.6	24.8	17.9	1148.5	1413.7	57.3	27.3	0.3	24.3	6.0	12.0	62.6
	Máxima Minima	20.7 19.9	105.4 105.1	250.0 5.0	33.8 28.6	26.4 22.0	19.9 13.5	1883.9 625.2	1917.7 71.1	91.7 2.9	65.6 0.2	1.6 0.0	49.6 4.9	8.5 0.0	17.0 0.0	68.3 53.9
Tierra Occte.	Media	20.4	104.8	1068.0	27.6	19.6	11.6	1300.7	1562.3	94.5	29.7	1.2	24.9	8.0	16.1	56.4
	Máxima Minima	20.8 20.2	105.2 104.4	1570.0 200.0	32.8 20.5	25.1 14.2	17.5 7.9	2003.3 959.1	1745.8 1281.8	122.4 81.2	74.5 2.5	2.1 0.0	70.2 0.4	9.5 6.3	19.1 12.6	65.5 48.5
Valles	Media	20.8	103.9	1137.8	31.0	22.3	13.6	883.5	1808.0	71.4	18.7	4.0	15.8	7.1	14.3	52.8
	Máxima Minima	21.2 20.4	104.2 103.7	1570.0 420.0	36.4 27.4	27.7 19.2	19.1 11.0	1016.7 622.1	2352.6 72.8	85.8 41.2	59.7 0.0	64.9 0.1	46.5 0.1	9.7 0.0	19.4 0.0	58.4 47.7
Centro	Media	20.7	103.3	1552.4	28.6	20.3	12.0	876.6	1974.7	80.5	25.3	1.3	22.2	7.9	15.7	54.9
	Máxima Minima	21.1 20.4	103.7 102.9	1816.0 1044.0	34.0 25.5	24.7 17.5	15.8 9.3	1011.2 768.8	2324.6 1498.9	92.8 60.5	62.8 6.7	2.9 0.0	54.4 0.4	9.6 0.0	19.2 0.0	63.4 48.2
Costa Sur	Media	19.5	104.5	494.5	32.4	24.8	17.3	1199.5	1665.0	77.3	28.0	0.5	35.7	7.6	15.2	49.8
	Máxima Minima	19.9 19.2	104.9 104.2	900.0 10.0	36.6 26.8	27.8 18.6	21.0 10.4	1832.7 672.1	1844.5 1463.1	105.3 46.7	110.6 3.3	1.3 0.0	119.0 3.0	9.8 5.7	19.6 11.4	58.6 47.1

Tabla 21: Resultados de las estaciones de una selección de municipios.

## 2-1-3 Indicadores de cambio climático mediante CLIMDEX y Normales climatológicas 1971-2000.

Se realiza un análisis de los municipios más significativos de cada región de acuerdo a su importancia, población, actividad económica, agrícola, ganadera, turismo, educativa y de servicios. Los municipios caracterizados son: Autlán, Bolaños, Cihuatlán, Ciudad Guzmán, Colotlán, Encarnación de Díaz, Guadalajara, Lagos de Moreno, Ocotlán, Puerto Vallarta y Tepatlán.

### • Objetivo

El objetivo de esta sección es presentar los índices del cambio climático para hacer frente a la necesidad de la medición objetiva y caracterización de la variación y el cambio climático.

### • Presentación

ClimDex es un programa basado en Microsoft Excel que proporciona un paquete computacional fácil de usar para el cálculo de Índices de extremos climáticos para monitorear y detectar cambio climático. Fue desarrollado por Byron Gleason del National Climate Data Centre (NCDC) de NOAA, y ha sido usado en talleres CCI/CLIVAR sobre índices climáticos desde el 2001. ClimDex se monta en un ambiente que no depende de un sistema operativo determinado. Por lo que se sugiere utilizar la plataforma R, ya que además de ser gratis, es un software muy robusto y poderoso para gráficos y análisis. Calcula 27 índices básicos recomendados por el Equipo de Expertos de CCI/CLIVAR para "Climate Change Detection Monitoring and Índices" (ETCCDMI).

Uno de los principales objetivos de construir índices de extremos climáticos es para usarlos para estudios de monitoreo y detección de cambios climáticos. Esto requiere que los índices sean homogeneizados.

Uno de los principales objetivos de construir índices de extremos climáticos es para usarlos para estudios de monitoreo y detección de cambios climáticos. Esto requiere que los índices sean homogeneizados. Actualmente RCLimDex incluye un procedimiento simple de control de calidad de datos.

**• Indicadores de cambio climático**

Un total de 27 índices se consideran índices básicos. Se basan en los valores de temperatura diaria o la cantidad de precipitación diaria. Algunos se basan en umbrales fijos que son de relevancia para aplicaciones en particular. En estos casos, los umbrales son los mismos para todas las estaciones. A continuación se presenta una lista de los 27 indicadores de cambio climático (Tabla 22).

Tabla 22: Indicadores de cambio climático obtenidos mediante RCLimDex.

ID	ID Nombre del Indicador	Definición	UNIDAD
FDo	Frost days (Días de heladas)	Número de días en un año cuando TN(mínimo diario)<0°C	Días
SU25	Summer days (Días de verano)	Número de días en un año cuando TX(máximo diario)>25°C	Días
IDo	Ice days (Días de hielo)	Número de días en un año cuando TX(máximo diario)<0°C	Días
TR20	Tropical nights (Noches tropicales)	Número de días en un año cuando TN(mínimo diario)>20°C	Días
GSL	Growing season Length (Duración de la estación de cultivo)	Anual (1st Ene a 31 Dic en HN, 1 Julio a 30th Junio en HS) cuenta entre el primer periodo de por lo menos 6 días con TG>5°C y primer periodo después de Julio 1 (Enero 1 en HS) de 6 días con TG<5°C	Días
TXx	Max Tmax	Valor mensual máximo de temperatura máxima diaria	°C
TNx	Max Tmin	Valor mensual máximo de temperatura mínima diaria	°C
TXn	Min Tmax	Valor mensual mínimo de temperatura máxima diaria	°C
TNn	Min Tmin	Valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria	°C
TN10p	Cool nights (Noches frías)	Porcentaje de días cuando TN<10 percentil	Días
TX10p	Cool days (Días fríos)	Porcentaje de días cuando TX<10 percentil	Días
TN90p	Warm nights (Noches calientes)	Porcentaje de días cuando TN>90 percentil	Días
TX90p	Warm days (Días calientes)	Porcentaje de días cuando TX>90 percentil	Días
WSDI	Warm spell duration indicador (Indicador de la duración de periodos calientes)	Contaje anual de días con por lo menos 6 días consecutivos en que TX>90 percentil	Días
CSDI	Cold spell duration indicador (indicador de la duración de periodos fríos)	Contaje anual de días con por lo menos 6 días consecutivos en que TN<10 percentil	Días
DTR	Diurnal temperature range (rango diario de temperatura)	Diferencia media mensual entre TX y TN	°C
RX-1day	Max 1-day precipitation amount (Cantidad Máxima de precipitación en un día)	Máximo mensual de precipitación en 1 día	Mm
Rx-5day	Max 5-day precipitation amount (Cantidad Máxima de precipitación en 5 días)	Máximo mensual de precipitación en 5 días consecutivos	Mm
SDII	Simple daily intensity index (Índice simple de intensidad diaria)	Precipitación anual total dividida para el número de días húmedos (definidos por PRCP>=1.0mm) en un año	Mm/día
R10	Number of heavy precipitation days (Número de días con precipitación intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=10mm	Días

ID	ID Nombre del Indicador	Definición	UNIDAD
R20	Number of very heavy precipitation days (Número de días con precipitación muy intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=20mm	Días
Rnn	Number of days above nmm (Número de días sobre nn mm)	Número de días en un año en que PRCP>=nn mm, nn es un parámetro definido por el usuario	Días
CDD	Consecutive dry days (Días secos consecutivos)	Número máximo de días consecutivos con RR<1mm	Días
CWD	Consecutive wet days (Días húmedos consecutivos)	Número máximo de días consecutivos con RR>=1mm	Días
R95p	Very wet days (Días muy húmedos)	Precipitación anual total en que RR>95 percentil	mm
R99p	Extremely wet days (Días extremadamente húmedos)	Precipitación anual total en que RR>99 percentil	mm
PRCPTOT	Annual total wet-day precipitation (Precipitación total anual en los días húmedos)	Precipitación anual total en los días húmedos (RR>=1mm)	mm

**• Metodología**

Para el cálculo de los indicadores de cambio climático se construye una base de datos de acuerdo a las normales climatológicas obtenidas del sitio del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para emplear los registros de temperaturas diarias máximas y mínimas así como la cantidad de precipitación diaria del periodo 1982 a 2003.

Se calcularon los 27 índices de cambio climático de estaciones distribuidas en los 125 municipios del Estado de Jalisco. De hecho se cuenta con 208 estaciones, sin embargo, solo 197 cuentan con los datos suficientes para ser procesados por RCLimDex.

Se construye un archivo de texto con los datos ordenados por columnas en el orden: año, mes, día, precipitación (mm), temperatura máxima (Celsius) y temperatura mínima. Previo a la ejecución de RCLimDex se realiza un control de calidad (CC) de los datos. Finalmente con estos datos se ejecuta el RCLimDex.

**• Resultados**

Se calculan los 27 índices de cambio climático de estaciones distribuidas en los 125 municipios del Estado de Jalisco. De hecho se cuenta con 208 estaciones, sin embargo, solo 197 cuentan con los datos suficientes para ser procesados por RCLimDex. Aquí se presentaran los resultados de la estaciones de los municipios seleccionados de cada región de acuerdo a su importancia, población, actividad económica, agrícola, ganadera, turismo, educativa y de servicios. Los municipios caracterizados fueron: Autlán, Bolaños, Cihuatlán, Ciudad Guzmán, Colotlán, Encarnación de Díaz, Guadalajara, Lagos de Moreno, Ocotlán, Puerto Vallarta y Tepatlán (Tabla 23):

Tabla 23: Resultados de las estaciones de una selección de municipios.

	NOMBRE	FDo	SU25	TR20	GSL	TXx	TNx	TXn	TNn	TN10p	TX10p	TNgop	TXgop	WSDI	CSDI	DTR	RX1day	RX5day	SDII	R10	R20	Rnn	CDD	CWD	R95p	R99p	PRCPTOT
	MUNICIPIO	Días	Días	Días	Días	°C	°C	°C	°C	Días	Días	Días	Días	Días	Días	°C	mm	mm	mm/día	mm	mm	Días	Días	Días	mm	mm	mm
14019	AUTLÁN	0.2	5	-80	0.25	1.5	-1.8	-3	-4							-3	25	60	4	1	2	-4	-20	-2.5	100	90	150
14023	BOLAÑOS	-0.2	8	10	No aplica	-1.5	0.5	2	0.8	-17	No aplica	-5	-8	-40	-48	-0.2	-4	9	-2	3	2	5	-10	0.5	60	20	100
14023	BOLAÑOS	-0.2	10	16	No aplica	-1.7	0.5	2	0.8	-18	-6	-5	-6	-35	-40	-0.2	-4	8	-2	4	2	7	-10	0.6	50	25	150
14030	CIUDAD GUZMÁN	0.5	60	-5	-0.5	-2	-2	-2.5	4	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-3	25	5	-2	-2.5	-1.5	-1	-25	-0.2	30	40	50
14030	CIUDAD GUZMÁN	0.6	50	-5	-0.3	-2	-2	-2.5	-4	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	3	20	3	-2	-3	-2	-0.5	-30	-0.5	20	40	30
14028	CIHUATLÁN	No aplica	-0.5	-15	0.6	1.5	0.2	-3	-0.3	1.5	-8	3	-35	75	15	2	40	80	2.5	-2.5	1	-3	40	1.5	100	10	-1
14028	CIHUATLÁN	No aplica	-1	-20	0.5	1.5	-0.2	3	-0.3	1.5	-8	2.5	45	70	15	2.2	35	80	2.5	-2.5	1	-2.5	30	1	40	5	-1
14058	ENCARNACIÓN DE DÍAZ	16	-20	No aplica	-4.5	1	1.5	-10	-2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	0.3	-7	-35	1.5	-5	-2	-3	50	-8	-40	-40	-100
14065	GUADALAJARA	-1.5	30	0.8	0.5	-0.3	-2.8	2	2.5	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-1.5	45	50	2.5	-2.5	6		70	-5	180	80	120
14066	GUADALAJARA	No aplica	-50	0.5	-0.1	-3	-0.5	-1	5	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-4	10	10	2	-2	2.5	-1.5	40	-3.5	10	10	10
14066	GUADALAJARA	50	-45	0.6	-0.1	-3	-0.4	-1	4	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-4	10	10	2	-1	3	-1	50	-3	20	10	10
14115	GUADALAJARA	No aplica	-55	-9.5	-1.5	2	-2.5	-1.2	-0.4	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	2	-28	-21	0.3	4	2.4	4	-100	-3	-20	2	20
14121	GUADALAJARA	0.01	35	1.8	0.03	-2	0.9	2.5	4.3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-4	11	6	1	-4	-0.5	-6	50	-2.1	45	7	-100
14121	GUADALAJARA	-0.01	-35	2	0.03	-2	0.9	2.5	4.8	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-4	11	8	1	-4	-0.5	-6	50	-2.1	-45	60	-100
14329	GUADALAJARA	0.1	2	-0.4	-0.02	-1.5	0.7	3.2	3.3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-1	18	25	4	5	9	5	70	-5	280	115	300
14144	COLOTLÁN	27	25	-0.15	-4	1.8	-5	3	-4	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	5.7	26	20	6	5	9	2.5	55	-2.5	300	250	250
14144	COLOTLÁN	27	25	-0.1	-4.5	1.8	-5	2.5	-3.9	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	5.5	26	20	6.5	5	10	3	55	-3	300	205	250
14175	COLOTLÁN	No aplica	-25	-3.3	0.3	-3.7	-8	2	1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	2.3	-25	-45	-2	-7	-5	-15	0	-2	-150	-85	-250
14175	COLOTLÁN	No aplica	-25	-3	0.2	-4	-7	2	1	39	4	-32	-39	-60	-40	2	-30	-40	-3	-8	-4	-10	-1	-2	-100	-85	-200
14084	LAGOSDEMORENO	-1	No aplica	No aplica	-3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-1.5	No aplica	No aplica	No aplica	-4	-2.5	-0.8	20	0.4	No aplica	No aplica	-50
14084	LAGOSDEMORENO	-1	-50	-0.5	-3	-3	-1.5	-4	2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-1.5	2	5	-3.5	-4	-2		15	0.5	-100	30	-50
14114	LAGOSDEMORENO	-4	85	0.2	-0.5	2	0.2	-0.5	2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	0.5	9	18	1.2	4.5	0.5	2	52	-1.2	10	75	50
14114	LAGOSDEMORENO	-6	75	0.3	-0.5	2	0.5	-0.5	2.2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	1.2	10	24	2.7	26	1	2	35	-2	45	50	50
14047	OCOTLÁN	0.2	140	-0.8	-0.2	3	-2	-2	-1.5	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	4.5	-25	-35	-2	-8	-3	-6	20	-4	-50	-30	-210
14116	PUERTO VALLARTA	No aplica	-55	-8	0.25	1.2	-1.2	-1.2	-0.3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	0.4	-28	-20	0.4	3.5	2.2	2	-70	-4	30	140	10
14081	PUERTO VALLARTA	No aplica	-2	-14	0.1	0.8	0.5	0.1	1	-2.5	-1.5	-1	9	3.5	-8	0.3	5	5	3	-1	2	-1	5	-1	100	-20	100
14147	TEPATITLÁN	-0.2	-15	0.3	0.08	2.8	1.8	3.3	4.8	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	-2.5	23	25	1	-5	-2.5	-5	-32	-3	25	40	-170
14087	TEPATITLÁN	-4	45		0.1		0.25		-0.2	-6	-5	2.5	10		4	0.6	2	-1	0.2	-7	-3	-7	50	-2.5	-30	-8	-180



### • Interpretación de los Resultados por región

**Región Norte:** En esta región representada por las ciudades de Bolaños y Colotlán, se evidenció que los cambios en los patrones de temperatura se reflejaron en el incremento de los días de heladas hasta de 27 días, el incremento de días de

Esto nos refleja que el aumento de temperatura está asociado a un descenso de humedad y precipitación durante los últimos 30 años.

verano es de alrededor de hasta 25 días. Se observa un incremento de hasta 16 días de las noches tropicales y disminución en la duración de la estación de cultivo de hasta 4.5 días, la temperaturas media máxima de las máximas disminuye hasta 4 °C, mientras que la máxima mínima hasta 8 °C, las mínimas máximas incremento hasta 3 °C y mínimas disminuye hasta 4 °C, estas variaciones se reflejan en que el rango diurno de temperatura tiene incrementos de hasta 5.7 °C. Esto se puede interpretar como evidencia de incrementos de temperatura que se reflejan en cambio en las condiciones de los días y noches. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa variaciones en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días de -45 a 26 mm, en la intensidad diaria de -2 a 6.5 mm/día, sin embargo en los días de precipitación intensa y muy intensa estos presentan variaciones de -8 a 10 mm, aumento en los días secos y descenso de días húmedos, variaciones positivas y negativas en los días muy húmedos y extremadamente húmedos de entre -150 hasta 300 mm y descenso de hasta 250 mm en la precipitación total de días húmedos. Esto nos refleja que el aumento de temperatura está asociado a un descenso de humedad y precipitación durante los últimos 30 años.

Este comportamiento nos muestra que la zona costera norte está controlada por la alta humedad que existe en esta región, asociada a las zonas selváticas y boscosas que la rodean permiten tener cambios de temperaturas hasta el momento moderadas, con un incremento en la precipitación de una manera gradual y no de manera torrencial e intempestiva como podría ser el caso de la región Norte del Estado durante los últimos 30 años.

**Región Altos:** En esta región representada por las ciudades de Lagos de Moreno, Tepatitlán y Encarnación de Díaz, se evidencia que los cambios en los patrones de temperatura se reflejan en un descenso de los días de heladas a excepción de Encarnación de Díaz (ED) que muestra un incremento importante de 16 días, sin embargo el incremento de días de verano es de alrededor de hasta 85 días a excepción de ED que disminuye en 20 días. Se observa un ligero incremento de menos de un día de las noches tropicales y disminución en la duración de la estación de cultivo de entre 3 a 4.5 días, la temperaturas media máxima de las máximas se incrementó hasta 2.8 °C, mientras que la máxima mínima hasta 1.8 °C, las mínimas máximas disminuye en hasta 10 °C en ED y mínimas se incre-

menta hasta 4.8 °C a excepción de ED donde disminuye hasta 2 °C, estas variaciones se reflejaron en que el rango diurno de temperatura tiene variaciones de -2.5 a 1.2 °C. Esto se puede interpretar como evidencia de incrementos de temperatura en esta zona que se reflejan en cambio en las condiciones de los días y noches de esta zona. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa incremento en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días, en la intensidad diaria, sin embargo en los días de precipitación intensa y muy intensa estos presentan descenso de hasta 7 mm, aumento en los días se-

cos y descenso de días húmedos, variaciones positivas y negativas en los días muy húmedos y extremadamente húmedos y descenso de hasta 180 mm en la precipitación total de días húmedos. Esto nos refleja que el aumento de temperatura está asociado a un descenso de humedad y precipitación durante los últimos 30 años.

**Región Costa Norte:** En esta región representada por la ciudad de Puerto Vallarta, se evidencia que los cambios en los patrones de temperatura se reflejan en un descenso en el número de días de verano en casi 55 días. Se observa un descenso de hasta 14 días de las noches tropicales y de la duración de la estación de cultivo en menos de un día, la temperaturas media máxima de las máximas se incrementa en 0.8 °C, mientras que la máxima mínima de 0.5 °C, las mínimas máxima de 0.1 °C y mínima de 1 °C lo que se refleja en que el rango diurno de temperatura se incrementa en 0.4 °C. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa descenso en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días, en cuanto a la intensidad diaria esta muestra incrementos de hasta 3 mm/día, en los días de precipitación intensa y muy intensa hay incrementos de 3.5 y 2.2 mm, descenso en los días secos y días húmedos, e incremento en los días muy húmedos de 100 y de 130 en los extremadamente húmedos y aumento 100 mm en la precipitación total de días húmedos. Este comportamiento nos muestra que **la zona costera norte está controlado por la alta humedad que existe en esta región, asociada a la zona selvática y boscosa que la rodea lo que permite tener cambios de temperaturas hasta el momento moderadas, con un incremento en la precipitación de una manera gradual y no de manera torrencial e intempestiva como podría ser el caso de la región Norte del Estado durante los últimos 30 años.**

**Región Costa Sur:** En esta región representada por las ciudades de Autlán y Cihuatlán, se evidencia que los cambios en los patrones de temperatura se reflejan en un incremento mínimo de los días de heladas de 0.2 días, sin embargo el incremento en el número de días de verano es casi 5 días. Se observa un descenso de hasta 80 días de las noches tropicales y de la duración de la estación de cultivo en menos de un día, la temperatura media máxima de las máximas se incrementa en 1.5 °C, mientras que la máxima mínima desciende hasta 1.8 °C, las mínimas máxima aumenta hasta en 3 °C y la mínima desciende hasta 4 °C lo que se refleja en que el rango diurno de temperatura varía de -3 en Autlán hasta 2.2 °C en Cihuatlán. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa incremento en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días de 40 y 80 días respectivamente, en cuanto a la intensidad diaria esta muestra incrementos de hasta 4 mm/día, en los días de precipitación intensa y muy intensa hay incrementos de 1 y 2 mm, descenso en los días secos y días húmedos, e incremento en los días muy húmedos de 100 y de 90 en los extremadamente húmedos y aumento 150 mm en la precipitación total de días húmedos. Este comportamiento nos muestra que la zona costera norte está controlada por la alta humedad que existe en esta región, asociada a las zonas selváticas y boscosas que la rodean permiten tener cambios de temperaturas hasta el momento moderadas, con un incremento en la precipitación de una manera gradual y no de manera torrencial e intempestiva como podría ser el caso de la región Norte del Estado durante los últimos 30 años.

**Región Ciénega:** En esta región representada por la ciudad de Ocotlán, se evidenció que los cambios en los patrones de temperatura se reflejaron en un incremento mínimo de los días de heladas, sin embargo el incremento de días de verano es de casi 140 días. Se observa un descenso de menos de un día de las noches tropicales y de la duración de la estación de cultivo, la temperatura media máxima de las máximas se incrementó en 3 °C, mientras que la máxima mínima y las mínimas máxima y mínimas tuvieron un descenso lo que se refleja en que el rango diurno de temperatura se incrementara en 4.5 °C. Esto se puede interpretar como evidencia de incrementos de temperatura en esta zona que se reflejan en

Esto pudiera explicar que las variaciones de temperatura en esta zona que se reflejan en cambio en las condiciones de los días y noches se deban en parte al posible cambio climático y a las condiciones propias de una ciudad media

cambios en las condiciones de los días y noches de esta zona. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa descenso en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días, en la intensidad diaria, en los días de precipitación intensa y muy intensa, aumento en los días secos y descenso de días húmedos, muy húmedos y extremadamente húmedos y descenso de 210 mm en la precipitación total de días húmedos. Esto nos

refleja que el aumento de temperatura está asociado a un descenso de humedad y precipitación durante los últimos 30 años.

**Región Sur:** En esta región representada por Ciudad Guzmán, se evidencia que los cambios en los patrones de temperatura se reflejan en el incremento de 0.6 días de heladas y de 60 días de verano. Sin embargo se observa un descenso de cinco días de las noches tropicales sin cambios importantes en la duración de la estación de cultivo, la temperatura media máxima de las máximas, máxima mínima y la mínima máxima descendieron entre 2 y 2.5 °C, mientras que la mínima tuvo un incremento de 4 °C lo que se reflejó en que el rango diurno de temperatura incrementa en alrededor de 3.0 °C. Esto pudiera explicar que las variaciones de temperatura en esta zona que se reflejan en cambio en las condiciones de los días y noches se deban en parte al posible cambio climático y a las condiciones propias de una ciudad media. En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa incremento en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días, aunque la intensidad diaria muestra descenso 2 mm/día, sin embargo se registra un descenso en la cantidad de días de precipitación intensa y muy intensa, descenso de los días secos hasta valores de 30 días y descenso de menos de un día de días húmedos, incrementos en los días muy húmedos y extremadamente húmedos de entre 20 y 40 días e incremento de hasta 50 mm en la precipitación total de días húmedos. Esto nos refleja que las precipitaciones se han vuelto con poca intensidad y más duración. Al igual que en otras regiones los cambios de temperatura están asociados al cambio de los patrones de precipitación que se presentaron en la región durante los últimos 30 años.

**Región Centro:** En esta región representada por la ciudad de Guadalajara, se evidencia que los cambios en los patrones de temperatura se reflejan en que no hay cambios significativos en el número de días de heladas, sin embargo se observa un descenso de los días de verano. Se observa un incremento de dos

días de las noches tropicales sin cambios importantes en la duración de la estación de cultivo, la temperatura media máxima de las máximas descendieron en 3 °C, mientras que la máxima mínima y las mínimas máxima y mínimas tienen un incremento lo que se refleja en que el rango diurno de temperatura descienda en alrededor de 4.0 °C. Esto pudiera explicar que **las variaciones de temperatura en esta zona, que se reflejan en cambios en las condiciones de los días y noches se deban a dos factores por una parte al posible cambio climático y por otro lado a la gran modificación del entorno que en el día provoca que se absorba y refleje al ambiente mayor cantidad de calor y por lo tanto de temperatura y que por la noche, se elimine dicho calor de manera más rápida debido a la alta densidad de calles pavimentadas (asfalto y concreto hidráulico), así como la gran pérdida de áreas verdes que juegan el papel de reguladores del clima, provocando que dentro de la ciudad el clima sea cada vez más extremo.** En cuanto a los indicadores relacionados a la humedad y precipitación se observa incremento en la cantidad de precipitación presentada en un día y en 5 días, en la intensidad diaria, sin embargo se muestra un descenso en la cantidad de días de precipitación intensa y muy intensa, aumento en los días secos y descenso de días húmedos, e incrementos en los días muy húmedos y extremadamente húmedos e incremento de hasta 300 mm en la precipitación total de días húmedos. Esto refleja que las precipitaciones se han vuelto más intensas y puntuales quizás debido a la influencia de la gran tasa de urbanización de la ciudad. Sin embargo, los cambios de temperatura están asociados al cambio de los patrones de precipitación que se presentaron en la región durante los últimos 30 años.

#### 2-1-4 Escenarios climáticos mediante PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies): escenarios regionales y locales del Estado de Jalisco a 2030, 2050 y 2080.

##### • Metodología

La principal herramienta para la prospección del clima son los denominados Modelos de Circulación General (MCG). Un MCG es una representación espacial y temporal aproximada de los principales procesos físicos que ocurren en la atmósfera y de sus interacciones con el resto de componentes del sistema climático. Estos modelos se basan en datos históricos para conocer qué efectos producen

Los escenarios son el resultado de aplicar sobre estos modelos diferentes estimaciones en cuanto a estrategias de mitigación y lucha contra el cambio climático.

sobre el clima cambios en las distintas variables observadas (principalmente las emisiones de CO<sub>2</sub>) y poder así extrapolarlos al futuro.

Los escenarios son el resultado de aplicar sobre estos modelos diferentes estimaciones en cuanto a

estrategias de mitigación y lucha contra el cambio climático. Los más conocidos son los recogidos por el IPCC en sus Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones.

Por su lado los modelos climáticos regionales (MCR's) tienen como función fundamental la de lograr predicciones climáticas de resoluciones sensiblemente

mayores que las alcanzadas por los MCG's. Esto permite realizar investigaciones con estos modelos en diferentes regiones del mundo utilizando como condiciones de frontera las salidas de modelos de escala global. Esto es importante en las regiones con orografía compleja, donde el forzamiento de mesoescala cobra importancia especial (como es el caso de México).

El modelo global (MCG's) es capaz de reproducir los fenómenos característicos de gran escala relacionados con la circulación atmosférica, mientras que el modelo regional (MCR's) es capaz de describir la circulación a pequeña escala resultado de la interacción entre los flujos de la gran escala y la topografía de alta resolución y otros mecanismos de forzamiento dinámicos y termodinámicos.

Para la obtención de los datos proporcionados en este reporte, se empleó el modelo PRECIS (Providing REgional Climates for Impact Studies), desarrollado por el Hadley Center del Reino Unido, en un dominio que abarca todo el occidente de la República Mexicana con una resolución de 25 km (la mayor proporcionada por el programa) y en corridas que van desde el año 2000 hasta el 2090.

El PRECIS es un sistema modelador del cambio climático, crea escenarios de cambio climático los cuales pueden ser usados para impactar, concientizar y adaptar estudios.

El PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies,) es un sistema modelador del cambio climático desarrollado por el Hadley Center for Climate Prediction and Research de la oficina de Meteorología de Reino Unido, ha sido desarrollado para ayudar a generar información referente al cambio climático con una cantidad considerable de información, en una cantidad también considerable de regiones. Crea escenarios de cambio climático los cuales pueden ser usados para impactar, concientizar y adaptar estudios.

El National Oceanic Atmospheric Administration es una agencia que se dedica a diversas áreas de investigación, para estudios donde está incluido por supuesto lo referente al cambio climático. El PRECIS toma como insumo la base de datos ECHAM4 (base de datos británica) el cual arroja escenarios climáticos.

El modelo regional utilizado en ambos experimentos fue el HadRM3P, que se basa en el Modelo de Circulación General HadCM3; mientras que los datos iniciales y de condiciones de frontera (los cuales incluyen las concentraciones de gases previstas por cada escenario) son proporcionados por el MCG Echam4 en el caso del SRES A2 de 1250 ppm al año para el 2010 y que asume cambios tecnológicos fragmentados y más lentos; y del MCG HadCM3Qo en el caso del SRES A1B de 850 ppm y que asume utilización equilibrada de fuentes fósiles y alternativas.

El modelo proporciona una gran cantidad de parámetros sin embargo únicamente se analizan los siguientes:

- Temperatura Superficial
- Temperatura a 1.5 m
- Humedad relativa
- Humedad relativa a 1.5 m
- Factor de disponibilidad de humedad de suelo

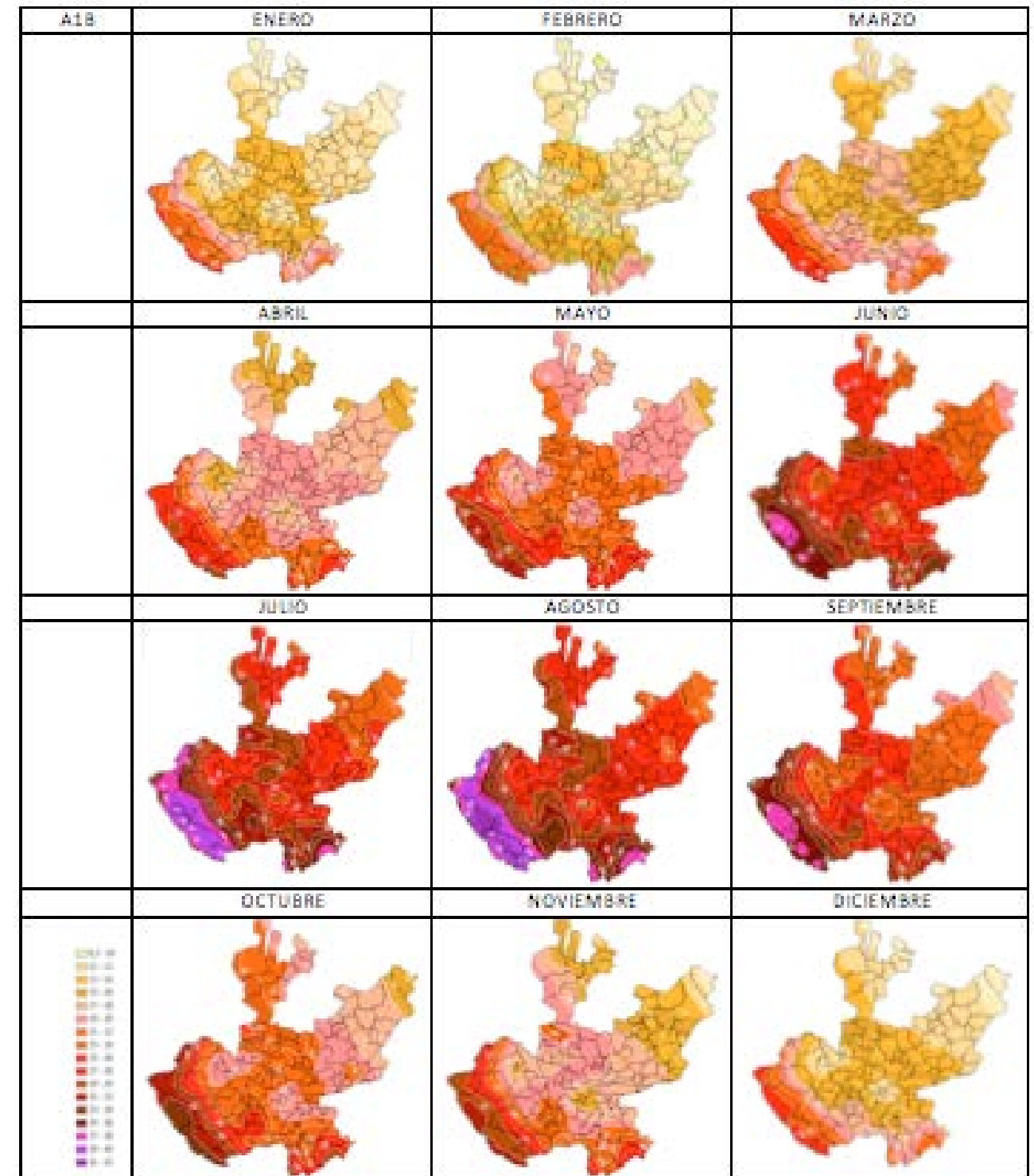
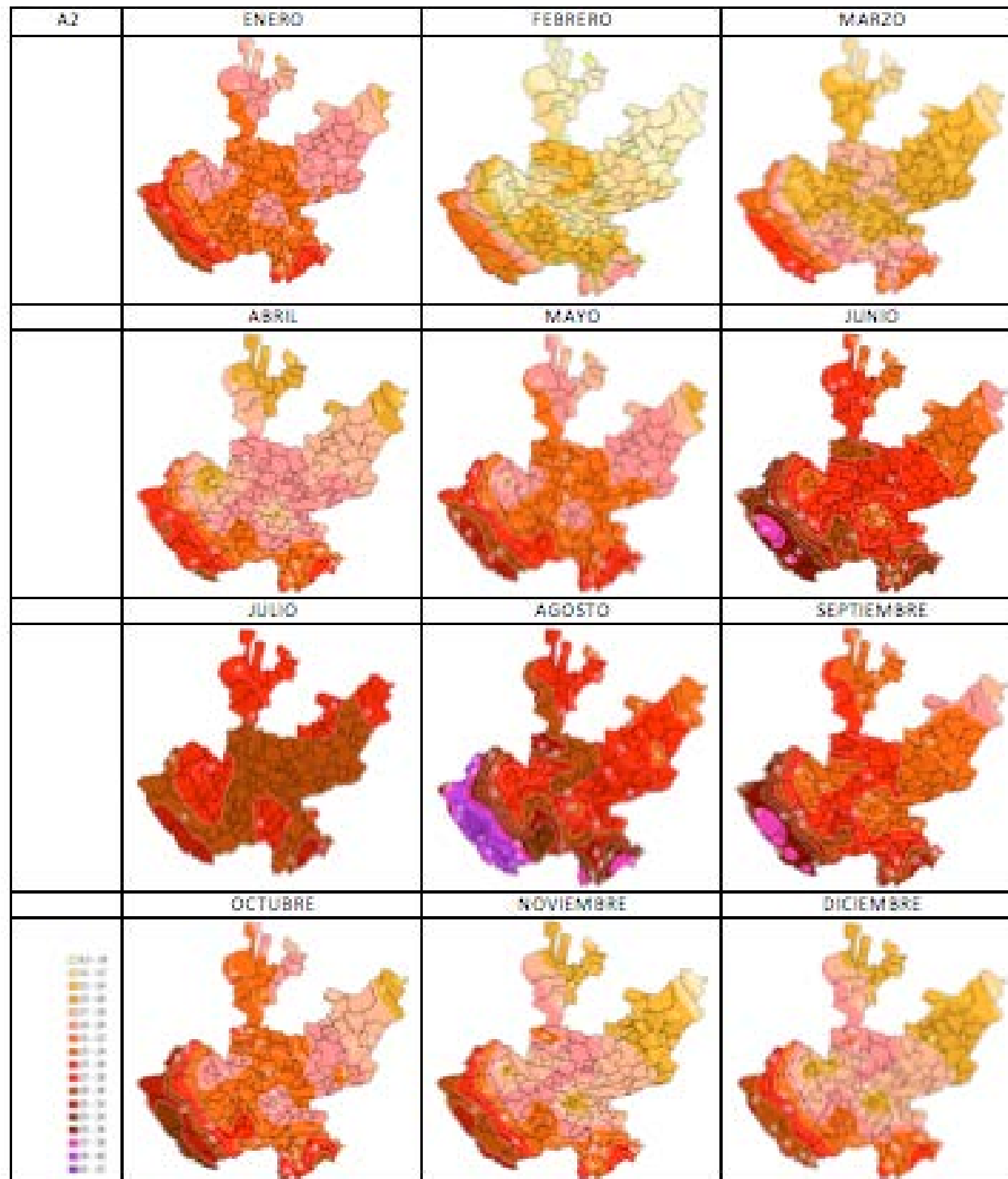


Figura 24: Comportamiento de la temperatura promedio de enero a diciembre al 2080 para el escenario A1B.

Temperatura al interior del suelo



Velocidad de precipitación total

Figura 25: Comportamiento de la temperatura promedio de enero a diciembre al 2030 para el escenario A2.

Se obtienen escenarios a nivel estatal y posteriormente se analizan 11 poblaciones de las diferentes regiones del estado considerados de importancia en el cambio de los parámetros climáticos, dichas poblaciones son:

- Región Norte: Colotlán y Bolaños
- Región Altos: Encarnación de Díaz, Lagos de Moreno y Tepatlán
- Región centro: Guadalajara
- Región Ciénega: Ocotlán
- Región Sur: Cd. Guzmán
- Región Costa Norte: Puerto Vallarta
- Región Costa Sur: Cihuatlán y Autlán

• Comportamiento regional de diferentes parámetros meteorológicos frente al cambio climático en el Estado de Jalisco (resultados)

Los resultados se muestran primero dando una tendencia general del Estado a los cambios de los parámetros obtenidos, para posteriormente hacer un análisis más a detalle de las ciudades más características de las diferentes regiones del Estado de Jalisco. Cuando las tendencias de dos ciudades de la misma región son similares se muestran a manera de ejemplo solo una de ellas.

Para estimar de manera general los impactos más importantes de la temperatura de aire y suelo, humedad de aire y suelo, y velocidad de precipitación se realiza la comparación mensual durante todo el año (enero a diciembre) para identificar los rasgos más significativos de las estaciones de estiaje y de temporal en los dos escenarios proyectados A1B y A2 (a manera de ejemplo se muestra el comportamiento de la temperatura en las Figuras 24 y 25, los demás parámetros presentan las mismas tendencias, por lo que no es necesario presentarlos todos). En base a esto se determina que los meses más representativos del año son el mes de enero (estiaje) y julio (temporal), se incluye en el análisis el mes de diciembre como el mes de transición entre las dos estaciones.

**NOTA:** Hay que recordar que de acuerdo a la validación de los escenarios de PRECIS mediante el reanálisis (capítulo siguiente) se encuentra que existe una sobreestimación de la temperatura de alrededor de  $1.7 \pm 0.3$  °C.

TEMPERATURA

Posteriormente se realiza un análisis comparativo entre los meses de enero (estiaje), julio (temporal) y diciembre (transición entre los dos escenarios proyectados A1B (850 ppm) y A2 (1250 ppm); finalmente se realiza el análisis comparativo entre los años 2030, 2050 y 2080. Éstos fueron realizados para las variables temperatura de aire y suelo, humedad relativa de aire y suelo y velocidad de precipitación.

## • Resultados

### 1. De acuerdo al comportamiento general del Estado de Jalisco los resultados más importantes son:

La temperatura del aire en los dos escenarios propuestos irán aumentando progresivamente. Para el 2080 se estiman incrementos de temperatura hasta 42 °C en las costas y de hasta los 32 °C en el resto del estado en ambos escenarios A1B y A2. En el escenario A2 los incrementos serán de manera general mientras que en el A1B serán más fraccionados.

La temperatura del aire en los dos escenarios propuestos irán aumentando progresivamente. Para el 2080 se estiman incrementos de temperatura hasta 42 °C en las costas y de hasta 32 °C en el resto del estado en ambos escenarios A1B y A2.

**La humedad** HR relativa mostrará disminución del 2030 al 2080 en ambos escenarios. Sin embargo en las zonas costeras se incrementará la HR en el ambiente mientras que en el resto del estado disminuirán. Los incrementos de HR se presentarán en los meses de temporal y disminuyan de manera importante en los del estiaje.

**La temperatura** del suelo en los dos escenarios se incrementarán progresivamente. Para el 2080 se estiman incrementos de temperatura de hasta 40-42 °C en las costas y de hasta 32 °C en el resto del estado en ambos escenarios A1B y A2. En el escenario A2 los incrementos serán de manera general mientras que en el A1B serán más fraccionados.

La humedad del suelo al 2080 no irá más allá del 40% en la región de los Altos, mientras que el resto del estado presentará valores cercanos a 0% lo que representa sequía extrema.

**La humedad** del suelo mostrará disminución más importante que la del aire del 2030 al 2080 en ambos escenarios. La humedad del suelo al 2080 no irá más allá del 40% en la región de los Altos, mientras que el resto del estado presentará valores cercanos a 0% lo que representa sequía extrema. Los valores más altos se desplazaran a meses inusuales como

el mes de enero, mientras que julio típicamente más húmedo presentará valores muy bajos.

**La velocidad** de precipitación total disminuirá de manera extraordinaria entre el 2030 y el 2090. En el año 2030 se alcanzarán velocidades de 480 en la zona de los Altos. Sin embargo conforme se avance al 2050 y 2080 los valores disminuirán de manera significativa a valores entre 10 y 120 en los meses de temporal en las zonas costeras y los altos y valores muy bajos en el resto del estado en ambos escenarios.

### 2. Para el caso particular de la Zona Metropolitana de Guadalajara las conclusiones generales más importantes en el periodo 2000-2090 son las siguientes:

Se observa una tendencia continua al aumento, al año 2090 la temperatura media en la ZMG habrá aumentado en promedio unos 3°C en el escenario A1 y 3.6°C en el A2.

Se observa una tendencia continua al aumento, al año 2090 la temperatura media en la ZMG habrá aumentado en promedio unos 3°C en el escenario A1 y 3.6°C en el A2.

**La tendencia** de la humedad relativa anual es de incremento, aunque de una forma menos drástica y con un aumento para el 2090 de menos de 1.5% en el escenario A1 y un descenso de hasta 5 % en el A2.

**La intensidad** de precipitación anual, presenta un ligero aumento en promedio para el año 2090 en el escenario A1, y un ligero descenso en el A2.

**La temperatura** de suelo, presenta un aumento de casi 4°C al 2090 en el escenario A1 y 5 °C en el A2.

**La humedad** del suelo, muestra una tendencia al aumento de más de un 6% en el período 2000-2090 en el escenario A1 y un descenso importante de hasta 10 % en el A2.

### 3. El análisis de las estaciones de lluvias y de estiaje para la ZMG arrojaron las siguientes conclusiones:

El comportamiento de la temperatura en el temporal para el periodo 2000-2030, 2030-2050 y 2070-2090 muestra aumento sostenido, interrumpido por el periodo 2050-2070 donde se presenta un descenso de la misma en el escenario A1B, mientras que en el A2, se muestra un incremento constante de 0.7 °C en los periodos 2000-2030 y 2030-2050, para seguir un incremento de 2°C en el periodo 2050-2080 y un incremento de 1,5 en el periodo 2080-2100. La intensidad de la precipitación durante el temporal muestra durante los periodos 2000-2030, 2030-2050 y 2050-2070 un aumento de la intensidad de las precipitaciones. Por el contrario para 2070-2090 se observa una disminución significativa de este comportamiento en el escenario A1B, mientras que en el A2, se muestra un incremento en el periodo 2000-2030 y 2050-2080, y un descenso de estas en el periodo 2030-2050 y 2080-2100.

Durante el temporal las demás poblaciones de las distintas regiones del estado muestran la misma tendencia en los parámetros analizados.

El comportamiento durante el estiaje de los diferentes parámetros analizados muestra patrones similares al del temporal con la diferencia de que las temperaturas son extremosas y las humedades e intensidades de precipitación tienden a la baja en comparación con la estación lluviosa.

### 4. El análisis para los meses de julio y enero de las ciudades representativas de cada región en los escenarios A1B y A2 arrojan las siguientes conclusiones:

#### ZMG (Región Centro)

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en la ZMG, de 3°C para el temporal y 3.5 °C para el estiaje en el

escenario A1B y de 4°C para el temporal y 5.2 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 10% para el temporal y de 6% para el estiaje en el escenario A1B y descensos de 9% para el temporal y el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones se incrementa para después disminuir en el temporal, mientras que en el estiaje la tendencia es a la baja en el escenario A1B y descensos ligeros para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3°C para el temporal y de 3.7 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 4°C para el temporal y 6 °C para el estiaje en el escenario A2.

#### **Ciudad Guzmán (Región Sur)**

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Ciudad Guzmán de 3°C para el temporal y de 3.7 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 3.8°C para el temporal y 6 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 5% para el temporal y un descenso de 6% para el estiaje en el escenario A1B y descensos de 6% para el temporal y de hasta 15% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones se incrementa para después disminuir en el temporal, mientras que en el estiaje la tendencia es a la baja en el escenario A1B y descensos ligeros para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3°C para el temporal y de 3.7 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 4°C para el temporal y 6 °C para el estiaje en el escenario A2.

#### **Lagos de Moreno (Región Altos)**

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Lagos de Moreno es de 3.5°C para el temporal y de 3.4 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 5°C para el temporal y 5.5 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 6% para el temporal y un descenso de 6% para el estiaje en el escenario A1B y descensos de 5% para el temporal y de hasta 11% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones disminuye en el temporal y en el estiaje en el escenario A1B y descensos ligeros para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3.5°C para el temporal y de 3.6 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 5°C para el temporal y 5 °C para el estiaje en el escenario A2.

#### **Colotlán (Región Norte)**

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Colotlán es de 3.0°C para el temporal y de 3.8 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 5°C para el temporal y estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 7% para el temporal y un descenso de 7% para el estiaje en el escenario A1B y descensos de 3% para el temporal y de hasta 10% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones disminuye en el temporal y en el estiaje en el escenario A1B y descensos ligeros para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3°C para el temporal y de 4°C para el estiaje en el escenario A1B y de 4.5°C para el temporal y 5 °C para el estiaje en el escenario A2.

#### **Puerto Vallarta (Región Costa Norte)**

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Puerto Vallarta de 3.0°C para el temporal y de 3.2 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 2.5°C para el temporal y 5 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 3% para el temporal y un descenso de 4% para el estiaje en el escenario A1B y sin cambios para el temporal y descensos de hasta 10% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones aumentan en el temporal y disminuyen en el estiaje en el escenario A1B y aumentos ligeros para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3.7 °C para el temporal y de 3.3°C para el estiaje en el escenario A1B y de 2.6°C para el temporal y 5.5 °C para el estiaje en el escenario A2.

### Cihuatlán (Región Costa Sur)

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Puerto Vallarta es de 3.0°C para el temporal y de 3.5 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 5°C para el temporal y 5.2 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 6% para el temporal y de 8% para el estiaje en el escenario A1B y sin cambios para el temporal y disminución de hasta 4% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones aumenta en el temporal y disminuye en el estiaje en el escenario A1B y aumentos importantes para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3.6 °C para el temporal y el estiaje en el escenario A1B y de 3°C para el temporal y 5.5 °C para el estiaje en el escenario A2.

### Ocotlán (Región Ciénega)

1. La tendencia de la temperatura del aire es al incremento para el período 2000-2090 en Puerto Vallarta es de 3.0°C para el temporal y de 3.3 °C para el estiaje en el escenario A1B y de 5°C para el temporal y 5.3 °C para el estiaje en el escenario A2.

2. La humedad relativa tiene una tendencia de aumento moderado, llegando a ser un 8% para el temporal y disminución del 5% para el estiaje en el escenario A1B y descenso de hasta el 8% para el temporal y de hasta 10% en el estiaje en el escenario A2.

3. La intensidad de las precipitaciones aumentan de manera importante en el temporal y disminuyen en el estiaje en el escenario A1B y disminución ligera para el temporal y descensos altos para el estiaje en el escenario A2.

4. La temperatura del suelo aumenta gradualmente para llegar al final del período a valores entre 3 °C para el temporal y de 3.4 °C en el estiaje en el escenario A1B y de 5.2°C para el temporal y 5.8 °C para el estiaje en el escenario A2.

### 2-1-5 Validación de resultados de PRECIS mediante re-análisis

Para la validación de los resultados del software PRECIS se realizó un reanálisis de los datos proporcionados por el mismo en un periodo ya pasado, con los resultados reales en el mismo periodo a través de un protocolo denominado "reanálisis". Dicho reanálisis proporcionará la validación de los resultados de PRECIS.

Existen diversos modelos físico-matemáticos para el estudio del clima, donde se toman en cuenta tanto Modelos Climáticos Globales (MCG) como Modelos Climáticos Regionales (MCR). Del análisis, se plantean escenarios climáticos; es decir, representaciones probabilísticas, las cuales indican como serían los comportamientos del clima en una cantidad determinada de años, con base a datos

históricos. Como ejemplo del primero, se encuentra ECHAM4 A2 y B2 (A2 y B2, son "familias" de escenarios experimentales [1960-2100], donde la primera nos describe escenarios con un mundo heterogéneo, con una población en continuo crecimiento económico, el segundo, con menor crecimiento poblacional y desarrollo económico intermedio).

El periodo de análisis comprende 10 años los cuales son de 1980 a 1990, tomando desde el mes de Enero hasta Diciembre con un promedio de la temperatura mensual. El total de datos es de 120 por base (NOAA y ECHAM4). La región comprende entre 118 °W a 80 °W latitud oeste y de 32.3 °N a 6 °N longitud norte para la primera región (región grande) 118 °W a 85 °W latitud oeste y de 32.3 °N a 15 °N longitud norte en el caso de la segunda región (región media) y por último 96.6 °W a 110 °W latitud oeste a 23.8 °N a 16.4 °N longitud oeste para la tercer región (región chica) (Fig. 26).

Figura 26: Regiones de comparación de reanálisis de resultados de NOAA y PRECIS.

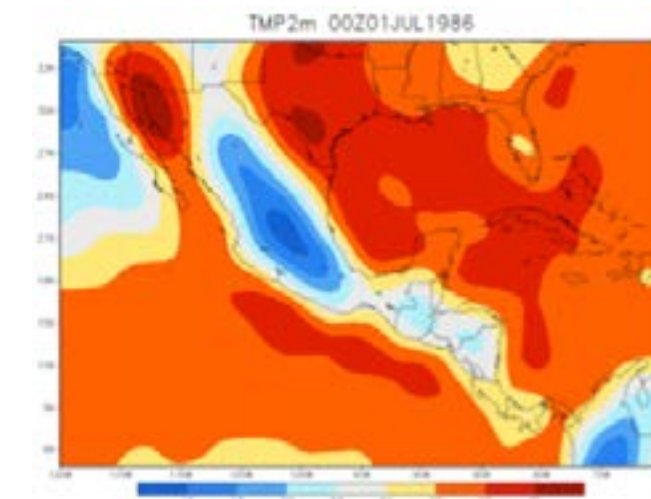
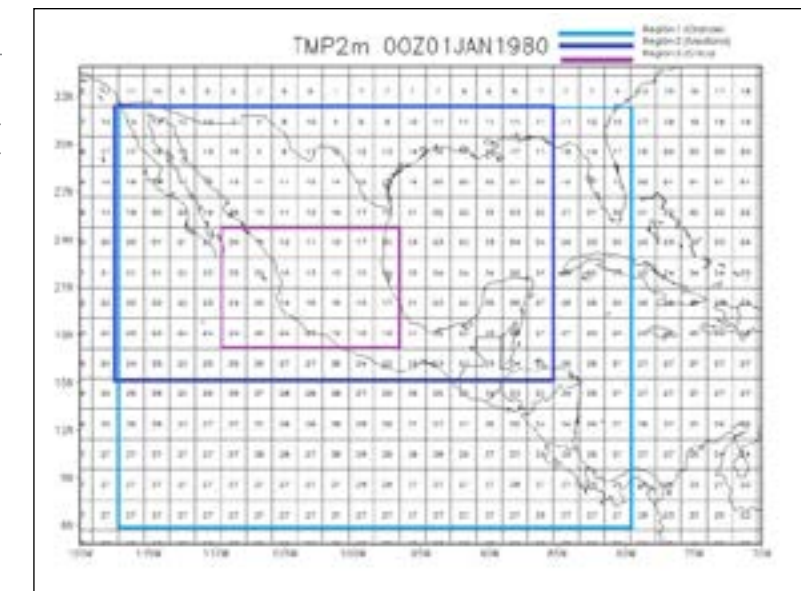


Figura 26.1: Imagen de NOAA JUL1986

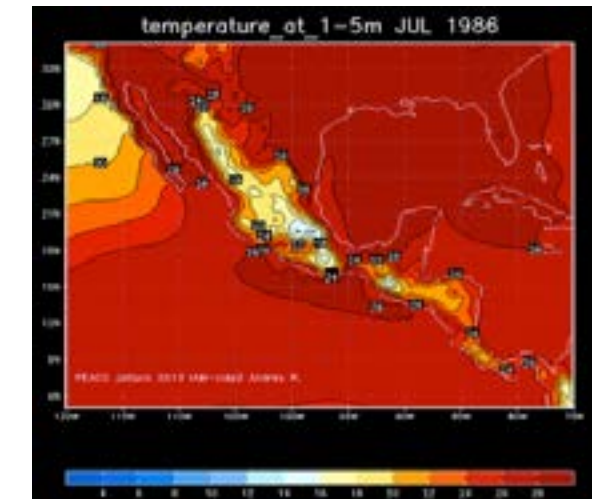


Figura 26.2: Imagen de PRECIS JUL1986

Así mismo el tamaño de rejilla de NOAA es de 2°, el insumo arrojado por el PRECIS es de 0.44° por lo que 16 rejillas de PRECIS corresponden a 1 de NOAA, por lo tanto se comparan tanto periodos como tamaño de región similares.

Se han seleccionado 10 años de estudio comprendidos entre enero de 1980 y diciembre de 1989 divididos mensualmente; con lo cual, obtiene una cantidad de 120 en toda región comprendida es la República Mexicana. Dichos datos son la misma cantidad para ambos sistemas.

Haciendo el análisis por regiones se observa una sobrestimación de la temperatura máxima media

Dado que una imagen no es suficiente para determinar la veracidad de similitud de los 2 modelos se realiza una prueba de hipótesis para determinar la igualdad de las medias de las funciones. Haciendo el análisis por regiones se observa una sobrestimación

de la temperatura máxima media, de tal manera que si afinamos las regiones (ejemplo el estado de Jalisco) se puede calcular el valor de esas diferencias, los cuales oscilan alrededor de  $1.7 \pm 0.3$  grados.

En la figura 26.3 y cuadros 1,2 y 3 se muestra información obtenida de la prueba de hipótesis: De la prueba se determina que no existen pruebas significativas para determinar que los modelos son iguales. Esta diferencia se le atribuye a que las resoluciones son diferentes, se detectó con el NOAA los valores son más suavizados a comparación del ECHAM donde valores son más finos. Del movimiento de la variable se detecta que siguen la misma tendencia, para fines prácticos se encuentra que es factible su utilización dada la poca distancia entre ellas, esto es, dado que los datos muestran un comportamiento en la misma dirección pero con el aspecto de sobreestimación por parte de PRECIS para las temperaturas de los periodos cálidos, se considera utilizable.

Si se aplica PRECIS para análisis a futuro, el analista debe tener en cuenta que en los escenarios contemplados tendrán valores más elevados; es decir, los valores altos y bajos tendrán temperaturas más altas con respecto al valor dado por el PRECIS. Asimismo se observa que las tendencias son exactas en lo que respecta a la dirección de las temperaturas.

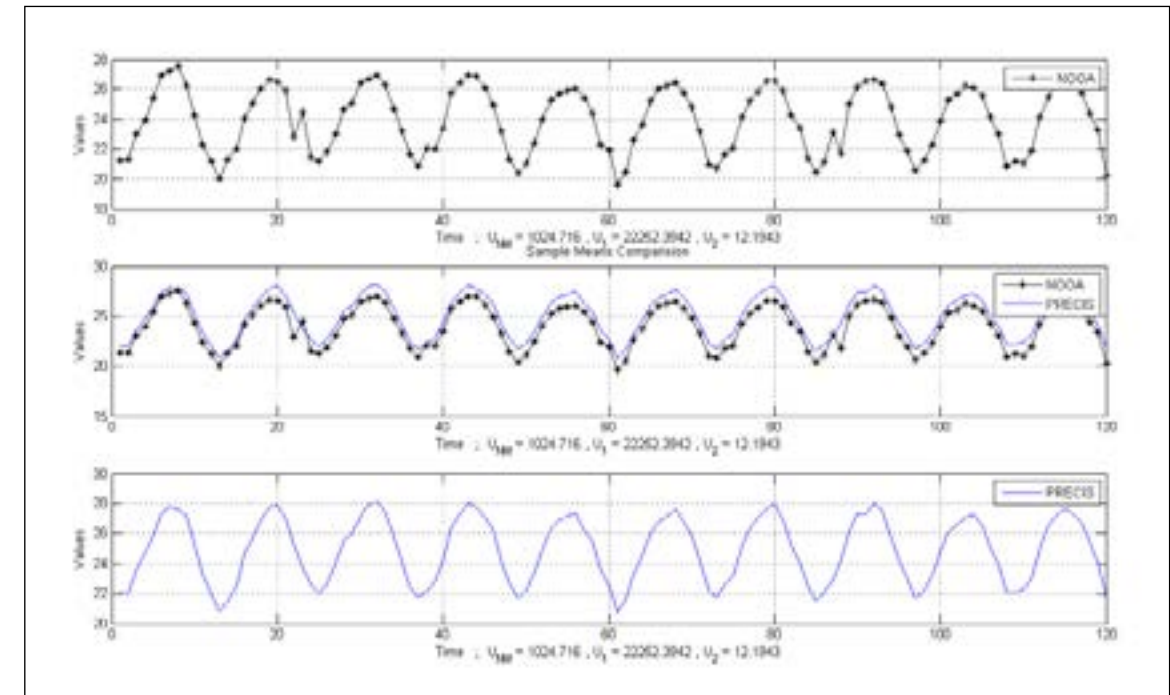


Figura 26.3: Series de tiempo

Cuadro 1: Resultados 1er región

Estadístico	Valor
Desviación Estándar	43.19
Estadístico de Prueba	4.91
Nivel de Significancia al 95 %	1.9599
Intervalo Inferior	1015.0
Intervalo Superior	17 020.2
Estadístico	1024.7

Cuadro 2: Resultados 2da región

Estadístico	Valor
Desviación Estándar	43.19
Estadístico de Prueba	-5.02
Nivel de Significancia al 95 %	1.9599
Intervalo Inferior	984.41
Intervalo Superior	989.59
Estadístico	980.37

Cuadro 3: Resultados 3er región

Estadístico	Valor
Desviación Estándar	43.19
Estadístico de Prueba	4.91
Nivel de Significancia al 95 %	1.9599
Intervalo Inferior	1015.0
Intervalo Superior	17 020.2
Estadístico	17 024.7



## 2-1-6 Escenarios de nivel del mar

### • Introducción

De acuerdo al informe del 2013 del IPCC existen evidencias acerca del incremento gradual del nivel del mar durante el siglo XX y lo que va del XXI con respecto a los últimos 2000 años. Las conclusiones más importantes del informe 2013 del IPCC en cuanto al incremento del nivel del mar son los siguientes:

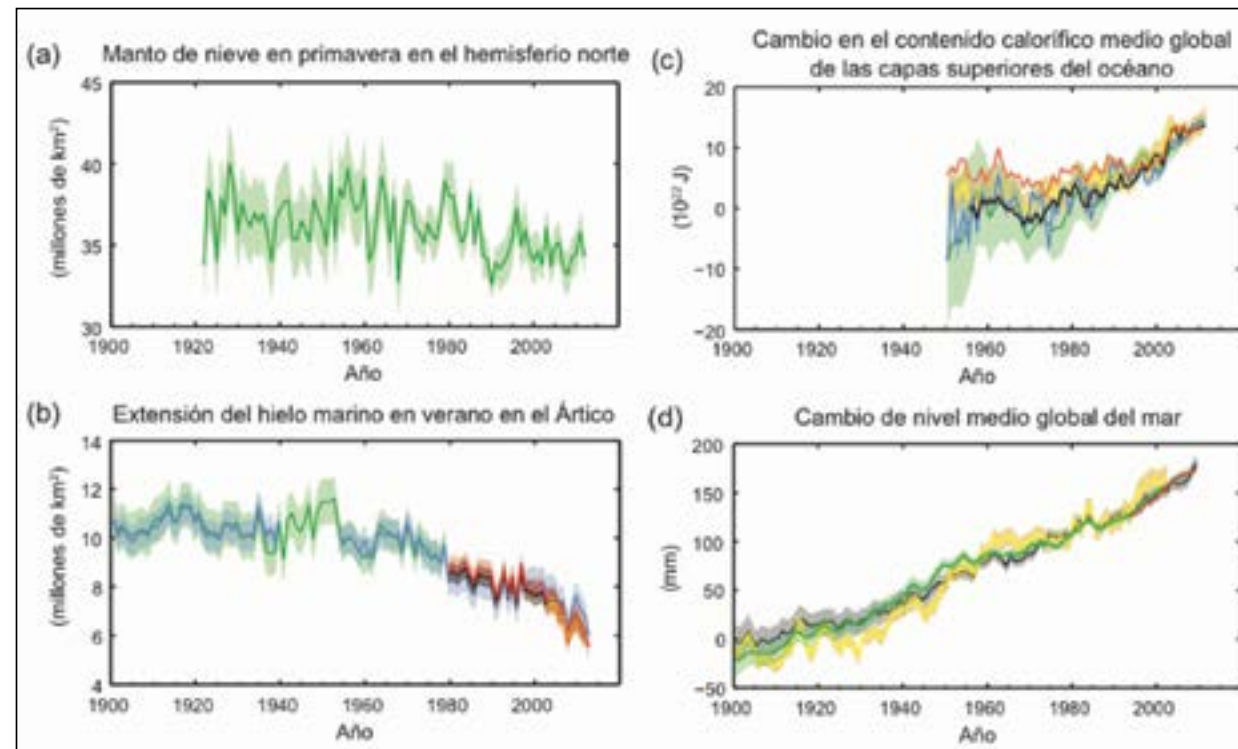


Figura 27: Indicadores de cambio climático global observados: (a) Extensión promedio de cubierta de nieve del hemisferio norte, durante marzo y abril (primavera); (b) extensión promedio de hielo del mar Ártico, julio-agosto-septiembre (verano); (c) cambios en el promedio global en el océano superior de contenido de calor (0–700 m) alineado a 2006–2010 y en relación con la media de todos los conjuntos de datos de 1970; (d) nivel del mar promedio global en relación con la media 1900–1905 del conjunto de datos más larga y con todos los conjuntos de datos alineados al mismo valor en 1993, primer año de datos de altimetría satelital. Todas las series de tiempo (líneas de colores indicando diferentes conjuntos de datos) muestran valores anuales, y donde se evalúa, las incertidumbres se indican mediante sombreado de color. IPCC 2013

La tasa de aumento del nivel del mar desde los mediados del siglo XIX ha sido mayor que la tasa media durante los dos milenios anteriores (confianza alta). Durante el período 1901–2010, nivel medio mundial del mar aumentó 0.19 [0.17 a 0.21] m (ver figura 27).

Mediciones instrumentales y proxy de los datos del nivel del mar indican una transición en los finales del siglo XIX a principios del siglo XX, de relativamente bajas tasas promedios de incremento del nivel del mar en los dos milenios anteriores a tasas más altas de elevación (confianza alta). Es probable que la tasa de incremento del nivel medio global del mar ha seguido aumentando desde principios del siglo XX.

Es muy probable que la tasa media de promedio global del incremento del nivel del mar era de 1.7 mm a<sup>-1</sup> [1.5 a 1.9] entre 1901 y 2010, 2.0 mm a<sup>-1</sup> [1.7 a 2.3] entre 1971 y 2010 y 3.2 mm a<sup>-1</sup> [2.8 a 3.6] entre 1993 y 2010. Datos de mareógrafos y altímetros satélite son consistentes con respecto a la tasa más alta del último período. Es probable que igualmente altas tasas ocurrieron entre 1920 y 1950.

Desde la década de 1970, la pérdida de masa glaciar y expansión térmica del océano por calentamiento combinado explican alrededor del 75% del incremento medio global observado en el nivel del mar (confianza alta). Durante el período 1993–2010, el incremento medio global del nivel del mar, con alta confianza, consiste en la suma de las contribuciones de expansión térmica del océano debido al calentamiento (1.1 mm a<sup>-1</sup> [0.8 a 1.4]), de los cambios en los glaciares (0.76 mm a<sup>-1</sup> [0.39 a 1.13]), del deshielo de la placa de Groenlandia (0.33 mm a<sup>-1</sup> [0.25 a 0.41]), de hielo antártico (0.27 mm a<sup>-1</sup> [0.16 a 0.38]) y del almacenamiento de agua de la tierra mm a<sup>-1</sup> (0.38 [0.26 a 0.49]). La suma de estos aportes es 2.8 mm a<sup>-1</sup> [2.3 a 3.4].

Se estima una muy alta confianza en que el nivel del mar promedio global máximo durante el último período interglaciar (129,000 a 116,000 años) fue, por varios miles de años, por lo menos 5 m superior a la actual y se estima con una alta confianza que no excedió 10 m por encima del presente. Durante el último período interglaciar, el hielo de Groenlandia muy probablemente contribuyó entre 1.4 y 4.3 m al mayor nivel global medio del mar, lo que implica con confianza media que existió un aporte adicional de la capa de hielo antártica. Este cambio en el nivel del mar se produjo en el contexto del forzamiento orbital diferente y con una temperatura superficial de alta latitud, promediada sobre varios miles de años, de al menos 2°C más caliente que la actual (confianza alta).

El incremento del nivel del mar no es uniforme para todo el planeta. En muchas regiones este ha sido mayor que el global, mientras que en algunas regiones se ha registrado un descenso. La falta de uniformidad se debe tanto a la expansión térmica como al aporte del deshielo de los glaciares sobre los continentes, como a cambios en la circulación oceánica y a procesos geológicos en las plataformas continentales que bordean los océanos. De acuerdo al informe del IPCC (2007) las mediciones por altimetría satelital proporcionan una evidencia sin ambigüedades sobre la variabilidad regional en los cambios del nivel del mar. Las observaciones que tenemos a escala global sobre el ascenso del nivel del mar fundamentan las siguientes afirmaciones:

1. El nivel del mar está subiendo con una gran certidumbre (más de un 99% de probabilidad) y como resultado de esta subida se van a inundar zonas costeras en el supuesto que no se tomen medidas adecuadas.
2. Es muy posible que se incremente la erosión costera como respuesta a esta subida del nivel entre 0 a 2 m sobre el nivel del mar y es altamente probable (más del 99% de probabilidad), especialmente en aquellas regiones que se encuentren playas, islas barrera y partes frontales de deltas desaparezcan por procesos erosivos asociados a este ascenso del nivel del mar.

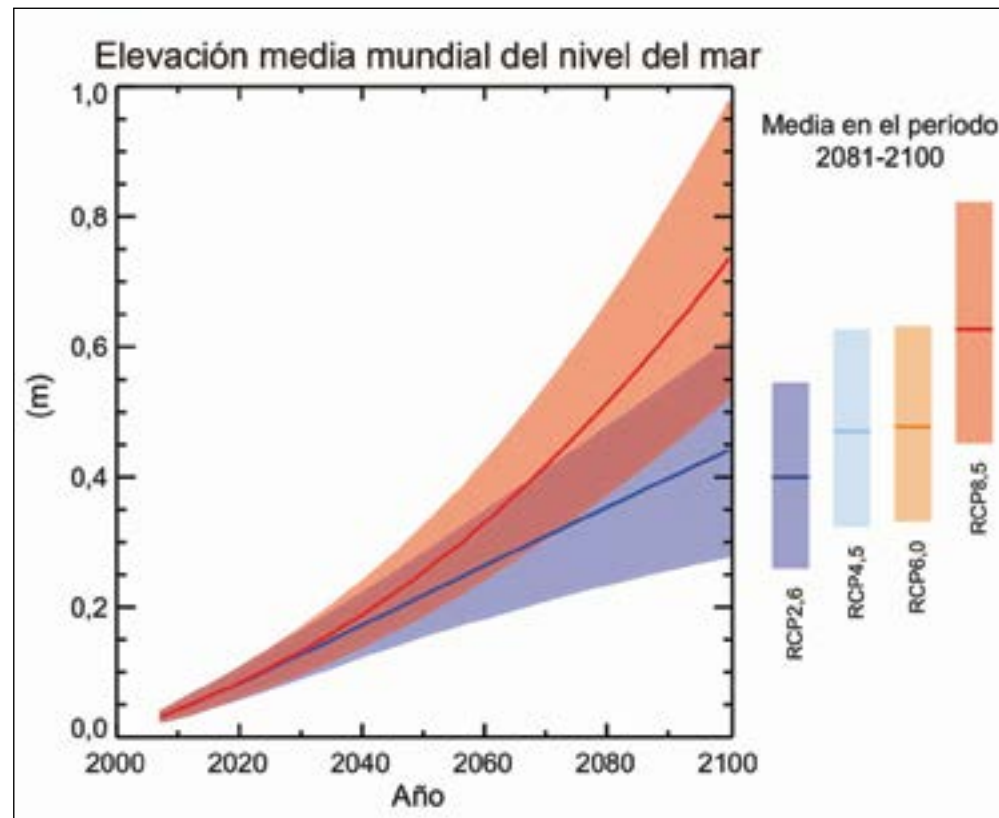


Figura 28: Las proyecciones del nivel global del mar se levantan sobre el siglo XXI en relación con 1986–2005 de la combinación del conjunto CMIP5 con modelos basados en procesos, para RCP2.6 y RCP8.5. La gama probable evaluada se muestra como una banda sombreada. Los rangos probables evaluados para la media durante el período 2081–2100 para todos los escenarios de RCP son dados como barras verticales de colores, con el correspondiente valor mediano dado como una línea horizontal.

3. Es muy posible (99% probabilidad) que humedales y esteros actuales se sumerjan por la subida del nivel del mar, asociados a la pérdida de áreas continentales como por otros cambios ambientales y climáticos.

En todos los escenarios RCP (Rutas de Concentración Representativa), la tasa de aumento del nivel del mar muy probablemente superará al observado durante 1971-2010 debido al calentamiento de los océanos y creciente pérdida de masa de los glaciares y las hojas del hielo.

#### • Cambio climático Global y Regional futuro

Según el informe 2013 del IPCC los cambios en el sistema climático se hacen mediante una jerarquía de modelos climáticos que van desde los modelos climáticos simples, hasta modelos de complejidad intermedia, modelos del clima global, y modelos de sistemas de tierra. Estos modelos simulan cambios basados en un conjunto de escenarios de forzamientos antropogénicos. Las proyecciones del informe

2013 son para el final del siglo XXI (2081–2100) con respecto a 1986–2005. En cuanto a las proyecciones del incremento del nivel del mar se tiene que: el nivel del mar mundial seguirá aumentando durante el siglo XXI (ver figura 28). En todos los escenarios RCP (Rutas de Concentración Representativa), la tasa de aumento del nivel del mar muy probablemente superará al observado durante 1971-2010 debido al calentamiento de los océanos y creciente pérdida de masa de los glaciares y las hojas del hielo.

La confianza en las proyecciones de aumento del nivel global del mar se ha incrementado desde el AR4 debido a la mejor comprensión física de los componentes del nivel del mar, existe un mejor acoplamiento de los resultados de modelos basados en procesos y de las observaciones y la inclusión de los cambios dinámicos de hielo.

Existe una alta probabilidad que el incremento del nivel del mar no será uniforme. Al final del siglo XXI, es muy probable que el nivel del mar aumentará en más de 95% de la superficie del océano.

El incremento de nivel medio global del mar para 2081–2100 en relación con 1986–2005 presenta una probabilidad de ser en los rangos de 0.26 a 0.55 m para RCP2.6, 0.32 a 0.63 m para RCP4.5, 0.33 a 0.63 m para RCP6.0 y 0.45 a 0.82 m para RCP8.5 (confianza media). Para RCP8.5, el aumento para el año 2100 es 0.52 a 0.98 m, con una tasa durante 2081-2100 de 8 a 16 mm a<sup>-1</sup> (confianza media).

En las proyecciones de RCP, estimaciones de expansión térmica 30 a 55% del global del siglo XXI significan el aumento del nivel del mar y los glaciares de 15 a 35%. El aumento de la superficie de deshielo de la placa de Groenlandia superará el aumento de nevadas, llevando a una contribución positiva a los cambios de balance de masa superficial a futuro el nivel del mar (confianza alta). Mientras que la capa de hielo antártico se espera, por un lado que la superficie de derretimiento seguirá siendo pequeño, y por otro lado un aumento de nevadas (confianza media), resultando en una contribución negativa a futuro el nivel del mar de cambios en el balance de masa superficial. Cambios en los flujos combinados de ambas capas de hielo probablemente hará una contribución de incremento en el nivel del mar en el rango de 0.03 a 0.20 m por 2081–2100 (confianza media).

Basados en el conocimiento actual, sólo el colapso de los sectores marinos de la capa de hielo antártico, podría causar que el nivel del mar promedio global aumentaría sustancialmente por encima del rango probable durante el siglo XXI. Sin embargo, hay confianza media que esta contribución adicional no excedería varias décimas de un metro en el aumento del nivel del mar durante el siglo XXI.

Proyecciones altas de aumento del nivel global del mar en el siglo XXI han sido consideradas y se ha concluido que no existen pruebas suficientes para evaluar la probabilidad de ciertos niveles por encima del rango probable evaluado. Muchas proyecciones de modelos semi-empíricos de incremento del promedio global del nivel del mar son superiores a las proyecciones del modelo basado en los procesos (alrededor de dos veces más grande), pero no existe consenso en la comunidad científica sobre su fiabilidad y por lo tanto hay poca confianza en sus proyecciones.

Existe una alta probabilidad que el incremento del nivel del mar no será uniforme. Al final del siglo XXI, es muy probable que el nivel del mar aumentará en más de 95% de la superficie del océano. Alrededor del 70% de las costas en todo el mundo se proyectan para experimentar un cambio del nivel del mar dentro del 20% del cambio global del nivel del mar esperado.

Una vez expuestos las proyecciones a nivel mundial evaluados por el IPCC en su informe del 2013 y no teniendo las herramientas propias de modelos de elevación del mar para estimar las proyecciones en los escenarios del 2000-2100, se decide utilizar los escenarios proporcionados por el sitio web <http://flood.firetree.net/> el cual utiliza datos de la NASA para estimar las zonas costeras que probablemente se inundarían por incremento del nivel del mar.

• **Metodología**

La metodología consiste en evaluar las zonas afectadas en el estado de Jalisco en los diferentes escenarios del incremento del nivel del mar proporcionado por el portal <http://flood.firetree.net/>. Dicho portal proporciona escenarios desde 0 hasta 60m de incremento del nivel del mar. En este caso se evalúan los posibles escenarios de 0, 1, 2, 5, de incremento del nivel del mar.

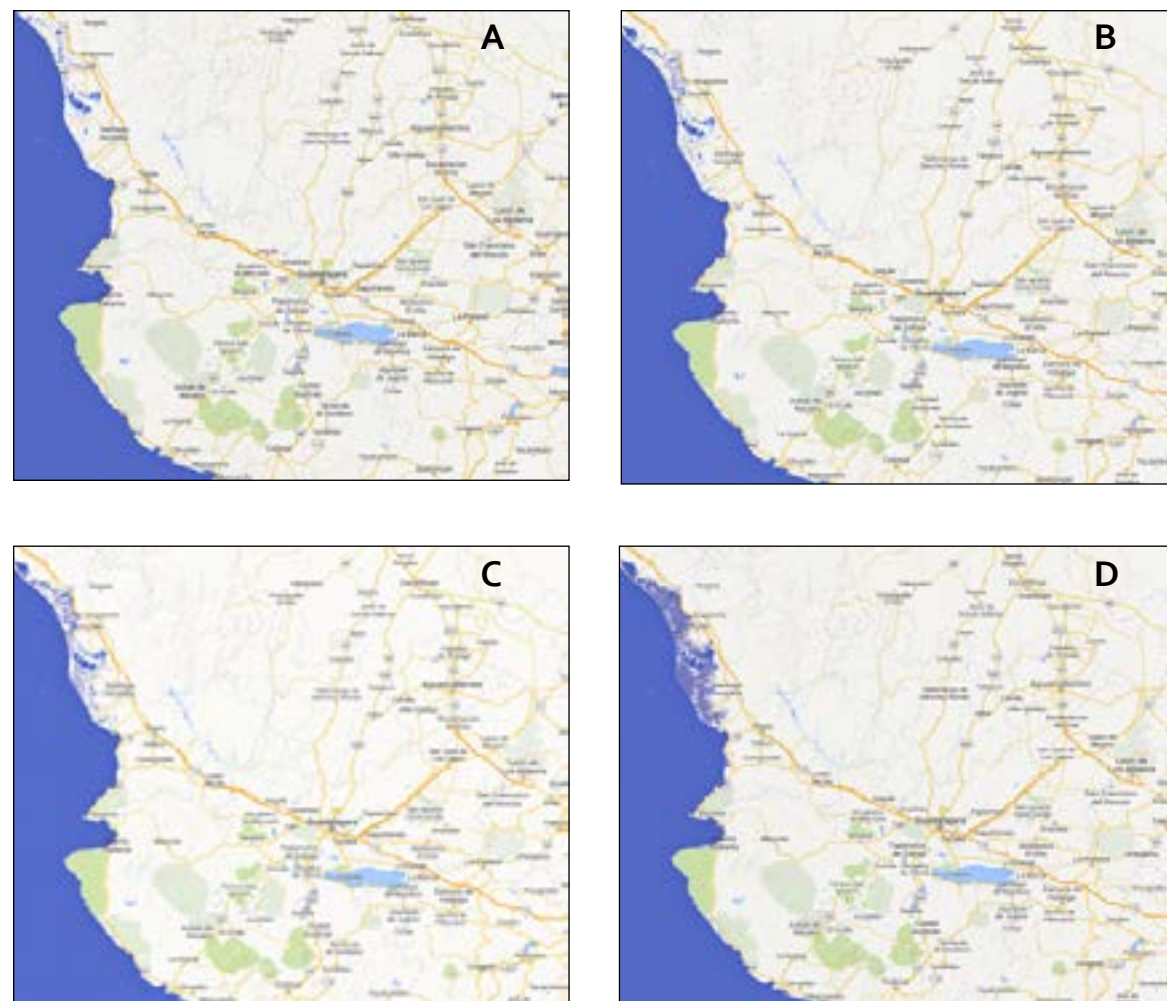


Figura 29: Escenarios de zonas inundadas en las costas de Jalisco de acuerdo a los incrementos del nivel del mar a) Nivel actual, b) 1m de altura con respecto al nivel actual, c) 2 m, d) 5 m.

• **Resultados**

Se presentan por cuestiones prácticas los escenarios de 0, 1, 2, 5, m de incremento del nivel del mar. Posteriormente se analiza a más detalle los probables escenarios que se tendrían en el estado de acuerdo al informe 2013 del IPCC que son los de 1 y 2 m de incremento del nivel del mar.

Las proyecciones muestran que un incremento del nivel del mar de menos de 5 metros no afectaría las costas de Jalisco, a partir de esta altura ya se empezaría a ver impactos en varias regiones de la costa principalmente en la Costa Norte y en menor proporción en la Costa Sur, sin embargo conforme vaya incrementándose la altura de los 13 a los 60 metros, las zonas inundadas de las costas de Jalisco incrementarían de manera cada vez más importante, pudiéndose observar grandes extensiones de tierras inundadas en las costas de Jalisco, principalmente Puerto Vallarta, El Tuito, Tomatlán, Melaque, Cihuatlán, La Manzanilla, Barra de Navidad, Bosque de Tomatlán, Chalacatepec. A diferencia de otros estados como el Estado de Nayarit y de Sinaloa en los cuales empezarían a tener inundaciones importantes desde el primer metro de incremento del nivel de mar.

Tres regiones del Estado que estarían comprometidas son Puerto Vallarta, La Costa Alegre y los bosques de Tomatlán, los dos primeros por su actividad económica y turística, mientras que el tercero principalmente por su importancia ambiental. Sin embargo se sentirían efectos en toda la franja costera del estado.

De acuerdo al informe 2013 del IPCC lo más probable es que el incremento promedio global del nivel del mar oscilaría entre 0.52 y 0.98 m, si consideramos que dicho incremento no sería homogéneo en todas las regiones del planeta podríamos considerar la posibilidad de que fuera entre 1 y 2 m para las costas de Jalisco por lo que en los mapas anteriores reduciendo el área y aumentando el tamaño de la imagen podría apreciar las posibles afectaciones en las costas de Jalisco.

Las proyecciones nos muestran que de acuerdo a las estimaciones del IPCC de únicamente de 1 o 2 m de incremento del nivel del mar, las inmersiones de océano en las costas de Jalisco serían mínimas, sin embargo se estima que aunque sean mínimas habría cambios en el uso de suelo, en las condiciones de temperatura, humedad y precipitación y sobre todo en la infraestructura turística de las regiones ya desarrolladas en esta actividad como Puerto Vallarta y la Costa Alegre y las que están proyectadas a desarrollarse como Chalacatepec. Asimismo muchos de los ecosistemas costeros (manglares y bosques) se verían seriamente afectados con los consecuentes cambios en biodiversidad de la región.

Es muy probable que aunque los niveles del mar en Jalisco no se incrementen más allá de 2 mts, dicho incremento provocara la erosión costera como respuesta a esta subida del nivel y es altamente probable que algunas playas, islas barreras y partes frontales de deltas desaparezcán por procesos erosivos asociados al ascenso del nivel del mar. También, se estima que humedales y esteros actuales se sumerjan por la subida del nivel del mar, asociados a la

pérdida de áreas continentales como por otros cambios ambientales y climáticos. Dichos resultados son acordes a las proyecciones del IPCC a nivel mundial.

En conclusión se estima que el incremento del nivel del mar en el estado de Jalisco sea entre 1 y 2 m, teniendo afectaciones en toda la línea costera del estado

debido a procesos erosivos que provocarían la destrucción de playas, barreras naturales y deltas, afectando principalmente a los polos turísticos (Puerto Vallarta y Costa Alegre) y algunos ecosistemas vírgenes (humedales, esteros y bosques), sus impactos afectarían en lo económico, social y de desarrollo de estas regiones, sin embargo dichas afectaciones serían muy inferiores a la de los estados vecinos del norte como Nayarit y Sinaloa en donde se estima que estas regiones serán más afectadas con un mayor grado de impactos. Sin embargo hay que advertir que de iniciarse un deshielo repentino de la Antártida los niveles serían por encima de los 1 a 2 m estimados, con consecuencias más graves para las costas de Jalisco.

Es muy probable que aunque los niveles del mar en Jalisco no se incrementen más allá de 2 mts, dicho incremento provocara la erosión costera como respuesta a esta subida del nivel y es altamente probable que algunas playas, islas barreras y partes frontales de deltas desaparezcan por procesos erosivos asociados al ascenso del nivel del mar.



Figura 30: Situación actual del nivel del mar en las costas de Jalisco.



Figura 31: Regiones inundadas por elevación de 1 m nivel del mar en las costas de Jalisco.

Figura 32: Regiones inundadas por elevación de 2 m nivel del mar en las costas de Jalisco.



## 2-2 Evaluación de riesgos futuros ante el cambio climático y los fenómenos hidrometeorológicos extremos en los sectores que se identifiquen como prioritarios para el estado.

### 2-2-1 Introducción

Jalisco es uno de los estados más vulnerables a la variabilidad y al cambio climático debido a los factores de tensión múltiples y a su baja capacidad de adaptación. Jalisco tiene alto riesgo de vulnerabilidad en todos los sectores y regiones, sin embargo destacan las Regiones de Altos, Centro, Costa Norte y Sur con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático en sectores de agricultura, ganadería, agua, desarrollo urbano, salud, turismo, ecosistemas costeros, energía y vivienda, por lo que es de alta prioridad y urgencia trabajar en programas de adaptación y mitigación para reducir al mínimo los riesgos por efecto de variabilidad y cambio climático.

La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática al que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

De acuerdo al IPCC (2007) la vulnerabilidad es la medida en la que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática al que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. En base a esta definición y los escenarios de cambio climático obtenidos a través del PRECIS, además de los escenarios de aumento del nivel del mar (flood.firetree.net) se puede estimar la vulnerabilidad de las diferentes regiones del estado de Jalisco y sus sectores socioeconómicos.

A continuación se presentan los impactos más relevantes sobre la vulnerabilidad en cada sector y región previsto por PRECIS en los escenarios A1B y A2 del IPCC para el presente siglo. Estos reflejan con frecuencia los cambios proyectados en la temperatura, humedad, precipitación y otras variables climáticas, además del nivel del mar y la concentración de dióxido de carbono atmosférico. La magnitud

y la ocurrencia de los impactos variarán con el tiempo de duración del cambio climático y en algunos casos su capacidad de adaptación.

Los resultados mostrados por PRECIS estiman que en el mejor de los escenarios la temperatura promedio aumentará de manera general en el estado al menos 3°C y en el peor 6°C (con la incertidumbre de sobreestimación de  $1.7 \pm 0.3$  °C); en el mismo sentido, las disminuciones de humedad se consideran entre el 10 y 15% con un incremento en la intensidad de las precipitaciones en los primeros años y descenso alarmante de las mismas en el resto del periodo conjuntamente con el aumento de temperatura en los suelos entre 3 y 6 °C.

### 2-2-2 Impactos sobre la vulnerabilidad en los diferentes sectores:

Se espera que la población del Estado este expuesta a:

**Problemas de seguridad del agua** tales como: estrés hídrico y aumento de la demanda de agua; esto, como resultado de la reducción de precipitaciones y del aumento de la evaporación. Afectará adversamente a los medios de subsistencia y exacerbará los problemas relacionados con el agua. Se predice que los cambios en las pautas de las precipitaciones afecten significativamente a la disponibilidad de agua para consumo humano, las actividades primarias (agricultura y la ganadería), actividades secundarias (industria) y actividades terciarias (servicios, turismo).

**Una disminución de la producción de la agricultura y la silvicultura** debido al aumento de los incendios y sequías; junto con esto, se pondría en peligro la producción agrícola, el acceso a los alimentos, la disminución de las áreas cultivables, la duración de las estaciones de crecimiento vegetativo y del potencial productivo afectando la seguridad alimentaria y exacerbando la malnutrición. En algunas regiones, podría reducirse el rendimiento de la agricultura de secano en un porcentaje importante. En las zonas más secas se espera que el cambio climático provoque la salinización y desertificación de la tierra agrícola. Se prevé la disminución de la productividad de algunos cultivos y ganadería con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria.

**La disminución y desaparición de zonas ganaderas (Región Altos)** producto del estrés térmico, falta de disponibilidad de agua y alimentos para el ganado, la sustitución de especies por otras más resistentes con el consecuente descenso de la productividad. Esto implicará que el estado pierda su supremacía en la producción de productos lácteos y de carne para consumo humano.

**Riesgos de inundación en zonas bajas** debido a que se espera que el nivel del mar aumente. Se prevé que el aumento de la temperatura marina en superficie tenga efectos adversos en los manglares, arrecifes de coral y cambie la ubicación de los bancos de peces, con consecuencias adicionales para las pesquerías y el turismo. Asimismo, se prevé que la disminución de los recursos pesqueros debido al aumento de las temperaturas del agua, así como el exceso de pesca puede empeorar esta situación. Hacia finales del siglo XXI, el aumento del nivel del mar previsto afectará a las zonas costeras bajas con grandes asentamientos

poblacionales como los son las zonas turísticas de Vallarta, Costa Alegre y Riviera Nayarit. El deterioro de las condiciones costeras como consecuencia de la erosión de las playas se espera afecte a los recursos locales reduciendo el valor de esos destinos turísticos. Se espera que el aumento en el nivel del mar agrave las inundaciones, las mareas de tempestad, la erosión y otros riesgos costeros, amenazando las principales infraestructuras, los asentamientos y las instalaciones que sostienen los medios de subsistencia de las comunidades costeras.

**Un aumento de la morbilidad endémica y la mortalidad debido a** enfermedades diarreicas asociadas a inundaciones. El aumento de las temperaturas de las aguas costeras podría exacerbar la presencia de algunas enfermedades como dengue, influenza, cólera, entre otras. Asimismo, se espera el resurgimiento de otras enfermedades consideradas erradicadas hasta hace algunos años, además de la presencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, de epidermis, las transmitidas por vectores, por aguas contaminadas, entre otras; aunado a ello, la malnutrición afectaría principalmente las zonas marginales, de las diferentes regiones del estado y de las Zona Metropolitana de Guadalajara.

Esto conllevaría a un incremento muy importante en el gasto de salud, el cual si no se toma en cuenta en el presupuesto del estado, puede tener como consecuencia el aumento de la mortalidad en amplios sectores de la población.

La disponibilidad de alimentos y de agua potable estarán comprometidos en función de los aumentos de temperatura y disminución de las precipitaciones.

**Una pérdida significativa de la biodiversidad** en ciertos lugares ecológicamente ricos como son los manglares y bosques vírgenes de la costa de Jalisco. Asimismo, la pérdida de especies de bosques, pastizales de las regiones altas del estado con la consecuente pérdida o migración de las especies de fauna endémicas de la región. El continuo desarrollo de Puerto Vallarta y la Riviera Nayarit en la Costa Norte, así como de la Costa Alegre y Chalcatepec en la Costa Sur asociado al crecimiento demográfico en estas áreas, agravaría los riesgos del aumento del nivel del mar, de la severidad y frecuencia de tormentas e inundaciones costeras para 2050. Para mediados de siglo, se prevé que el aumento de temperatura y la disminución asociada del agua del suelo den como resultado el reemplazo gradual de la vegetación por otro tipo de especies. En este sentido, la vegetación árida tenderá a reemplazar a la vegetación semiárida. Existe el riesgo de pérdida significativa de biodiversidad, mediante la extinción de especies endémicas y proliferación de especies invasoras.

**En las áreas urbanas, la disponibilidad de alimentos y de agua potable estarán comprometidos** en función de los aumentos de temperatura y disminución de las precipitaciones. Se estima que, al ritmo de crecimiento demográfico la mayoría de la población se concentre en zonas urbanas (80%), aumentando el riesgo frente a impactos mayores por las variaciones de temperatura, humedad, inundaciones, disponibilidad de agua, entre otras y los eventos meteorológicos extremos. Asimismo, se prevé que el cambio climático ocasione incrementos en la demanda de calefacción en las zonas Norte, Altos y serrana en el invierno y de aire acondicionado en las zonas cálidas (Costa, Norte, Altos, Centro, Sur y Serranías) durante el verano.

**Aumento en la demanda energética:** Se estima que entre más se incrementen las temperaturas y disminuyen las precipitaciones, conjuntamente con el crecimiento demográfico de las grandes ciudades, aumente la demanda de energía para tratar de adaptarse a las nuevas condiciones de temperatura. Esto implicará mayor consumo de combustibles fósiles al no tener política de impulso a la generación de energías renovables.

**Mayor demanda en la vivienda,** la cual, para poder responder a las demandas climáticas, tendrá que ser construida con sistemas de construcción diferentes, como la arquitectura bioclimática, que permite mayor frescura y ventilación natural, disminuyendo así el consumo de energía. Sin embargo de no adoptar políticas de generación de energías alternativas, la demanda de energía asociada a la necesidad de más vivienda tendrá como consecuencia un aumento en la demanda energética y por lo tanto en las emisiones de GEI. Asimismo, se estima que, a pesar del desarrollo actual en ciertos proyectos, de sistemas de energía renovable y de captura de agua para viviendas, no serán suficientes para que las zonas urbanas se encuentren dentro de la zona de confort climático.

**El sector transporte será seriamente afectado** por el crecimiento demográfico y las alteraciones producidas por el cambio climático. Para poder ser más eficaz y sustentable, y cumplir con las necesidades y demandas ciudadanas, tendrá que sustituir sus unidades actuales por otras más modernas, eficientes y ecológicas. Asimismo, de acuerdo al acelerado desarrollo urbano y a las actuales políticas públicas de movilidad, se estima que el transporte particular siga predominando sobre el público, poniendo en comprometiendo más aún la calidad del aire de las ciudades.

### 2-2-3 Vulnerabilidad en las regiones del estado de Jalisco:

#### Regiones Costa Norte y Sur:

Estas regiones en las proyecciones de los escenarios es representada por la población de Puerto Vallarta y Cihuatlán, de acuerdo los resultados obtenidos mediante PRECIS, se esperaría que la población de esta región se exponga a:

- Estrés hídrico y aumento de la demanda de agua.
- Menor disponibilidad de agua para consumo humano y la agricultura.
- Disminución de la producción de la agricultura y la silvicultura.
- Aumento de los incendios y sequías.
- Disminución de las áreas cultivables, de la duración de las estaciones de crecimiento vegetativo y del potencial productivo.
- Riesgo en la seguridad alimentaria y exacerbación de la malnutrición.
- Salinización y desertificación de la tierra agrícola.
- Disminución y desaparición de zonas ganaderas producto del estrés térmico, falta de disponibilidad de agua y alimentos para el ganado.
- Sustitución de especies por otras más resistentes.
- Perdidas en la elaboración de productos lácteos y de carne para consumo humano.
- Riesgos de inundación en zonas bajas.

- Presencia de mareas de tempestad, erosión y otros riesgos costeros.
- Perdida de manglares, arrecifes de coral y cambie la ubicación de los bancos de peces
- Disminución de los recursos pesqueros.
- Pérdida significativa de la biodiversidad en los manglares y bosques vírgenes de la costa de Jalisco.
- Perdida de especies de bosques, pastizales de las regiones altas del estado, con la consecuente extinción o migración de las especies de fauna endémicas de la región.
- Riesgo de pérdida significativa de biodiversidad terrestre y marina, mediante la extinción de especies endémicas y proliferación de especies invasoras.
- La vegetación árida tenderá a reemplazar a la vegetación semiárida.
- Se prevé un aumento de la morbilidad endémica y la mortalidad por enfermedades diarreicas, dengue, influenza, cólera, entre otras.
- Resurgimiento de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, de epidermis, enfermedades transmitidas por vectores, por aguas contaminadas.
- Incremento en el presupuesto destinado a salud que en cierto tiempo sería prácticamente inviable.
- Se prevé que el cambio climático ocasione incrementos en la demanda de calefacción y aire acondicionado en el invierno y verano respectivamente.
- Concentración de la población en zonas urbanas como Puerto Vallarta, aumentando el riesgo a impactos mayores por eventos meteorológicos extremos.
- Aumento de la demanda de energía las grandes ciudades (Puerto Vallarta).
- Mayor consumo de combustibles fósiles si no se apuesta a la generación de energías renovables.

#### Región Altos

Para la región Altos las proyecciones de escenarios fue representada por la población de Lagos de Moreno, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante PRECIS, se esperaría que la población de esta región es expuesta (en cualquiera de los 2 escenarios A,B y A2).

A los mismos riesgos descritos en los casos de las zonas de Costa Norte y Sur, con la única diferencia de no existir los problemas de aumento de nivel de mar, inundación de zonas costeras, perdida de especies de flora y fauna marítimas, sin embargo se presentan algunos otros riesgos como:

- Inundación de las zonas fluviales ante la crecida de los ríos y avenidas.
- Alto déficit hídrico con el incremento de la evapotranspiración y disminución de las precipitaciones.
- Disminución y desaparición de zonas ganaderas producto del estrés térmico, falta de disponibilidad de agua y alimentos para el ganado
- Sustitución de especies ganaderas por otras más resistentes.
- Perdidas muy importantes en la producción de productos lácteos y de carne para consumo humano en esta zona que es líder a nivel nacional.
- Pérdida de especies de bosques, pastizales de las regiones altas del estado, con la consecuente extinción o migración de las especies de fauna endémicas de la región.

Disminución en la productividad de cultivos propios de la región como el maíz donde la región es líder.  
Concentración de la población en zonas urbanas aumentando el riesgo a impactos mayores por eventos meteorológicos extremos: sequías extremas entre otras.

### Región Norte

Para la región Norte la proyección de los escenarios fue tipificada por la población de Colotlán, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante PRECIS, se esperaría que la población de esta región estaría (en cualquiera de los 2 escenarios A,B y A2) expuesta a los mismas problemáticas ya descritas en el caso de la zona Altos y algunos otros riesgos como:

Migración de la población Wixárica a otras zonas con menor rigor climático.  
Pérdida de identidad cultural de la región.  
Inundaciones extraordinarias en las próximas dos décadas y posterior sequía extrema en el resto del siglo.  
Pérdida de pastizales en la región, con la consecuente pérdida o migración de las especies de fauna endémicas.  
La vegetación árida tenderá a desaparecer, con la consecuente desertificación.

### Región Centro

Para la región Centro las proyecciones de los escenarios es representada por la Zona Metropolitana de Guadalajara, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante PRECIS, se esperaría que la población de esta región expuesta (en cualquiera de los 2 escenarios A,B y A2) a los mismas problemáticas ya descritas en el caso de la zona de los Altos, y algunos otros riesgos como:

Mayor problemática en la disponibilidad de agua y alimentos.  
Problemas de transporte, vivienda, demanda de energía, desarrollo urbano y salud más importantes que en el resto de las zonas del estado.  
Mayor concentración de la población en zonas urbanas como aumentando el riesgo a impactos mayores por eventos meteorológicos extremos (inundaciones en ciertas zonas de la ciudad durante las primeras décadas, seguida de deficiencias de agua en el resto del siglo).

### Región Sur

En la región Sur las proyecciones de los escenarios son representadas por Ciudad Guzmán de acuerdo a los resultados obtenidos mediante PRECIS. En cualquiera de los dos escenarios se espera que la población de esta región este expuesta a los mismas problemáticas descritas para la zona de los Altos y algunos otros riesgos como:

Mayor problemática en la disponibilidad de agua y alimentos por mayores temperaturas  
Mayores problemas en la productividad agrícola y

Conforme avance el siglo las demandas serán cada vez mayores, lo que provocará un mayor estrés hídrico de agua superficial en la Región Altos y Costa Norte, mientras que los mayores déficits de agua subterránea se presentarán en la Región Centro, Altos Norte y Ciénega.

ganadera por mayor temperatura y menor disponibilidad de agua y alimentos.  
Problemas críticos de salud, con la presencia de olas de calor, estrés térmico y elevada evapotranspiración.

Además de las ya mencionadas enfermedades, deshidratación, golpe de calor y enfermedades cardiovasculares graves.

## 2-2-4 Vulnerabilidad por sectores socio-económicos en el estado de Jalisco

En 2008, el Instituto Nacional de Ecología (INE) invitado por la Universidad de Guadalajara impartió un curso sobre Cambio Climático en el marco de Cátedra Enrique Beltrán en Conservación, Desarrollo Sustentable y Biodiversidad. En este evento, el presidente del INE presentó los sectores y sistemas que serían más impactados en México por los cambios de clima: Agricultura y Ganadería, Agua, Asentamientos Humanos, Ecosistemas, Energía y Salud (Fernández, 2008). Lo anterior es un primer marco de referencia para examinar estos sectores y sistemas en Jalisco en el contexto de este problema global y sus tendencias previstas a nivel nacional.

### Agua

Tal como está previsto por el IPCC (2007) en cuanto a las estimaciones mundiales de disponibilidad de agua, para mediados de siglo, se prevé una disminución del 10-30% de agua dulce en las zonas tropicales secas (México y el estado de Jalisco), algunas de ellas en la actualidad son zonas con estrés hídrico; caso del occidente de México, el cual es deficitario en aguas superficiales y subterráneas.

Se prevé una disminución del 10-30% de agua dulce en las zonas tropicales secas (México y el estado de Jalisco)

Las mayores demandas de agua son: para riego la Región Costa Sur con demanda de más de 800 millones de m<sup>3</sup>/a; para ganadería la Región Altos Norte con necesidades de más de 100 millones de m<sup>3</sup>/a, la Zona Metropolitana de Guadalajara con la mayor demanda de agua para asentamientos humanos con más de 100 millones de m<sup>3</sup>/a que no se satisface con el agua disponible en la Región Centro, lo que provoca demandar agua de otras regiones como Ciénega y Altos Sur. Conforme avance el siglo las demandas serán cada vez mayores, lo que provocará un mayor estrés hídrico de agua superficial en la Región Altos y Costa Norte, mientras que los mayores déficits de agua subterránea se presentarán en la Región Centro, Altos Norte y Ciénega. Es probable que conforme avance el siglo, con el aumento de temperatura y disminución en la humedad relativa e intensidades de precipitaciones, aumente la extensión de las zonas afectadas por la sequía. Sin embargo, se estima que los fenómenos de fuertes precipitaciones que muy probablemente aumentarán en frecuencia, incrementarán el riesgo de inundación en las zonas costeras y en las zonas urbanas del estado principalmente en las primeras décadas del siglo, con el efecto inverso el resto del siglo. Asimismo, se prevé una disminución de las reservas del agua almacenada, lo que reduciría la disponibilidad de agua hacia el final de siglo.

Jalisco tiene liderazgo en aguas lacustres del país, pues en su territorio se encuentra el 50% del agua lacustre de México.

Por otro lado, Jalisco tiene liderazgo en aguas lacustres del país, pues en su territorio se encuentra el 50% del agua lacustre de México. Cada año Jalisco renueva un promedio de 1,110 millones de metros cúbicos de

agua en lagos y presas en sus subcuencas, mientras que 1,333 millones de metros cúbicos de agua de lluvia se almacenan en el suelo, con valores mínimos en la Región Altos Norte por contar con precipitaciones anuales menores a 500 mm, mientras que los mayores valores se presentan en la Región Sierra Occidental con lluvias que pasan de 1,600mm al año. La menor evaporación se presenta en la Región de la Sierra Occidental con valores menores de 600 mm anuales, mientras que las mayores son arriba de 900 mm y se presentan en Altos Norte, Norte y Sureste, que son las tres regiones con mayor déficit natural hídrico.

### Agricultura

La producción de alimentos es un punto central de atención para Jalisco, pues produce alimentos tanto para los habitantes de su propio territorio, para los estados de México y otros países del planeta.

Jalisco, según el Atlas Agropecuario y Pesquero 2013 de la SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2013), es primer y segundo lugar nacional en el 50% de los diez alimentos considerados en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2012) como productos básicos y estratégicos de México: maíz (1er lugar en maíz forrajero y 2do. lugar en maíz grano); caña de azúcar (2do. lugar); huevo (1er lugar); leche (1er lugar); y carne de bovinos (2do. lugar), porcinos (1er lugar), aves (2do. lugar). La región principal donde se encuentra el área de mayor producción de estos alimentos es Altos Norte, seguido por cuatro regiones más: Ciénega, Valles, Sur, Altos Sur.

Según las estimaciones del IPCC (2007), se prevé una disminución del rendimiento de los cultivos en latitudes de medias a altas cuando aumente la temperatura media local de 1-3°C, según el tipo de cultivo, y una disminución a partir de ahí en algunas regiones. En latitudes más bajas, principalmente regiones tropicales estacionalmente secas (caso de México y del estado de Jalisco), se prevé la disminución del rendimiento de los cultivos incluso cuando la temperatura local aumente ligeramente (1-2 °C), lo cual, puede aumentar el riesgo de hambruna. Se prevé que los aumentos en la frecuencia de sequías e inundaciones afecten negativamente a la producción local de cultivos, principalmente los sectores de subsistencia (principalmente Altos, Norte, Sur y Centro del estado).

La Región Altos Norte es considerada en esta investigación como la más vulnerable al cambio climático, además de ser la región más afectada con un incremento de siniestralidad en áreas productoras de alimento durante 2005-2010

La Región Altos Norte es considerada en esta investigación como la más vulnerable al cambio climático, además de ser la región más afectada con un incremento de siniestralidad en áreas productoras de alimento durante 2005-2010 (Villafán, 2013), llevando a Jalisco al segundo lugar a nivel nacional con mayor incremento en siniestralidad por causas meteorológicas. Ello ha contribuido para que en el último año

(2012 en comparación con 2011) haya caído la producción de maíz forrajero en un 45% y de maíz de grano en un 26%, donde la Región Altos Norte es la líder, lo que nos refleja las dimensiones del problema.

Para las primeras decenas del siglo un calentamiento moderado, permitirá adaptaciones con la modificación de cultivos y de su período de plantación, lo que permitirá mantener o superar los rendimientos de granos, para posteriormente disminuir conforme se avance al 2100. Sin esta modificación de los cultivos, los impactos negativos serán más graves aún, afectando de manera inmediata a los pequeños propietarios y agricultores de subsistir. Con el avance del cambio climático se prevé que las especies cultivadas experimentarán un mayor número de días con temperaturas por encima del umbral máximo de temperatura de ciertos cultivos, lo cual provocará estrés térmico y la plantación entrará en un estado de estancamiento sin seguir desarrollándose.

A lo anterior tendríamos que agregar otros elementos de vulnerabilidad del sector primario al cambio climático, donde algunos indicadores son por ejemplo, la dependencia de agroquímicos (el 84% de los agricultores los usan) que al exponerse el agricultor a condiciones de incremento en la temperatura, aumenta la toxicidad y el riesgo a la salud, es por ello que Jalisco presenta cuatro veces más casos de intoxicados por plaguicidas que la media nacional. Jalisco también es el mayor consumidor de fertilizantes nitrogenados del país, lo que provoca otros efectos como la nitrificación de las aguas superficiales y subterráneas y la degradación química de los suelos por acidificación (Curiel y Garibay, 2006). Otro elemento de vulnerabilidad es que el promedio de edad de los productores en la Región Altos Norte es de 51 años y un 30% mayores de 60 años y vulnerables a enfermedades y accidentes y con ausencia de una generación de reemplazo (Barbosa, 2013).

### Ganadería

En el ramo de la ganadería, el incremento de las temperaturas, disminución en la disponibilidad de agua y alimentos suficientes para el ganado, el cual entrará en estrés térmico con el aumento del ritmo respiratorio y cardiaco, lo que ha sido observado en ecosistemas con alta deforestación, incendios forestales, introducción de especies invasoras, entre otros (Altos y Norte). En el caso del ganado vacuno su temperatura de confort oscila entre los 5 a 16 grados por lo que con la presencia de altas temperaturas (mayores a 26 °C) este experimentará trastornos digestivos que los llevará a la disminución de productividad, entre más aumente la temperatura estos sufrirán más y no se alcanzarán los niveles de producción que se obtienen en climas más fríos; también disminuirá su capacidad de reproducción. De acuerdo a las temperaturas que se prevé se presentarán en el 2080 (42 °C promedio) y las humedades presentadas conllevarán a la desaparición de zonas ganaderas (Región Altos y Norte) producto del estrés térmico, falta de disponibilidad de agua y alimentos para el ganado. Asimismo,

Esto implicará que el estado pierda su supremacía en la producción de productos lácteos y de carne para consumo humano.

se podrá optar por sustitución de especies por otras más resistentes con el consecuente descenso de la productividad. Esto implicará que el estado pierda su supremacía en la producción de productos lácteos y de carne para consumo humano.



### **Ecosistemas marinos**

Se prevé que las costas estén expuestas a crecientes riesgos, incluida la erosión costera a causa del cambio climático y la subida del nivel del mar. El aumento de las presiones provocadas por el ser humano en zonas costeras exacerbará este efecto. El IPCC (2007) informó que los corales son vulnerables al estrés térmico y presentan baja capacidad de adaptación. Se prevé que el aumento de la temperatura de la superficie marina de 1 a 3 °C aumente la frecuencia de decoloración de corales y la extensión de su mortalidad, a no ser que haya adaptación térmica o aclimatación.

Para el estado de Jalisco se prevé que aunque el aumento del nivel del mar fluctuará entre 1 m o máximo 2 m de aquí al 2080, este afectará negativamente a los humedales costeros, incluidos marismas de agua salada y manglares, principalmente donde existe contención del lado que da a la tierra o privación de sedimentos. Se prevé que muchas personas se vean afectadas por inundaciones cada año, a raíz del aumento del nivel del mar para la década de 2080. Se encuentran en riesgo principalmente las regiones densamente pobladas como Puerto Vallarta, Riviera Nayarit y los desarrollos de la Costa Alegre y zonas bajas donde la capacidad de adaptación es relativamente baja, y que ya afrontan otros desafíos tales como tormentas tropicales o hundimiento de las costas locales.

Se prevé que el aumento de la temperatura de la superficie marina de 1 a 3 °C aumente la frecuencia de decoloración de corales y la extensión de su mortalidad.

La adaptación de las costas será un reto mayor debido a las limitaciones de la capacidad de adaptación. Se esperan cambios regionales en la distribución y producción de especies específicas de peces debido al calentamiento continuo, con efectos adversos para la acuicultura y pesquería.

### **Biodiversidad**

Según las proyecciones en este siglo, es probable que la resiliencia de muchos ecosistemas sea superada por una combinación sin precedentes de cambio climático asociado con alteraciones (inundaciones, sequías, incendios, insectos y acidificación de los océanos) y otros impulsores a nivel mundial como el cambio de uso del suelo, la contaminación, la sobreexplotación de recursos, entre otros. Tomando como base estos cambios, es probable que en el transcurso de este siglo la absorción neta de carbono por los ecosistemas terrestres alcance un nivel máximo antes del 2050 y luego se debilite e incluso se invierta, ampliando los efectos del cambio climático. Asimismo, se estima que entre el 20-30% de las especies de plantas y animales estén en mayor riesgo de extinción si los aumentos de la temperatura media exceden los 3 °C como es el caso del estado de Jalisco. De acuerdo al cuarto informe del IPCC (2007) se estima que para aumentos de temperatura media mundial por encima de los 1.5-2.5 °C y con las concentraciones de dióxido de carbono atmosférico concomitantes, se prevén cambios importantes en la estructura y función de los ecosistemas, las interacciones ecológicas de las especies y en los ámbitos geográficos de las especies. Estos cambios acarrearían consecuencias predominantemente negativas para la biodiversidad y los bienes y servicios de los ecosistemas como el abastecimiento de agua y alimentos. Asimismo, se espera que la acidificación progresiva de

Las poblaciones endémicas son las más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas; siendo seriamente afectados los bosques de montaña, coníferas, encinos, vegetación hidrófila y algunos tipos de pastizales nativos.

los océanos, debida al aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico, tenga impactos negativos en captación del mismo por los organismos marinos. En el caso de Jalisco la vulnerabilidad de la biodiversidad es más importante en las regiones Costa Norte, Costa Sur, Sur, Norte y Altos donde existen diversas fronteras de vegetación vulnerable al cambio climático. Otras regiones como la Centro y Valles, si bien no presentan una vulnerabilidad natural, está a aumentado por el debilitamiento

de los ecosistemas, por incendios forestales y por el cambio de uso de suelo. La mayor vulnerabilidad por fragmentación de vegetación se presenta en la Costa Norte en Tomatlán y en la Costa Sur, La Huerta; en la Región Sur, en Tuxpan; en la Región Norte, Huejuquilla El Alto; y la Región Altos en Lagos de Moreno. Las poblaciones endémicas son las más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas; siendo seriamente afectados los bosques de montaña, coníferas, encinos, vegetación hidrófila y algunos tipos de pastizales nativos. Se esperaría que una parte de los ecosistemas acuáticos continentales se transformen de permanentes a estacionales, y algunos otros desaparezcan.

### **Desarrollo urbano**

Jalisco presenta una población de más de siete millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011), más del 63% de estos habitan en siete municipios: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, Puerto Vallarta y El Salto. Estos municipios han concentrado a la mitad de la población jalisciense desde hace 20 años, y la tendencia es que en los próximos 20, tendrán su vivienda ahí dos terceras partes de la población.

La población restante, equivalente al 36.6% del total, habita en 118 municipios. El crecimiento poblacional se va centralizando en la gran metrópoli y en la costa, lo que incrementa los niveles de presión al ambiente debido a la intensa carga poblacional. Por otra parte, se aumenta también la vulnerabilidad del estado con el despoblamiento del 63% de los municipios.

Los costos y beneficios del cambio climático para la industria, los asentamientos humanos y la sociedad variarán ampliamente según la escala y el lugar. Sin embargo, en conjunto, los efectos netos tenderán a ser cada vez más negativos a medida que aumente el cambio climático. Las industrias, asentamientos humanos y sociedades más vulnerables son aquellos situados en zonas inundables costeras y fluviales, aquellas cuyas economías están estrechamente relacionadas con los recursos sensibles al clima y aquellos ubicados en zonas proclives a fenómenos meteorológicos extremos, especialmente donde tiene lugar una rápida urbanización, todas ellas presentes en el estado de Jalisco. Las comunidades pobres y marginadas pueden ser especialmente vulnerables, en particular las concentradas en zonas de alto riesgo, ya que poseen una capacidad de adaptación limitada y son más dependientes de recursos sensibles al clima tales

como abastecimiento local de agua y alimentos. Donde aumente la intensidad y/o frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, aumentará el costo económico y social de estos fenómenos, y estos aumentos serán sustanciales en las zonas afectadas directamente (Regiones Centro, Costa Norte, Ciénega, Sur, Altos y Norte). Si las nombramos por orden de importancia estas serían la Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta, Ocotlán, Ciudad Guzmán, Lagos de Moreno y Colotlán, esta clasificación esta evaluada en función de: a) población afectada por desastres hidrometeorológicos extremos, b) población afectada por enfermedades resultado de cambio climático, c) Índice de marginación y e) nivel de educación. Guadalajara y Puerto Vallarta presentan la mayor

Las industrias, asentamientos humanos y sociedades más vulnerables son aquellos situados en zonas inundables costeras y fluviales.

frecuencia de desastres, siendo los más importantes las inundaciones, olas de calor y lluvias intensas. Los asentamientos humanos con mayor vulnerabilidad son: Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta y Lagos de Moreno.

### Energía

El sector energético de México y del estado de Jalisco se verá afectado por el aumento de la temperatura e intensidad de precipitaciones en las primeras décadas del siglo. Existen riesgos de que las tormentas e inundaciones afecten instalaciones de petróleo y gas, así como los efectos dañinos del calor sobre el sistema de distribución eléctrica. Se estima que los productores de energía podrían enfrentar estos problemas a medida que los sistemas de distribución energética se vuelvan cada vez más obsoletos al enfrentarse a condiciones ambientales cambiantes. Aunque Jalisco no es gran productor de energía, las principales afectaciones serán en la distribución de la misma. El aumento de las temperaturas podría calentar las líneas eléctricas, disminuyendo su capacidad de transmisión y provocando apagones de energía durante las olas de calor. Tormentas cada vez más fuertes y frecuentes debido al cambio climático pondrán en riesgo de graves daños a la infraestructura e interrupciones del abastecimiento. Se estima que entre más se incrementen la temperatura y falta de precipitaciones, junto con el crecimiento demográfico de las grandes ciudades aumente la demanda de energía para tratar de adaptarse a las nuevas condiciones de temperatura. Esto implicará mayor consumo de combustibles fósiles si no se apuesta a la generación de energías renovables, con el consecuente incremento de calentamiento global y cambio climático. Las regiones más afectadas serían las más densamente pobladas y las que más demandan de energía como lo es la Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta, Lagos de Moreno, Ocotlán, Ciudad Guzmán y los desarrollos turísticos de la Costa Sur, sin embargo no hay que olvidar que todo el estado estaría en vulnerabilidad energética.

### Salud

Es probable que los cambios en las condiciones climáticas producto del cambio climático afecten la salud de miles de personas, debido a que en ciertos países y regiones las personas poseen baja capacidad de adaptación, tales como: a) aumento de malnutrición y sus consiguientes trastornos, con implicaciones para el desarrollo y crecimiento de los niños; b) aumento de muertes, enfermedades y lesiones a raíz de las olas de calor, inundaciones, tormentas, incendios y

sequías; c) aumento de la carga de las enfermedades diarreicas; d) aumento de la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias ocasionadas por mayores concentraciones de ozono a nivel del suelo debidas al cambio climático, y; e) modificación de la distribución espacial de algunos vectores de enfermedades infecciosas.

En las zonas de clima extremo del estado como los Altos y región Norte se prevé que el cambio climático proporcione algunos beneficios, tales como la reducción de muertes por exposición al frío en las primera décadas del siglo. Sin embargo en el resto del estado, se prevé efectos negativos en la salud provocados por el aumento de la temperatura, principalmente en las zonas con mayor índice de marginación, y que tales efectos superen al final del siglo a los beneficios presentados al inicio del mismo. El equilibrio entre impactos positivos y negativos en la salud humana variará de un lugar a otro y se modificarán en el tiempo, a medida que continúe el aumento de las temperaturas. De importancia crítica son los factores que conforman directamente la salud de las poblaciones, tales como educación, asistencia sanitaria, iniciativas e infraestructuras de salud pública y desarrollo económico. Dentro de las enfermedades que pueden presentarse producto del cambio climático están las provocada por aumento de temperatura: presencia de olas de calor, estrés térmico y golpe de calor; las provocadas por altas concentraciones de contaminantes, enfermedades respiratorias y cardiorrespiratorias; las enfermedades transmitidas por vectores como dengue, malaria, encefalitis, virus del Nilo entre otras; las transmitidas por agua contaminada durante las inundaciones como: cólera, cicloespora, leptospirosis, campylobacter entre otras; las enfermedades y trastornos neurológicos y/o mentales entre otras. Asimismo, aumento de morbilidad y mortalidad de estas enfermedades por olas de calor, inundaciones y sequías. Los grupos más vulnerables serán los niños, los adultos mayores y personas con enfermedades crónicas y degenerativas. Las poblaciones con mayor vulnerabilidad en salud son las densamente pobladas y las regiones marginadas, correspondiendo estas a la Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta poblaciones de las regiones Costa Norte y Sur, y Norte. Sin embargo todo el estado presente un alto grado de vulnerabilidad en salud ante el cambio climático. El empeoramiento de las condiciones como consecuencia del cambio climático conforme avance el presente siglo, incrementara los problemas de salud en la población más sensible, lo que aumentara la vulnerabilidad en salud conforme nos acerquemos al 2100, lo que conllevará a un incremento muy importante en el presupuesto destinado a salud que en cierto tiempo sería prácticamente inviable con las consecuencias de mortalidad en amplias poblaciones.

### Vivienda

Actualmente el sector de la vivienda aumenta considerablemente las emisiones de los gases de efecto invernadero, por lo que contribuye al cambio climático. Al mismo tiempo, la salud pública sufre a causa de la vulnerabilidad de las viviendas frente al impacto del cambio climático, como en el caso de las inundaciones o las condiciones meteorológicas extremas. A raíz de esto, se produce un círculo vicioso que solo se puede romper a través de esfuerzos de mitigación más eficaces que traten la problemática de la vivienda, el medio ambiente y la salud

de manera adecuada. De acuerdo a las proyecciones de temperatura, humedad y precipitaciones para el presente siglo y de seguir la tendencia actual de la vivienda en México y en el estado se ha estimado que los riesgos en este sector serían: Riesgos de ventilación inadecuada; reducción de la calidad del aire en interiores; posible exposición a CO; riesgos de exposición a fibras aislantes nocivas para la salud; diseños en los que no toman en cuenta los riesgos del invierno y del verano; la ventilación natural puede aumentar la vulnerabilidad ante las enfermedades transmitidas por vectores si no se cuenta con pantallas, mosquiteros o filtros para conductos de aire; en ausencia de filtros, puede incrementar la exposición a la contaminación exterior; existe un mayor riesgo de enfermedades infecciosas transmitidas por el aire en habitaciones o espacios climatizados carentes de suficiente aire fresco; presencia de un círculo vicioso de los efectos exacerbados de la isla de calor urbana; mayor exposición al ruido y a la contaminación; proliferación bacteriana en grandes sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado; los gastos iniciales de reconversión energética pueden ser un obstáculo para las familias desfavorecidas si no reciben subsidios; repercusiones metabólicas y psicológicas por la falta de luz diaria y accidentes domésticos a causa de mala iluminación interior y de proximidad inadecuadas, entre otras.

### **Transporte**

Los efectos del cambio climático sobre el transporte no sólo condicionarán el medio físico sino que también es probable que influyan en la demanda futura de transporte, en los comportamientos de movilidad de viajeros y mercancías y en los patrones de elección de los modos de transporte.

El transporte motorizado sigue creciendo sin control, alimentado por el desmesurado crecimiento de las infraestructuras y por una política que sigue priorizando el transporte privado sobre el transporte público colectivo eficientes.

El transporte motorizado sigue creciendo sin control, alimentado por el desmesurado crecimiento de las infraestructuras y por una política que sigue priorizando el transporte privado sobre el transporte público colectivo y, en particular, los medios más insostenibles sobre los más eficientes. Como consecuencia, el transporte en México es uno de los sectores que más consume energía y representa el sector de mayor cre-

cimiento en las emisiones de gases de efecto invernadero desde 1990. La principal causa de la fragmentación de los ecosistemas es producto del transporte motorizado. A su vez es uno de los mayores responsables del actual caos en la ordenación del territorio y la planificación urbanística, así como el motivo más relevante de la pérdida de calidad de vida en las ciudades (Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta, Lagos de Moreno, Ocotlán y Ciudad Guzmán).

## CAPITULO III

### Lineamientos para la Adaptación ante el Cambio Climático



El primer punto que hay que reconocer es que la superficie que tiene Jalisco es equivalente al tamaño de un país y no de un estado, ya que su superficie es mayor que el promedio de los países de la Tierra, de ahí la importancia que Jalisco pudiera presentar un dinamismo particular alrededor de este problema global. También el estado tiene relevancia en cada uno de sectores y sistemas que el INE identificó como los más vulnerables, excepto en el caso de energía al ser subsidiado por otros estados, limitando su importancia a la generación por algunas hidroeléctricas, que su condición de vulnerabilidad se puede asociar al tema del Agua. A continuación se presenta el valor y diversidad que Jalisco presenta en los sectores y sistemas vulnerables, para fundamentar por qué se requiere propuestas de adaptación en cada uno de ellos.

#### **3-1 Zonas de Jalisco con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático**

##### **3-1-1 Metodología**

##### **Unidades de estudio**

Las unidades de estudio que se han trabajado para identificar las zonas con alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático son cuatro. No obstante que el compromiso haya sido trabajar Unidades de Gestión Ambiental, se consideró necesario trabajar de manera complementaria con subcuencas, municipios y agebs. (Cuadro 4).

Cuadro 4: Unidades de estudio

UNIDADES DE ESTUDIO	JUSTIFICACIÓN	UNIVERSO DE ESTUDIO
UGAs. Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico de Jalisco	Uno de los objetivos específicos del presente proyecto de investigación es ubicar las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Jalisco donde se puedan sufrir daños mayores por efecto del cambio climático	El estado de Jalisco se divide para su planeación territorial en 211 UGAs, considerando que el área mínima cartografiada para una escala 1:250,000 es de 100 hectáreas (INECC 2010), el total de polígonos considerados fue de 847, con la siguiente distribución: Uso predominante agrícola: 233; Uso predominante de asentamientos humanos: 27; Uso predominante de áreas naturales protegidas: 61; Uso predominante de flora y fauna: 285; Uso predominante forestal: 152; Uso predominante de infraestructura: 2; Uso predominante pecuario: 68; Uso predominante pesca: 11; y Uso predominante turismo: 8. Fuente de información para límites de UGAs: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco

UNIDADES DE ESTUDIO	JUSTIFICACIÓN	UNIVERSO DE ESTUDIO
Subcuencas hidrográficas	Uno de los principales referentes para la adaptación tiene que ver con el manejo del agua en escenarios críticos y en las unidades naturales de cuencas limitadas por los parteaguas. Los servicios de aprovisionamiento del ecosistema, presenta sus límites más pertinentes en las cuencas y subcuencas hidrográficas	En el estado se presentan 20 cuencas y 73 subcuencas, en siete Regiones Hidrológicas. Fuente de información de los límites de las cuencas: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Límites municipales	Ha existido un interés de varios municipios por desarrollar Planes de Acción Climática (PACMUN), de ahí que parte de la información del PEACC-Jal pudiera ser de utilidad, además, alguna información que puede ser útil al presente proyecto sólo está disponible a nivel municipal.	Jalisco cuenta con 125 municipios Fuente de Información: Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco.
AGEB. Área Geo-Estadística Básica, definida como la división geográfica mínima empleada con fines estadísticos y censales por el INEGI.	Para el caso de la zona metropolitana de Guadalajara y Puerto Vallarta, que es donde habita más del 60 % de los jaliscienses y que son zonas de grandes contrastes, donde la delimitación de las UGAs resulta insuficiente para planear medidas de adaptación, los AGEB son de gran utilidad para el manejo de la vulnerabilidad social.	En Jalisco existen 3,124 AGEBs urbanos registrados. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

### 3-1-2 Indicadores

Los tomadores de decisiones requieren de información oportuna, precisa y fiable acerca del cambio climático. Los indicadores poseen el potencial de constituir importantes herramientas en la comunicación de la información científica y técnica. También, pueden facilitar el acceso a dicha información a los diferentes grupos de usuarios, y así transformar la información en acción. Así mismo, el desarrollo de herramientas accesibles a los usuarios no-expertos, así como, la utilización de marcos de indicadores comunes, pueden facilitar no sólo la transformación de datos en información relevante, sino también la formulación de estrategias para la planificación y la formulación de políticas (segnestam, 2000) La OCDE define al indicador ambiental como un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (OECD, 2003).

La necesidad de medir y por lo tanto de establecer una comparación, que permita a los responsables de las políticas ambientales disponer de información que conduzca a establecer medidas de control y de gestión que ayuden a mejorar la calidad de vida de las poblaciones humanas ha llevado a diversos países a desarrollar indicadores ambientales.

El Ministerio del Ambiente de Canadá define a los indicadores como un parámetro que, monitoreado a través del tiempo, proporciona información de la tendencia o las condiciones de un fenómeno más allá de la que se asocia a la estadística en sí misma. En particular, precisa que los indicadores ambientales son claves seleccionadas que representan o resumen un aspecto significativo del estado del ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con las actividades humanas (Ditor, 2001)

Según la OCDE (2003) las dos características principales de los indicadores ambientales son:

1. Reducir el número de medidas y parámetros que normalmente se requieren para ofrecer una presentación lo más cercana posible a la realidad de una situación.
2. Simplificar los procesos de comunicación.

Estas características básicas convierten a los indicadores en el instrumento mediante el cual se proporciona información concisa y sustentada científicamente a diversos usuarios, tomadores de decisiones y al público en general de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente.

Los indicadores se elaboran para simplificar y cuantificar fenómenos complejos, de manera tal que estos puedan ser analizados en un contexto dado, y ser comunicados a los diferentes niveles de la sociedad

En resumen, los indicadores se elaboran para simplificar y cuantificar fenómenos complejos, de manera tal que estos puedan ser analizados en un contexto dado, y ser comunicados a los diferentes niveles de la sociedad (Adriaanse, 1993).

La construcción de indicadores inicia con establecer los objetivos de los indicadores, en este caso, es el diagnóstico de zonas (Ugas, subcuencas, municipios o agebs) que requieren de manera prioritaria acciones de adaptación al cambio climático, ya que resultan vulnerables a lluvias intensas, inundaciones, olas de calor o sequías que repercute en la pérdida de bienestar, la producción de alimentos y la biodiversidad, los resultados se presentan a continuación.

### 3-2 Demandas principales de adaptación para Agricultura, Ganadería, Ecosistemas y Asentamientos Humanos en las regiones de Jalisco.

#### 3-2-1 Ecosistemas naturales de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.

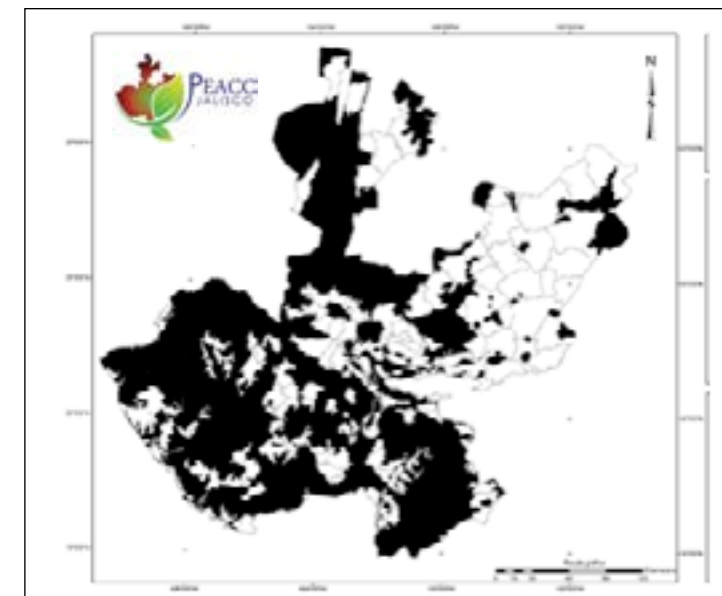
Las Unidades de Gestión Ambiental que presentan en el Ordenamiento Ecológico de Jalisco un uso predominante de Flora y Fauna (Ff), Forestal (Fo) y Áreas Naturales Protegidas (An) son agrupadas para este análisis de ecosistemas prioritarios, sumando una superficie de 4 870 323 hectáreas (An: 487 370 has, Ff 2 472 604 has y Fo 1 910 349 has). Su distribución se presenta en la Figura 33.

\* Los criterios para la priorización de identificación de unidades con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático fueron los siguientes:

#### • Zonas de fragmentación:

La fragmentación es lo antagónico a la conectividad, que es inherente al grado de movimiento de organismos y procesos -a mayor movimiento, mayor conectividad-. Menos movimiento, menos conectividad es lo más crítico para la conservación de la biodiversidad (Crooks y Sanjayan, 2006) y sus servicios. En general se pueden identificar dos componentes primarios de la conectividad: 1) el componente estructural (o físico): el arreglo espacial de diferentes tipos de hábitats u otros elementos en el territorio y 2) el componente funcional (o de comportamiento) referido a la respuesta en el comportamiento de individuos, especies, o procesos ecológicos a la estructura física del territorio (Crooks y Sanjayan, 2006). En este trabajo se considera el componente estructural.

Figura 33: Ubicación de Ugas con uso predominante de ecosistemas naturales (incluye áreas naturales protegidas, flora y fauna y uso forestal)



La fragmentación no solo reduce la cantidad total de un hábitat presente, sino que simultáneamente genera aislamiento al hábitat que permanece, impidiendo movimiento de organismos y procesos previamente conectados en el territorio. Sin niveles naturales de conectividad, la biodiversidad nativa está en peligro. (Crooks y Sanjayan, 2006).

La conectividad del territorio jugará una importancia significativa en la permanencia de muchas poblaciones de plantas y animales ante el cambio global.

La conectividad territorial debe ser evaluada y manejada en el contexto de cambio de uso del suelo, su cambio en el corto y largo plazo. Como tal, es prudente considerar la evaluación de la conectividad del territorio como parte de un manejo adaptativo y manejo para la resiliencia (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009). La conectividad del territorio jugará una importancia significativa en la permanencia de muchas poblaciones de plantas y animales ante el cambio global.

La evaluación del área de los parches de vegetación es una manera simple de evaluar conectividad (Moilanen y Hanski, 2006). El tamaño de parche o polígonos de Ugas de Flora y Fauna, Áreas Naturales Protegidas y Forestal considerado deseable, son aquellos de un tamaño mayor de 10,000 hectáreas, considerando que es el área necesaria para conservar grandes carnívoros como el jaguar y el puma (De la Torre, J. A. 2009).

**La mayor fragmentación se presenta en la Costa de Jalisco, siendo Tomatlán en la Costa Norte y La Huerta en la Costa Sur.**

Las poblaciones endémicas se cuentan entre las más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas.

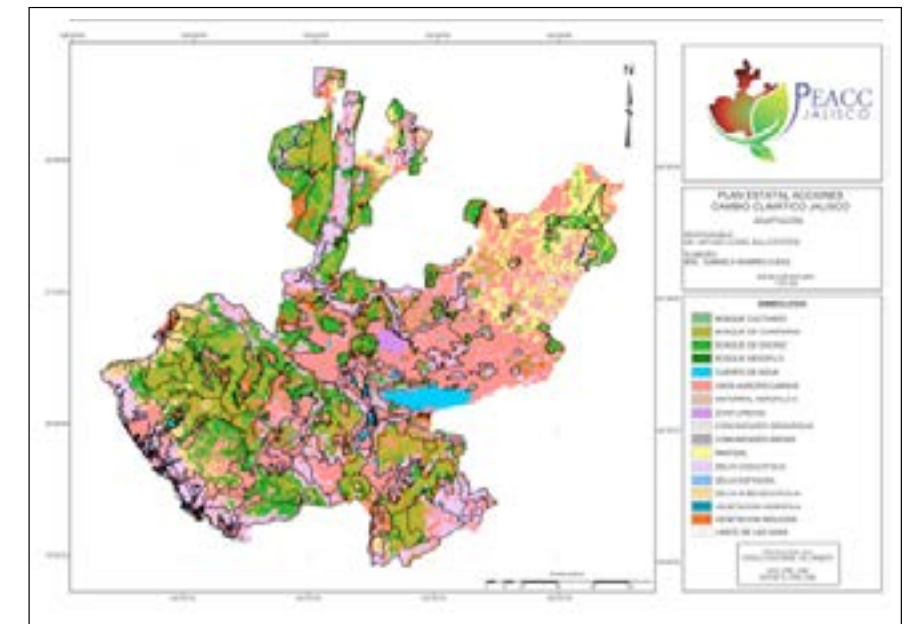
• **Zonas de transición entre tipos de vegetación vulnerable.**

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático de 2007, se considera que las fronteras de los diversos tipos de comunidades vegetales se modificarán con el cambio climático, pues las especies que las componen migrarán hacia mayores latitudes o altitudes para compensar el incremento en la temperatura. Las poblaciones endémicas se cuentan entre las más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas. Se verán seriamente afectados los bosques mesófilos de montaña, coníferas, encinos, vegetación hidrófila y algunos tipos de pastizales nativos. Se esperaría que una parte de los ecosistemas acuáticos continentales se transformen de ser permanentes a estacionales, y algunos otros desaparezcan. La magnitud de estos cambios aún no puede precisarse.

A estos pronósticos habría que añadir la presión actual y potencial de una población humana que continuará creciendo y que incrementará su demanda de recursos y servicios ambientales, perturbando la estabilidad de los ecosistemas, afectando su distribución y limitando sus capacidades adaptativas (migración,

comportamiento reproductivo, periodos de crecimiento y de reproducción, etcétera). Estos factores podrían llevar a la reducción drástica de la cobertura de algunos tipos de vegetación, inclusive a amenazar la permanencia de los bosques de coníferas del país.

Figura 34: Tipos de vegetación de Jalisco



**Lagos de Moreno en la región Altos Norte, es el municipio con mayor zonas de transición junto con la región Sur, con el municipio de Tuxpan.**

• **Dominio de vegetación secundaria.**

La provisión de servicios de los ecosistemas depende de la capacidad de regeneración de los ecosistemas, lo que a su vez depende de su estado de conservación y del mantenimiento de complejas interacciones biológicas, químicas y físicas. La sucesión retrogresiva o regresión, es aquella en la que la actividad del hombre o alguna fuerza ajena al ecosistema ocasiona cambios de estado, generalmente bruscos, hacia etapas menos avanzadas o menos maduras de la sucesión (Granados y López, 2000).

La sucesión secundaria se presenta en los casos en que la vegetación de una zona ha sido eliminada de forma total o parcial, pero conservándose en parte el suelo y un buen número de semillas y esporas (banco de semillas), la secuencia que se produce entonces se conoce como sucesión secundaria. La pérdida de los árboles de una localidad a consecuencia de enfermedades, vientos violentos, incendios o tala, pueden conducir a una sucesión secundaria, que en concreto se refiere al desarrollo de la comunidad en un sitio ocupado con anterioridad por poblaciones desarrolladas, se considera como una regeneración de una comunidad que ha sufrido una perturbación, aunque no total, tal como desmonte o la quema de parte de la vegetación. La sucesión secundaria se origina sólo a partir de un disturbio parcial del ecosistema, en donde el caso más extremo en el grado de perturbación es aquel que comienza a partir del abandono del terreno agrícola. Se consideran como disturbios naturales a los incendios, vientos y

huracanes y fluctuaciones de temperatura; con respecto a este último se considera determinante en el establecimiento, composición y distribución geográfica de las especies, es evidente que a cambios bruscos de temperatura, muchas especies pueden ser dañadas e incluso morir. Otros disturbios son la variabilidad de la precipitación, procesos aluviales (erosión, deposición e inundaciones), erupciones volcánicas, disturbios bióticos (pastoreo o pisoteado) y disturbios antropogénicos.

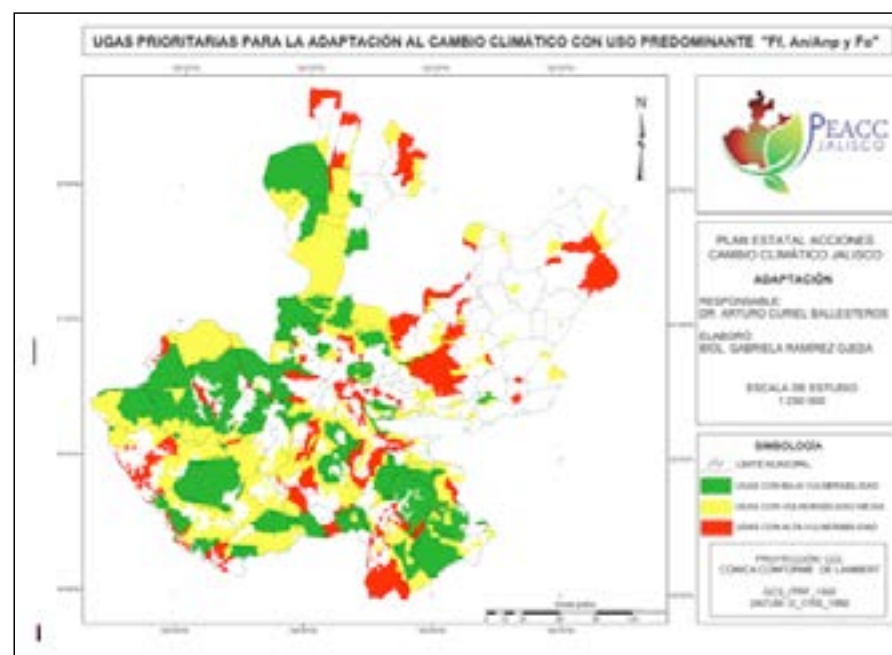
**Los municipios que presentan más vegetación secundaria en sus bosques es la región Norte con Huejuquilla El Alto y la región Sierra de Amula con el municipio de Atengo.**

\*Con los criterios anteriores se definieron categorías para identificar niveles de vulnerabilidad en los ecosistemas, resultando lo presentado en el cuadro 5.

CRITERIO	CATEGORIA		
	BAJA SUSCEPTIBILIDAD	MEDIANA SUSCEPTIBILIDAD	ALTA SUSCEPTIBILIDAD
<b>Fragmentación (Tamaño De Parches)</b>	>10,000 has	Entre 1,000 y 10,000 has	< 1,000 has
<b>Vegetación Vulnerable</b>	Sin zonas de transición	Con una zona de transición	Con varias zonas de transición
<b>Sucesión Secundaria (% De la superficie de bosques con vegetación secundaria)</b>	0%	<50%	>50%

**Cuadro 5:** Criterios básicos para indicadores que definan ecosistemas naturales de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático

Se realizó una cartografía escala 1:250,000 con las Ugas An, Ff y Fo, considerando los criterios establecido en el Cuadro 5. Se puede apreciar que en todas las regiones existe una prioridad de atención para la adaptación, siendo la región de Altos Norte y Altos Sur las más críticas.



**Figura 35:** Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático en Unidades de Gestión Ambiental con Ecosistemas Naturales

**• Los servicios del Ecosistema**

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) dada a conocer en 2005, fue desarrollada para generar una evaluación integrada de las consecuencias que tiene para el bienestar humano el cambio en los ecosistemas; y, por otro lado, analizar las opciones disponibles que permitan fortalecer la conservación de los ecosistemas y su capacidad para satisfacer las necesidades humanas (WRI, 2003: 1). Los servicios que prestan los ecosistemas son determinados como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (WRI, 2003: 2). El marco conceptual de EM plantea que existe una interacción dinámica entre las personas y los ecosistemas, la que se traduce, por una parte, en que las cambiantes condiciones humanas actúan impulsando cambios directa e indirectamente en los ecosistemas y, por la otra, en que los cambios en los ecosistemas provocan cambios en el bienestar humano (WRI, 2003: 6).

La evaluación de estos servicios concuerda con un rango amplio de ecosistemas – de aquellos relativamente no perturbados, como los bosques nativos, a los paisajes que mezclan patrones de uso humano y ecosistemas intensamente manejados y modificados como los terrenos agrícolas y las áreas urbanas (MEA, Millennium Ecosystem Assessment 2005: 19).

El análisis utilizado en el marco conceptual del EM, reconoce cuatro grandes tipos de servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas clasificados como beneficios directos e indirectos. Uno de los beneficios directos más importantes que ofrecen los ecosistemas naturales son los de regulación hídrica y de temperatura, ambos alterados por el cambio climático. Se ha cuantificado que la hojarasca depositada sobre el suelo en los bosques y no la cobertura arbórea en sí, es la que tiene mayor influencia en la infiltración del agua de lluvia, y por ende en la regulación de inundaciones. Cuando se elimina la hojarasca del suelo, ya sea por un incendio forestal o por el cambio de uso del suelo, el escurrimiento se incrementa un 400% y con ello las inundaciones. Con respecto a altas temperatura, un bosque puede regular la temperatura hasta en 8 °C con respecto a espacios urbanos (Díaz 2012).

En el ecosistema costero el servicio de regulación comienza a declinar afectado por la fragmentación de manglares, que reporta una disminución del 11% en 10 años

El servicio de regulación, también puede ser medido a partir de la pérdida de los mismos por un desastre, por ejemplo, el gran incendio de abril del 2012 del Bosque La Primavera, provocó un incremento de calor por el cambio en el albedo, registrándose arriba de los 31°C en la zona metropolitana de Guadalajara, al pasar de nueve días en promedio con incremento de calor perjudicial, a 29 días (todos posteriores a la fecha del incendio).

En el ecosistema costero el servicio de regulación comienza a declinar afectado por la fragmentación de manglares, que reporta una disminución del 11% en 10 años. A nivel de los bosques en montañas, declina el servicio de regulación, por los continuos incendios forestales que eliminan la capa protectora de hojarasca y altera el servicio de base del ciclo hidrológico, al disminuir la infiltración del agua de lluvia, aumenta el escurrimiento y la erosión de los suelos, superando la



Se consideran que los municipios con muy alta susceptibilidad a sufrir daño, son los que han desplazado por completo sus ecosistemas naturales. En esta condición están los municipios de Degollado en la Ciénega; Jalostotitlán y San Julián en Altos Sur; Unión de San Antonio y San Diego de Alejandría en Altos Norte; Totatiche al Norte; y en la región Centro los municipios de Tlaquepaque y El Salto

capacidad de formación del preciado sustrato. Jalisco ocupa los primeros lugares en número de incendios y superficie afectada. En 2007 y 2008 se posicionó en el tercer lugar a nivel nacional, llegando a un segundo lugar en 2013 (CONAFOR 2008, 2009, 2013)

En el sistema de zonas áridas, también está en declive el servicio de regulación al no protegerse estos ecosistemas de la fragmentación y al no haber ninguna superficie protegida en éste ecosistema.

Por la importancia que tiene el servicio de regulación de los ecosistemas, se consideran que los municipios con muy alta susceptibilidad a sufrir daño, son los que han desplazado por completo sus ecosistemas naturales. En esta condición están los municipios de Degollado en la Ciénega; Jalostotitlán y San Julián en Altos Sur; Unión de San Antonio y San Diego de Alejandría en Altos Norte; Totatiche al Norte; y en la región Centro los municipios de Tlaquepaque y El Salto que se declararon como zona de desastre por lluvias torrenciales en 2004.

En el siguiente cuadro 6 se establece la susceptibilidad que tienen los municipios en base a los criterios aquí descritos.

Susceptibilidad a sufrir daño MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degollado</li> <li>• El Salto</li> <li>• Jalostotitlán</li> <li>• San Diego de Alejandría</li> <li>• San Julián</li> <li>• Tlaquepaque</li> <li>• Totatiche</li> <li>• Unión de San Antonio</li> <li>• Guadalajara</li> <li>• Tonalá</li> </ul>			
ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapopan</li> <li>• Jamay</li> <li>• Ayutla</li> <li>• Pihuamo</li> <li>• Cihuatlán</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto Vallarta</li> <li>• Tomatlán</li> <li>• La Huerta</li> <li>• Atoyac</li> <li>• Axtlán de Navarro</li> <li>• Casimiro Castillo</li> <li>• Tala</li> <li>• Tecolotlán</li> <li>• Toluán</li> <li>• Tuxcacuesco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagos de Moreno</li> <li>• Zapotlanejo</li> <li>• Ixtlahuacán del Río</li> <li>• Santa María de los Angeles</li> <li>• Huejuquilla El Alto</li> <li>• Colotlán</li> <li>• Atengo</li> <li>• Villa Guerrero</li> <li>• Villa Hidalgo</li> <li>• Tequila</li> <li>• Bolaños</li> <li>• Chiquilistlán</li> <li>• Tepatlán de Morelos</li> <li>• Villa Corona</li> <li>• Yahualica</li> <li>• Sayula</li> <li>• Tuxpan</li> <li>• Tlajomulco</li> <li>• Coacula</li> <li>• Cuquío</li> <li>• Jocotepec</li> <li>• Jilotlán de los Dolores</li> </ul>	
MEDIO	RESTO DE MUNICIPIOS			
BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabo Corrientes</li> <li>• Talpa de Allende</li> </ul>			
	Parches de vegetación nativa > 10,000 has	Parches de vegetación nativa y secundaria >10,000 has con fragmentación alta	Parches de vegetación secundaria >10,000 has, con alta fragmentación	Parches de vegetación <10,000 has, con alta fragmentación, vegetación secundaria e invasora

Cuadro 6: Distribución de municipios principales según su susceptibilidad a sufrir daño ante el cambio climático por condición de sus ecosistemas naturales.

### 3-2-2 Ecosistemas agrícolas de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.

Las Unidades de Gestión Ambiental que presentan en el Ordenamiento Ecológico de Jalisco un uso predominante de Agricultura (Ag) suman una superficie de 2 180 663 hectáreas. Su distribución se presenta en la Figura 36.

Figura 36: Ubicación de Ugas con uso predominante agrícola



\* Los criterios para la priorización de identificación de unidades con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático son los siguientes:

• **Capacidad productiva de las áreas agrícolas de temporal.**

Esta evaluación está basada en la condición de humedad y la profundidad del suelo, que ha probado tener una correlación estrecha con el rendimiento de la mayoría de los cultivos de temporal en la República Mexicana, por lo que se considera un indicador confiable de la capacidad de producción de las tierras de temporal (Ruiz et al, 2003). Este procedimiento considera dos parámetros, el cociente precipitación/evaporación (P/E) para el periodo junio-octubre y la profundidad del suelo, ambos se encuentran estrechamente vinculados a la disponibilidad de humedad de suelo y por lo tanto a su capacidad productiva.

• **Duración de la Estación de Crecimiento.**

Comprende el periodo en número de días de inicio de la temporada de lluvias en forma regular, hasta la terminación de la temporada, más un periodo de reserva de humedad del suelo, el cual depende de sus características edáficas. Este valor se utiliza para la zonificación de cultivos de temporal, la selección de variedades de cultivos, la definición de áreas agrícolas (Villalpando y García, 1993).

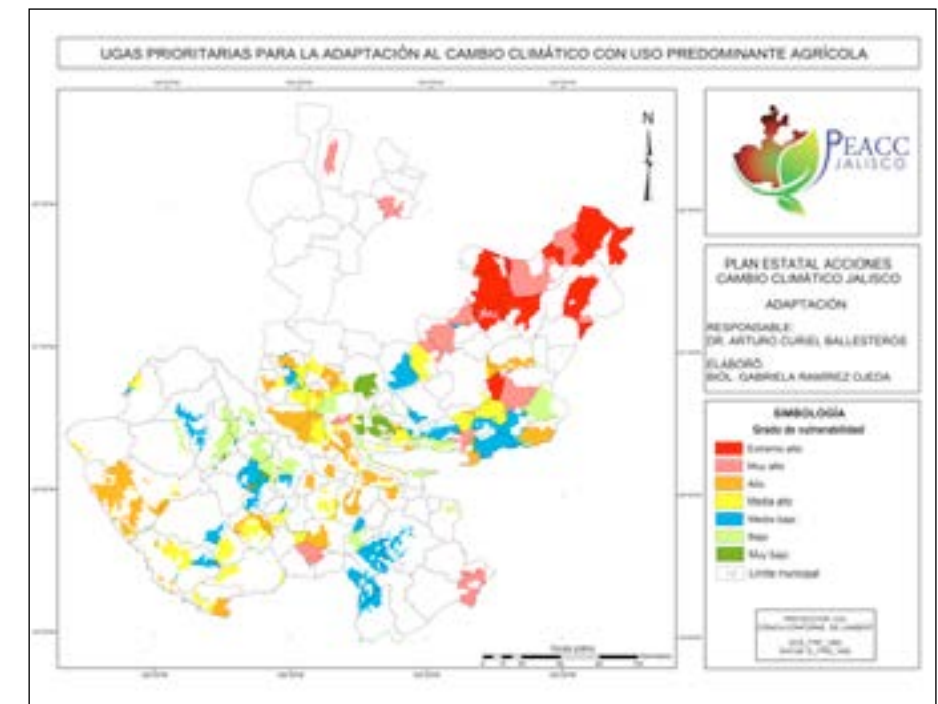
• **Erodabilidad del suelo.**

Es la capacidad del suelo a erosionarse, es un indicador de vulnerabilidad ante la intensidad de la lluvia y el riesgo de perder el sustrato indispensable para la nutrición y soporte de las raíces. Este valor está asociado a las unidades de clasificación de suelos (FAO, 1980).

Las unidades más urgentes de atender, son las que están en suelos que han perdido o presentan una limitada capacidad de producción de biomasa.

En resumen, aquí se considera que las unidades más urgentes de atender, son las que están en suelos que han perdido o presentan una limitada capacidad de producción de biomasa. Se realiza una cartografía escala 1:250,000 con las Ugas Ag considerando los criterios establecido en el Cuadro 7, y que su zonificación se presentan en la Figura 37. Se puede apreciar que la región más crítica es Altos Norte donde se localizan estaciones de crecimiento menores a las que demandan los cultivos principales y suelos degradados. En particular los municipios que presentan una probabilidad de sufrir siniestralidad alta donde son se pierda más del 40% de la superficie sembrada es: Ojuelos de Jalisco, Encarnación de Díaz y Teocaltiche.

Figura 37: Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático en Unidades de Gestión Ambiental con uso agrícola predominante.



Cuadro 7: Criterios básicos para indicadores que definan ecosistemas agrícolas de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático.

CRITERIO	CATEGORIA		
	BAJA SUSCEPTIBILIDAD	SUSCEPTIBILIDAD MEDIA	ALTA SUSCEPTIBILIDAD
<b>CAPACIDAD PRODUCTIVA</b>	>0.9 P/EY SUELOS PROFUNDOS	ENTRE 0.5 Y 0.9 P/EY SUELOS CON PROFUNDIDAD MEDIA	< 0.5 P/EY SUELOS DELGADOS
<b>DURACIÓN DE ESTACIÓN DE CRECIMIENTO</b>	>150 DÍAS	ENTRE 60 Y 150 DÍAS	<60 DÍAS
<b>ERODABILIDAD DEL SUELO A LA EROSIÓN HÍDRICA</b>	UNIDAD DE SUELOS CON ESTRUCTURA DESARROLLADA	SUELOS CON DESARROLLO MEDIO DE ESTRUCTURA	UNIDAD DE SUELO SIN ESTRUCTURA DESARROLLADA

### Efecto de la temperatura

Ruiz y Regalado (2013) hacen un análisis sobre el factor de temperatura en los cultivos, ellos consideran que el incremento de la temperatura produce un aumento en la acumulación de grados-día o unidades térmicas de desarrollo (unidades calor) con lo que se incrementa la velocidad de desarrollo de plantas e insectos, importantes para la agricultura. Con esto se tiene un acortamiento del ciclo vegetativo de los cultivos, causando por un lado una reducción del rendimiento al reducirse el período de producción de biomasa y de llenado de grano o formación de órganos reproductivos. Al incrementarse la velocidad de desarrollo de organismos poiquiloterms, se incrementa no sólo la velocidad de desarrollo de las plantas, sino también de otros organismos importantes para la agricultura: los insectos-plaga. Con el cambio climático es de esperarse que el número de generaciones por año o ciclo de producción se incremente, elevando con ello los costos en el combate de plagas y con ello los costos de producción de cultivos y de alimentos. También se puede esperar la aparición de nuevas especies de insectos-plaga, lo que complicaría aún más esta situación.

El incremento de temperatura trae también como consecuencia que se incrementa el número de días con temperatura por arriba de ciertos umbrales que afectan las funciones vitales de las plantas. Tal es el caso del número de días por arriba de 35°C, que para la mayoría de las especies cultivadas significa estrés por calor. Las plantas bajo estrés calórico reducen su actividad celular y por tanto la formación de tejidos y la producción de biomasa, afectando el rendimiento y la producción de alimentos. Todas las plantas tienen las llamadas temperaturas cardinales, las cuales rigen su desarrollo. Con el cambio climático se prevé que las especies cultivadas experimentarán un mayor número de días en que la temperatura rebasa su umbral máximo de temperatura, lo cual provoca que la planta entre en un estado de letargo.

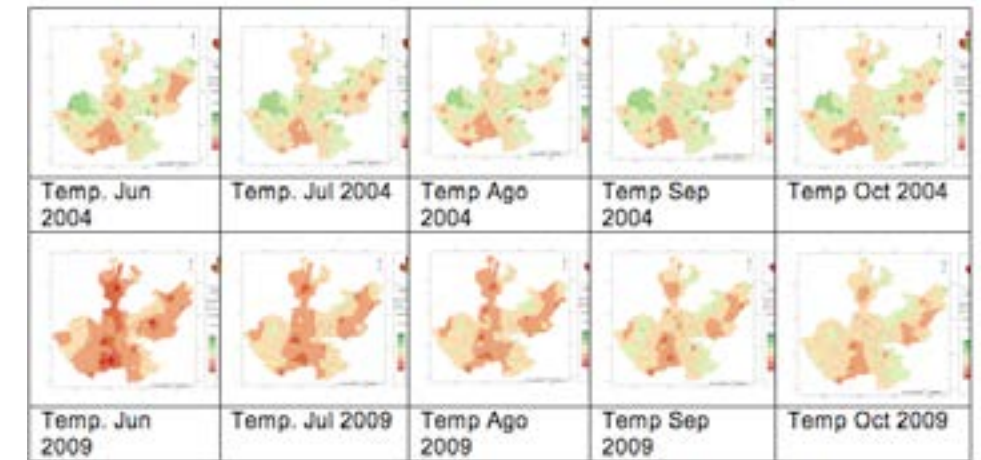
De ahí surge la paradoja de que la zona productora de alimentos con mayor resiliencia ante el cambio climático es la que está sometida a la presión de la expansión urbana de la zona metropolitana de Guadalajara. Por lo anterior se considera de gran prioridad y urgencia atender la expansión de la ZMG y proteger las áreas agrícolas de Zapopan y Tlajomulco.

Al comparar los rendimientos de maíz por hectárea en el estado entre 2004 considerado un año fresco y 2009 como un año cálido (Figura 38) se encuentra que en 87 municipios disminuye el rendimiento en el año cálido con diferencias de más de 4 toneladas por hectárea. En 2004 el rendimiento promedio de maíz por hectárea fue de 4.5 toneladas, mientras que en 2009 fue de 3.8 toneladas por hectárea.

Un punto relevante observable en el mapa, es que la zona que presenta el menor daño ante el cambio climático, por tener todos los criterios dentro de la categoría de baja susceptibilidad, es la región Centro

en los municipios de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga. De ahí surge la paradoja de que la zona productora de alimentos con mayor resiliencia ante el cambio climático es la que está sometida a la presión de la expansión urbana de la zona metropolitana de Guadalajara. Por lo anterior se considera de gran prioridad y urgencia atender la expansión de la ZMG y proteger las áreas agrícolas de Zapopan y Tlajomulco.

Figura 38: Temperatura máxima media en el temporal de 2004 año fresco vs 2009 año caluroso



### 3-2-3 Ecosistemas ganaderos de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático en Jalisco.

Las Unidades de Gestión Ambiental que presentan en el Ordenamiento Ecológico de Jalisco un uso predominante de Pecuario (P) suman una superficie de 762 058 hectáreas. Su distribución se presenta en la Figura 39.

Figura 39: Ubicación de Ugas con uso predominante ganadero



\* Los criterios para la priorización de identificación de unidades con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático son los siguientes:

- Índice de Humedad.

Es la relación entre la precipitación con 70% de probabilidad para cada mes/

evapotranspiración potencial de cada mes. Este es un indicador útil para identificar zonas con problemas periódicos de sequías (Villalpando y García, 1993).

**Índice Temperatura-Humedad.**

Se utiliza en el mundo para estimar el grado de estrés calórico en ganado lechero y de carne. Es un indicador utilizado para identificar aquellas zonas de riesgo para el ganado lechero y mitigar el estrés por calor. Este índice considera que valores de 70 o menos, son considerados como confortables, de 75 – 78 estresante, y valores mayores de 78 causan un malestar en las vacas al perder la capacidad de mantener mecanismos de termorregulación o temperaturas normales del cuerpo (Kadzere et al, 2002). Un THI que excede el valor de 72, es suficiente para causar tensiones calóricas e incrementar el ritmo respiratorio de la vaca, que aunque pueden ser menores, alcanzan y provocan una reducción en la ingesta de alimento; estos valores se presentan todo el año en la costa del Pacífico, principalmente en los territorios donde se ha abatido el servicio de regulación de los ecosistemas con la deforestación, incendios, introducción de especies invasoras, etcétera.

Considerando estos criterios, se define que las áreas pecuarias con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático son aquellas que presentan un índice de humedad bajo ó un índice de temperatura-humedad alto.

**Cuadro 8:** Criterios para definir categorías de indicadores para identificar áreas ganaderas susceptibles a sufrir daño ante el cambio climático.

CRITERIO	CATEGORIA	
	BAJA SUSCEPTIBILIDAD	ALTA SUSCEPTIBILIDAD
INDICE DE HUMEDAD	>0.6	< 0.34
INDICE TEMPERATURA-HUMEDAD	<72	>72

• **Estrés calórico**

Jalisco es líder nacional en producción de leche, pero en los últimos años el calentamiento de la Tierra, representa una amenaza con múltiples expresiones: olas de calor, incremento del calor durante el invierno (noches menos frías), estrés calórico, sequía, inundaciones y enfermedades transmitidas por vectores e infecciones.

La temperatura tiene un efecto universal en la vida. Todos los procesos vitales dependen de reacciones químicas que en buena parte se deben a la temperatura. Todo organismo vivo tiene su zona termoneutral, donde se encuentra la temperatura de confort y una franja de amortiguamiento al calor y frío que no afecta su estado de salud. Para los seres humanos esta zona es de 24 a 31 oC, pero los que tienen un valor termoneutral más sensible, son las vacas lecheras, cuyo rango es de 5 a 16 oC (Gordon, 2005). En consecuencia, se podría considerar el ganado vacuno lechero como un indicador de cambio climático dada su sensibilidad al calentamiento; y es que, la cantidad de calor corporal que las

vacas lecheras de alto rendimiento producen, es útil en climas fríos, pero es una severa carga durante tiempos cálidos (West, 1987).

Otro elemento de análisis en el marco del calentamiento global es la baja producción de alimento para el ganado por disponibilidad de agua, el 80% de los ganaderos también son agricultores.

Para las vacas lecheras se comienzan a observar efectos de estrés calórico a partir de ser expuestas a temperaturas mayores a 26 oC, donde comienzan a comer menos. A partir de los 32 oC su producción disminuye un 20% y la tasa de concepción cae. Y se estima que cuando llega a 37 oC el daño será de peligro cuando el % de humedad es menor al 50%, pero será letal cuando la humedad es mayor al 80% (Adams e Ishler, 1996). El calentamiento será fatal para ganado bovino a partir de 46.7°C con menos de 50% de humedad relativa (Armstrong, 1994).

Los ganaderos de la región lechera de Jalisco, ya observan estos efectos en la salud del ganado. Por ejemplo, Arturo Pedroza, comenta:

*"Mira... las vacas, con el estrés calórico, eh, comen menos, entonces por ese motivo la vaca va a producir menos leche, la vaca se la pasa más en la sombra, con una respiración más...agitada..." (Barbosa, 2013)*

Por su parte Carlos Villalobos, presidente de la Asociación Ganadera de Encarnación de Díaz y también ganadero, ratifica la presencia de estrés calórico y su afectación a la producción de leche:

*"El estrés calórico es muy común, pero batallamos mucho para medirlo, no sabemos cuánta producción baja... porque no es muy palpable... pero de que existe, existe y hay pérdidas en la producción, tampoco hay ovulación en la vaca y no entra en ciclo de reproducción, por lo tanto retrasa las gestaciones".*

Otro elemento de análisis en el marco del calentamiento global es la baja producción de alimento para el ganado por disponibilidad de agua, el 80% de los ganaderos también son agricultores.

En relación a la falta de agua, los ganaderos comentan cómo están viviendo esta problemática:

*"En 2011 no llovió prácticamente pero estábamos enteros por así decirlo ... y a partir de 2011 a la fecha como no llovió pues a partir de octubre y noviembre del año pasado, se empezó a despoblar de ganado todos los ganaderos... Se ha vendido el 30% de animales por efecto de la sequía. Y en su mayoría son los pequeños productores los más afectados es decir, los que tienen un total de 100 vacas para abajo" (Carlos Villalobos, Presidente de la Asociación Ganadera de Encarnación de Díaz).*

*"El problema de la sequía, de que no tenemos agua en los abrevaderos, todo lo que son bordos, además no hubo pasturas..." (Arturo Pedroza; Encarnación de Díaz, Jalisco)*

"El problema de la sequía es bueno que no tenemos agua en los abrevaderos, todo lo que son bordos, no hubo pasturas, no hubo..." (Entrevista 2)  
 "... la milpa ya no se nos da por la cuestión que es de más agua." (Entrevista 12)  
 "... pues lo que se pudo aprovechar con riego, pero de temporal nada..." (Entrevista 4)  
 "... no tengo los pastos suficientes para mantenerlo, ni las pasturas ni el agua..."

Asimismo los ganaderos comentan el aumento de precios en los alimentos para su ganado a partir de la sequía que vivieron los estados del norte del país, quienes se vieron en la necesidad de comprar los alimentos en otros estados entre ellos el de Jalisco; situación que provocó un aumento desmesurado en los costos:

"Sí, lo que es sobre todo el maíz ha subido, se ha disparado mucho de un año para acá". (Luis Guillermo Campos, Encarnación de Díaz, Jalisco).

"...El alimento mire usted, mucha gente que... acapara y luego después quiere vender a... a un precio en el cual a veces la producción no le... no le permite a usted... comprar" (Juan Francisco Ornelas; Zapopan, Jalisco).

Las vacas lecheras, son también las que demandan mayor cantidad de agua de consumo de todas las especies animales que nos alimentan, siendo 2,056 m<sup>3</sup>/cabeza/año (Mekonnen y Hoekstra, 2012), lo que la hace más vulnerable a las condiciones de sequía.

La producción de leche conduce a la producción de calor metabólico debido a la metabolización de grandes cantidades de nutrimentos, lo que hace que las vacas más productivas sean más vulnerables al estrés calórico que las menos productivas (Kadzere et al, 2002).

**En base a los criterios expuestos, se considera al municipio de Encarnación de Díaz como el de más alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático.**

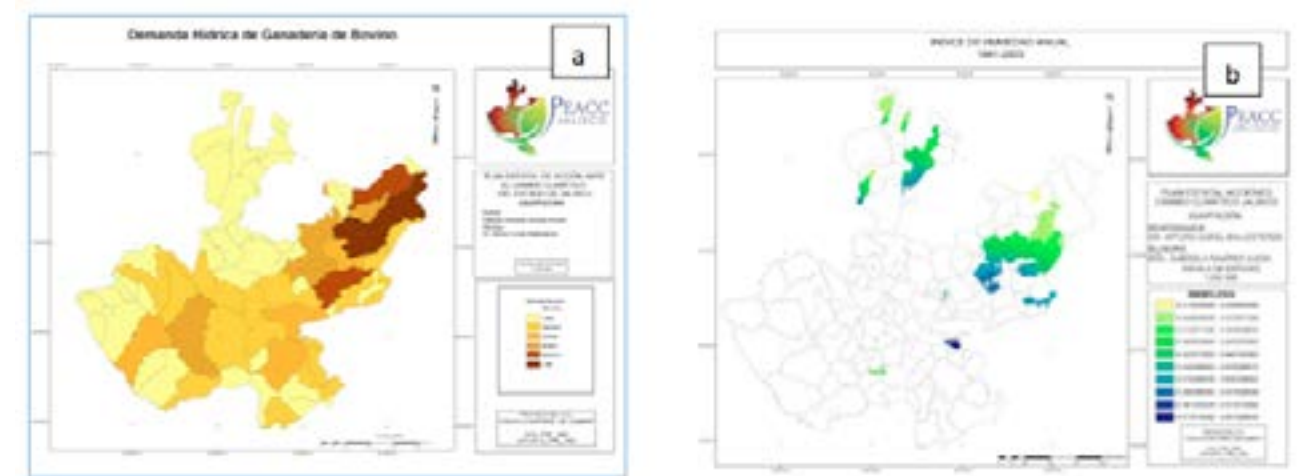
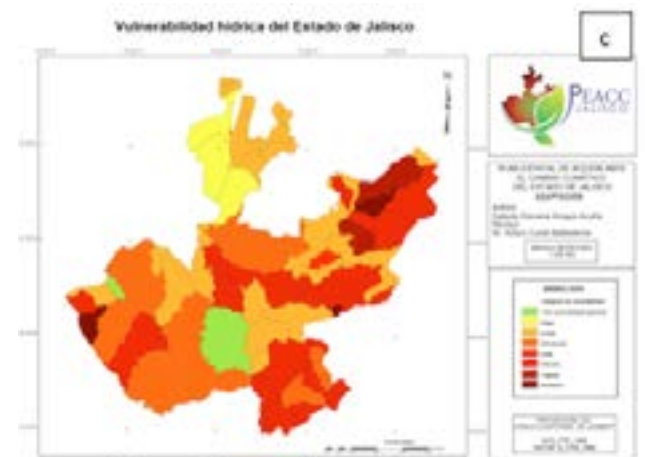


Figura 40:a,b,c La mayor zona ganadera de Jalisco se establece en una zona de severa a extrema vulnerabilidad hídrica (Amaya, 2014).



En base a los criterios expuestos, se considera al municipio de Encarnación de Díaz como el de más alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático.

Figura 41: Valores de Índice de Temperatura Humedad de 2001 a 2010. Todos los años, Encarnación de Díaz presenta niveles de riesgo para el ganado vacuno.

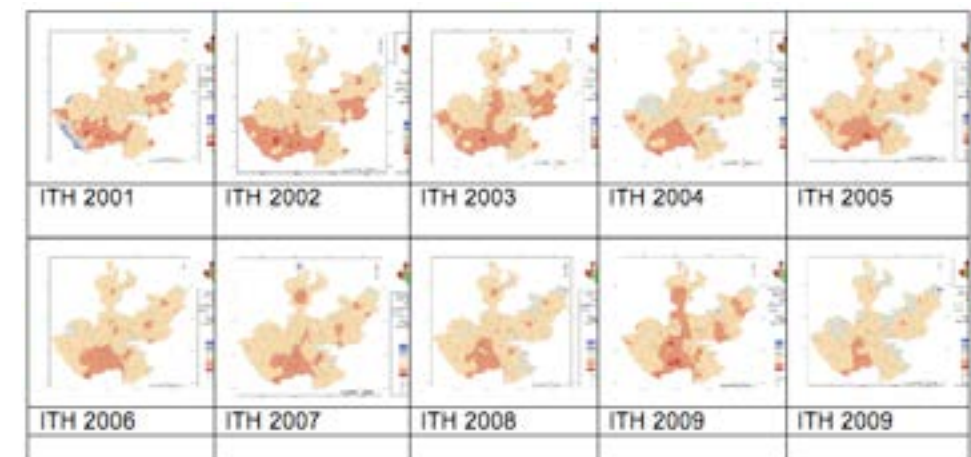
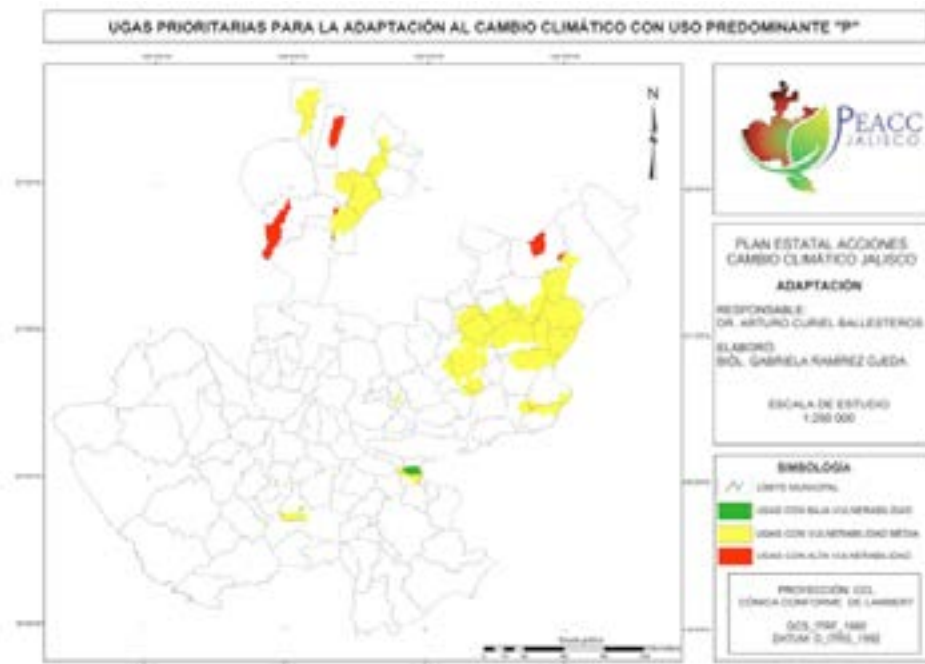


Figura 42: Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático



Cuadro 9: Distribución de los municipios con uso predominante ganadero en relación a la susceptibilidad

Susceptibilidad a sufrir daño MUY ALTO					• Encarnación de Díaz
ALTO					• Tepatlán de Morelos • Tomaya • San Gabriel
					• Lagos de Moreno • Mezquitic • Bolaños • Unión de San Antonio • San Diego de Alejandria • San Julián • San Miguel El Alto
MEDIO					• Hucjuquilla El Alto • Colotlán • Totatiche
BAJO					• Tizapán El Alto • La Manzanilla de La Paz
	Alta disponibilidad de Agua con una probabilidad <50% de un índice Temperatura – Humedad arriba de 75	Baja Disponibilidad de Agua con una probabilidad <50% de un índice Temperatura – Humedad arriba de 75	Baja Disponibilidad de Agua con índice de Temperatura – Humedad arriba de 75	Mediana Disponibilidad de Agua con índice de Temperatura – Humedad arriba de 80 todos los años	Muy Baja Disponibilidad de Agua con índice de Temperatura – Humedad arriba de 80 todos los años



### 3-2-4 Ecosistemas Urbanos Prioritarios para la Adaptación al Cambio Climático en Jalisco.

Las Unidades de Gestión Ambiental que presentan en el Ordenamiento Ecológico de Jalisco un uso predominante de Asentamientos Humanos (Ah)) suman una superficie de 70 895 hectáreas. Su distribución se presenta en la Figura 43.

Figura 43: Ubicación de Ugas con uso predominante de Asentamientos Humanos.



Las Ugas de la zona metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta, Ocotlán, Ciudad Guzmán, Lagos de Moreno y Colotlán son las únicas visibles en el ordenamiento ecológico estatal. Para hacer un análisis más pertinente se apoyó en el estudio de todas aquellas ciudades que en 2010 tenían una superficie mayor a 100 hectáreas consideradas como cartografiables a la escala 1: 250,000. De ahí surgió un segundo mapa de referencia que es el presentado a continuación Figura 44:

Figura 44: Asentamientos Humanos cartografiables a escala 1:250,000.



\* Los criterios para la priorización de identificación de unidades con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático son los siguientes:

- Población afectada por desastres hidrometeorológicos
- Población afectada por enfermedades vinculadas al Cambio Climático
- Población marginada
- Población con baja educación

El desastre que con mayor frecuencia que reporta daños en asentamientos humanos en Jalisco es el de inundación Figura 45.

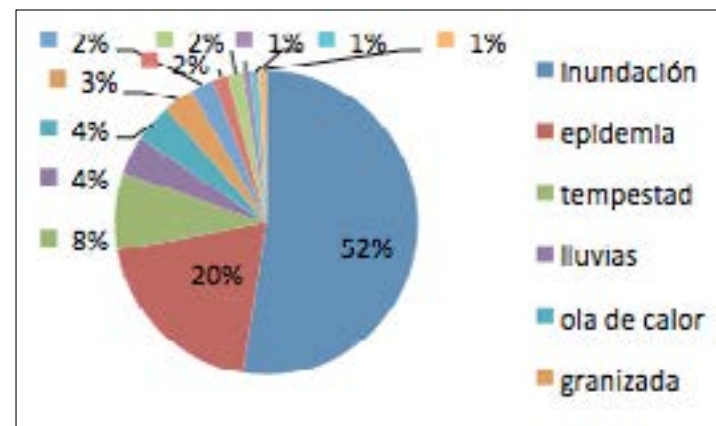


Figura 45: Distribución de desastres hidrometeorológicos y asociados en Jalisco.

Las localidades donde de manera más frecuente se presentan los desastres hidrometeorológicos se presentan en la siguiente figura. Queda definido que Guadalajara y Puerto Vallarta son las ciudades donde más se han sufrido estos desastres.

Los riesgos presentes en Guadalajara en relación a su probabilidad de ocurrencia y efectos, tanto en patrimonio perdido como en salud, son en primer lugar las inundaciones, seguido por olas de calor y lluvias intensas.

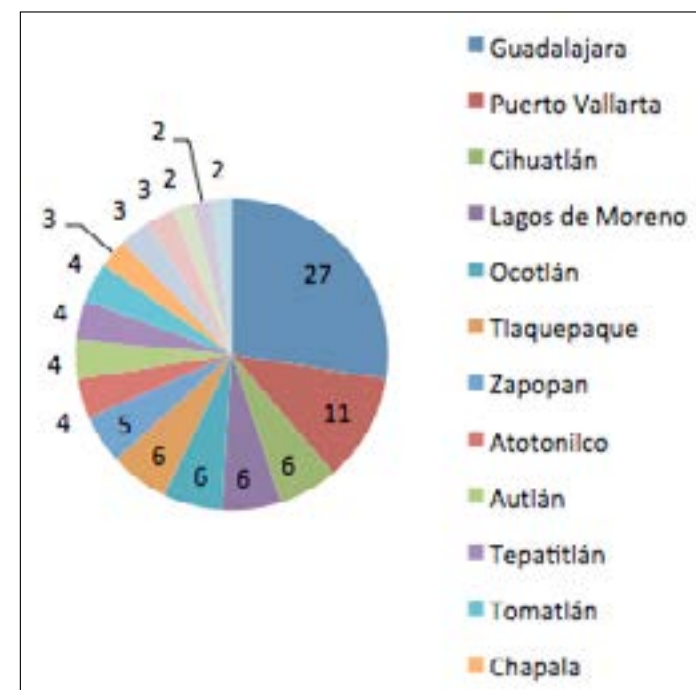
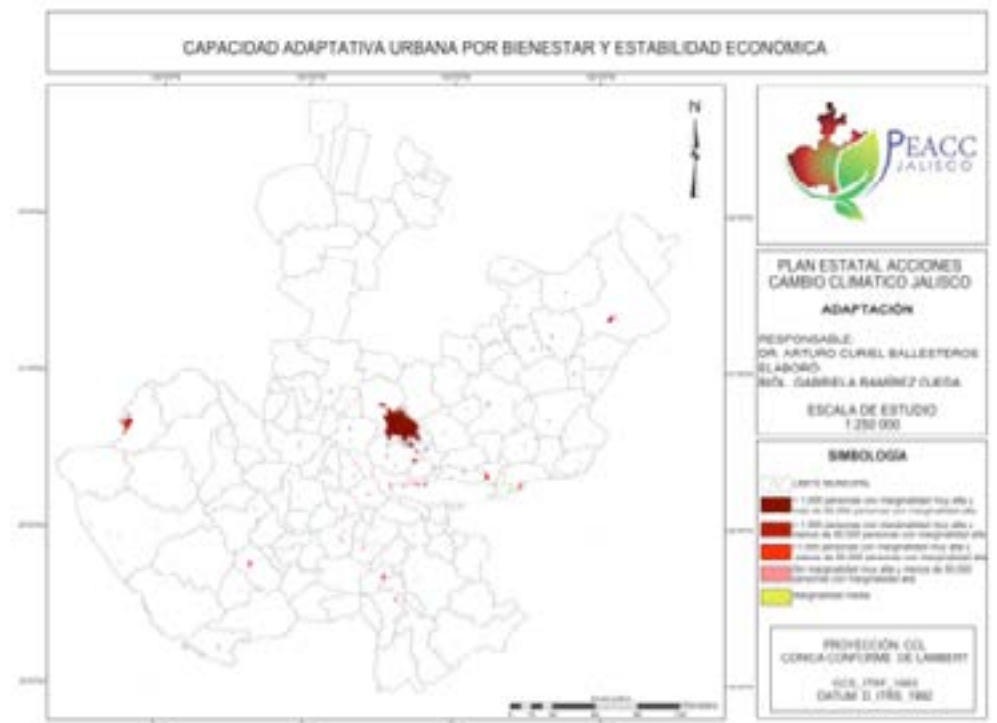


Figura 46: Municipios afectados por número de desastres hidrometeorológicos en los últimos 20 años en Jalisco.

Con respecto a enfermedades que se han incrementado de forma notable en periodos de calor en Jalisco y que en la literatura científica actual se vincula con cambio climático, está el cáncer: tumor maligno de bronquios o del pulmón (C34.9), melanoma maligno de piel (C43.9) y tumor maligno de piel (C44.9); enfermedades cardiovasculares: arritmia cardiaca (I49.9), hemorragia subaracnoidea (I60.9), hemorragia intraencefálica (I61.9), infarto cerebral (I61.9), accidente vascular encefálico agudo (I64.X) y otras enfermedades cerebrovasculares específicas (I67.8); además se consideran las enfermedades y desórdenes neurológicos y enfermedades transmitidas por vectores y zoonosis. Además se han encontrado algunos hallazgos como el presentado en Tlaquepaque, municipio de la ZMG que más ha incrementado el calor en los últimos 20 años, donde en los meses de calor –mayo y junio-, se incrementa la probabilidad de sufrir una caída mortal del 3% al 10%.

Para una zonificación de asentamientos humanos de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático, se han considerado algunos criterios de lo que se conoce como indicadores para evaluar la capacidad adaptativa al cambio climático de las poblaciones (Vincent, 2007). De estos indicadores se presentan a continuación los relacionados al Bienestar y la Estabilidad Económica de la población considerando el valor de marginación reportado por CONAPO (2011), Figura 47.

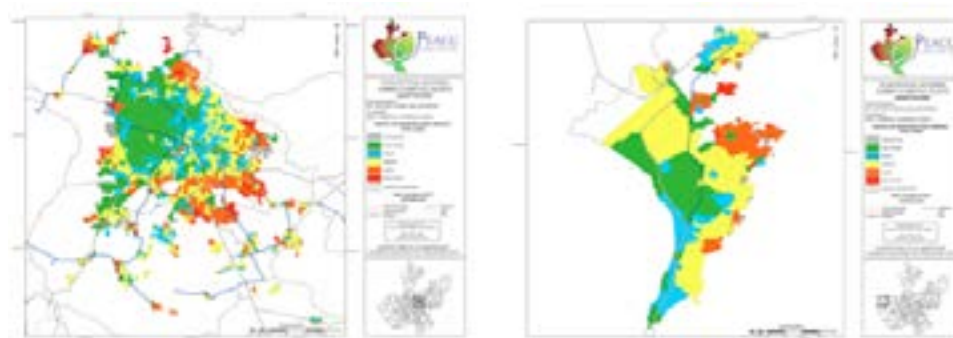
Figura 47: Marginalidad de los asentamientos humanos de Jalisco.



Las poblaciones principales donde se presentan mayor número de personas con grado de marginación muy alto, son municipios de la zona metropolitana de Guadalajara, en primer lugar esta Zapopan, siguiendo Tonalá. En tercer lugar El Salto. La segunda población es Puerto Vallarta y la tercera Lagos de Moreno.

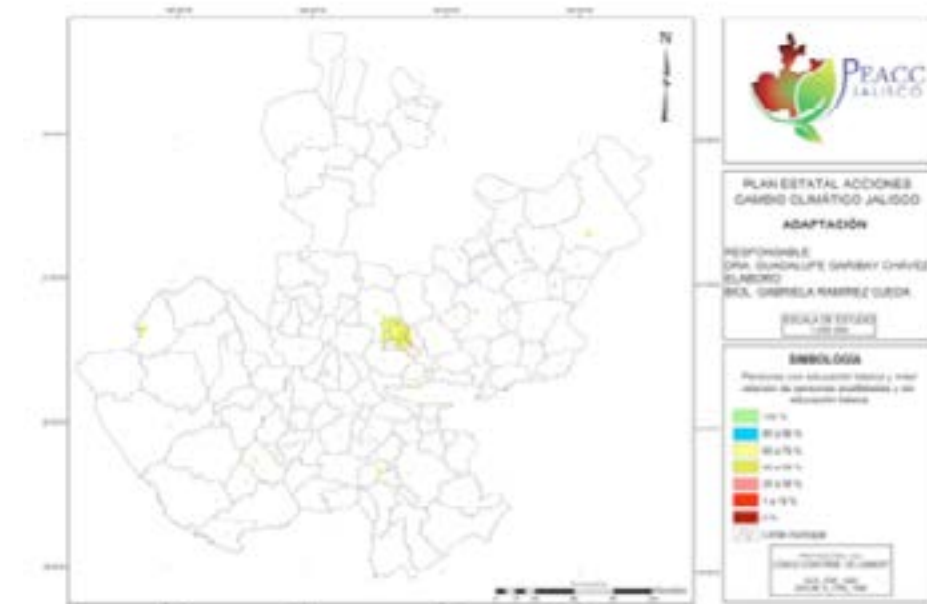
Los Agebs con mayor marginación para la ZMG y Puerto Vallarta se presentan con detalle en la Figura 48.

Figura 48: Distribución de áreas marginadas en la ZMG y Puerto Vallarta. Fuente CONAPO.



Un segundo indicador vinculado a la capacidad adaptativa es el de educación, presentando sus valores en la Figura 49.

Figura 49: Capacidad adaptativa al cambio climático por educación en Jalisco.



Con respecto a educación el nivel bajo de estudios limita las posibilidades de desarrollo y margina en muchos campos de la vida social, cultural, económica, científico-tecnológica y política. Se reconoce que a menor nivel de escolaridad de las personas mayor aceptación del riesgo y menores posibilidades de modificar sus circunstancias de vulnerabilidad (Liu, Kawachi y Glymour, 2012).

\* Otros indicadores considerados para identificar asentamientos prioritarios son los siguientes:

• **Densidad de Población.**

Se refiere a la cantidad de personas que existen en una superficie determinada. La vulnerabilidad por este indicador tiene dos acepciones, se es vulnerable cuando hay baja densidad en municipios con alta expansión urbana como

Tlajomulco de Zúñiga, donde las zonas de expansión causan más número de accidentes viales, no sólo a causa de la carga vial que implican los fraccionamientos

Al tenerse también baja densidad, se es vulnerable por la falta de infraestructura y servicios y una menor capacidad de respuesta y atención en caso de desastre

en estas áreas, sino por la dinámica misma que implica la expansión urbana donde se incrementan las tasas de accidentes más allá de las tasas de aumento en el número de vehículos (Caminos, 2013). Al tenerse también baja densidad, se es vulnerable por la falta de infraestructura y servicios y una menor capacidad de respuesta y atención en caso de desastre

(Frumkin, Frank y Jackson, 2004). Por otra parte, también se es vulnerable en zonas donde existe una muy alta densidad poblacional, pues en el caso de presentarse una amenaza climática, hay más personas expuestas que pueden sufrir daño.

En la Figura 50 se puede apreciar que este es uno de los principales indicadores que permiten identificar áreas vulnerables, de manera particular, las poblaciones con expansión urbana como: Zapopan, Puerto Vallarta, Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque y El Salto.

• **Niños menores de cinco años.**

Considerados dentro de los grupos vulnerables debido a la susceptibilidad que presentan ante factores ambientales como la temperatura, la contaminación del aire, el grado de inmadurez de varios de los sistemas del organismo que le crean una mayor condición de daño. Es un grupo que por su desarrollo presenta una condición de dependencia hacia los adultos. En la Figura 51 se presenta la distribución de Agebs. La mayor cantidad de niños, se encuentran en Tonalá y Guadalajara.

• **Número de personas de 70 años y más.**

Los adultos mayores en esta etapa de la vida se reconocen como un grupo vulnerable debido a sus características biológicas, de dependencia o porque demandan muchas necesidades de asistencia y atención específica. Presentan discapacidades como limitaciones en la visión, audición y o movilidad. Además son un grupo que presenta enfermedades crónicas muchas de ellas sensibles a los cambios de temperatura (enfermedad vascular, enfermedad isquémica del corazón, depresión, caídas y variedad de condiciones inflamatorias). En la Figura 52 se muestra con claridad que Guadalajara es la localidad con la mayor cantidad de adultos mayores.

• **Relación población que cuenta con seguro en salud/población sin seguro en salud.**

El acceso a los servicios de salud y seguridad en salud es un factor que determina la posibilidad de atención, a veces la única, sobre todo en poblaciones con escasos recursos y muchas veces la posibilidad de vida o muerte (DARA y The Climate Vulnerable Forum, 2010). En la Figura 53 se presenta la distribución de Agebs.

Con respecto a los diversos indicadores de vulnerabilidad para asentamientos humanos, se puede llegar a definir a la zona conurbada de Guadalajara, Puerto Vallarta y Lagos de Moreno, las poblaciones en donde es necesaria y urgente la implementación de estrategias de adaptación al cambio climático.



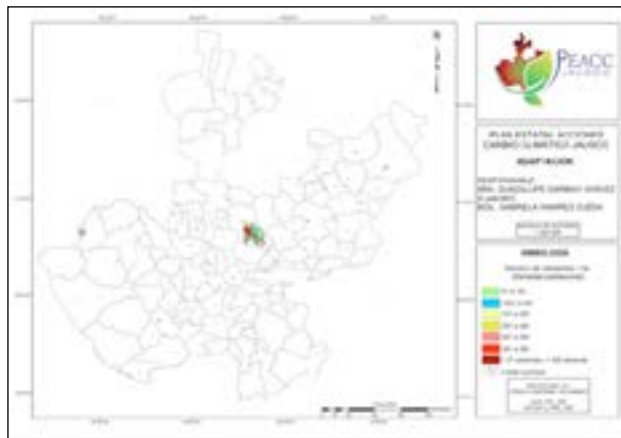


Figura 50: Vulnerabilidad ante el cambio climático por densidad poblacional.

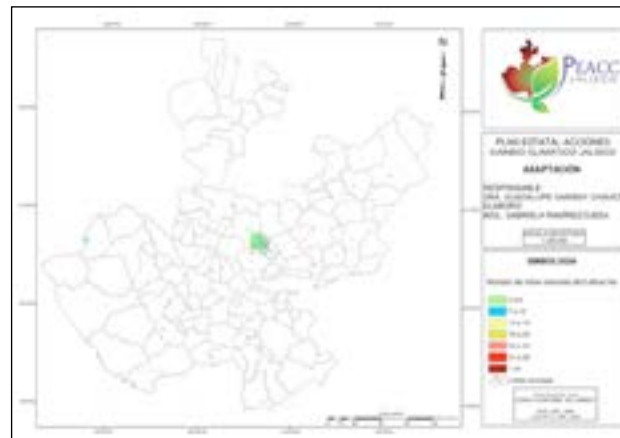


Figura 51: Vulnerabilidad al cambio climático por población de niños.

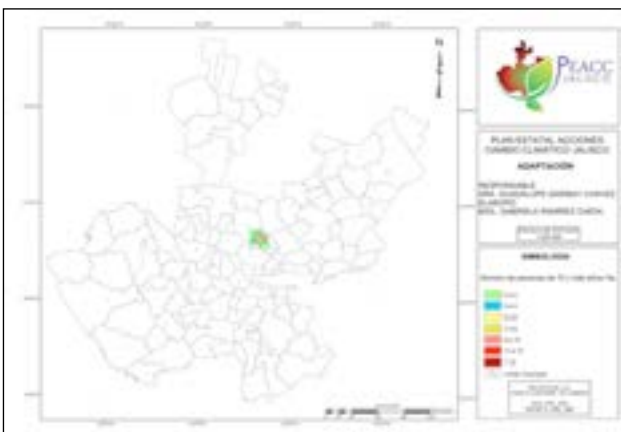


Figura 52: Vulnerabilidad al cambio climático por población de adultos mayores.

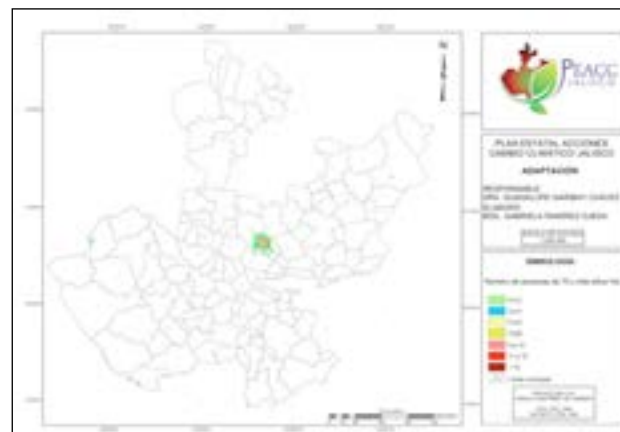


Figura 53: Vulnerabilidad por seguridad en servicios de salud.

**Conclusión:**

Una vez revisados los resultados encontrados en esta evaluación sobre las zonas de Jalisco con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático y con alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación, **se considera urgente incorporar criterios de ordenamiento territorial para la adaptación al cambio climático las regiones de Altos Norte, Altos Sur, Centro y Costa Norte.**

**3-3 Principales respuestas de adaptación desde la política pública y la participación ciudadana.**

Una estrategia de adaptación eficiente, requiere tanto de: las políticas públicas (el papel regulador y educador del estado), participación ciudadana. La actuación única del estado o de la ciudadanía, no resulta suficiente para enfrentar este problema.

La política pública es clave para generar una capacidad adaptativa desde la gestión de fondos y tecnología; acceso a información y capacidades para aprovechar la información; desarrollo institucional y planeación efectiva.

La política pública es clave para generar una capacidad adaptativa desde la gestión de fondos y tecnología; acceso a información y capacidades para aprovechar la información; y desarrollo institucional y planeación efectiva.

La participación ciudadana, requiere de una calidad y acceso a la información del problema y sus efectos.

Es una prioridad en materia de adaptación, mejorar el alcance y control de calidad de los datos de monitoreo climático y contar con evaluaciones en el ámbito estatal de los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación.

La educación y capacitación son fundamentales, no sólo a nivel de educación formal básica, sino a todos los niveles, sectores e instituciones. Por ejemplo, en Jalisco no hay diagnósticos de morbilidad y mortalidad por exposición al calor natural excesivo, que aún cuando está presente en la Clasificación Internacional de Enfermedades y Causas de Muerte con la clave X30, no se reporta en Jalisco; lo anterior indica que los médicos no tienen presente la sintomatología de un Golpe de Calor con problemas multiorgánicos que pueden incluir síntomas tales como: inestabilidad en la marcha, convulsiones e incluso coma, así como una respuesta insuficiente del sistema termorregulador; esto es parte de una información de calidad, saber de la gente que muere por golpes de calor en Jalisco, ello requiere de una formación de los actuales médicos que diagnostican las causas de muerte.

En la legislación actual, se deberá incorporar el cambio climático en los diversos procesos de planeación de uso del territorio y la implementación efectiva

El principal reto a superar es el gran déficit entre la demanda de actuación para atender las necesidades de la adaptación y la oferta existente de las instituciones y la sociedad

de las cuatro políticas del ordenamiento ecológico: Conservación (de los servicios de los ecosistemas, indispensables para la adaptación al cambio climático); Protección (para aquellos sitios amenazados cuya pérdida serían de alto impacto en el bienestar, como las zonas productoras de alimentos); Aprovechamiento (de zonas con potencial de regular de manera efectiva y a través del tiempo las amenazas del clima); y Restauración (de la infraestructura física y natural de Jalisco para la adaptación).

El principal reto a superar es el gran déficit entre la demanda de actuación para atender las necesidades de la adaptación y la oferta existente de las instituciones y la

sociedad que reiteran su interés por reforzar programas pero no por emprender las acciones que corresponden al problema dentro de un marco institucional, administrativo y de gobernanza suficiente para ello.

En Jalisco es virtualmente seguro una mayor temperatura y menor frecuencia de días y noches frías, es probable los eventos de precipitaciones intensas y las áreas afectadas por sequía, y es muy probable que se dé una mala adaptación, definida como el desarrollo habitual que, al obviar los impactos del cambio climático, aumenta inadvertidamente la exposición y/o vulnerabilidad al cambio climático. La mala adaptación también incluye acciones divulgadas como adaptación que en vez de reducir la vulnerabilidad, la aumentan. Lo anterior tiene que cambiar para una buena adaptación y que las tendencias de los escenarios caóticos no sean el destino de Jalisco.

En resumen, las prioridades estratégicas para implementar políticas públicas y de participación social para la adaptación al cambio climático, son: Mejorar la disponibilidad y calidad de la información climática y monitorear las principales sectores vulnerables al cambio climático y los efectos que causan los golpes de calor; incorporar criterios de adaptación en políticas estatales y en el ordenamiento ecológico del territorio; movilizar al gobierno total de manera coordinada para implementar mecanismos de reducción de riesgo de desastres; revisar y ajustar reglamentos y estándares en la construcción de infraestructura ante los riesgos del cambio climático; y desarrollar mecanismos de apoyo presupuestario con apoyos propios y de agencias donantes OCDE. (2010).

### 3-4 Medidas de adaptación al cambio climático para Jalisco

#### 3-4-1 Ruta para la Selección de las Mejores Medidas de Adaptación

- **Identificación de las condiciones de amenaza del cambio climático presentes en Jalisco:**

- Incremento de calor. Figura 54,
- Incremento de intensidad de lluvias y su asociación a inundaciones. Figura 55,
- impacto cada vez mayor de las precipitaciones. Figura 56.

- **Identificación de un listado posible para Jalisco de medidas de adaptación para cada una de las amenazas, realizando talleres con la participación de los siguientes actores:**

- Expertos (Jalisco: grupo núcleo del proyecto PEACC-adaptación, miembros de la Academia Suelo, Agua y Atmósfera de la Universidad de Guadalajara, miembros del Colegio de Estudios Interdisciplinarios de Salud Ambiental A.C. y Centro de Enseñanza Técnica Industrial; México: Comité Nacional México de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México)
- Estudiantes (carrera de Arquitectura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental y carrera de Biología de la Universidad de Guadalajara)

Figura 54: Tendencia de cambio de temperatura en Jalisco para la mitad del siglo XXI

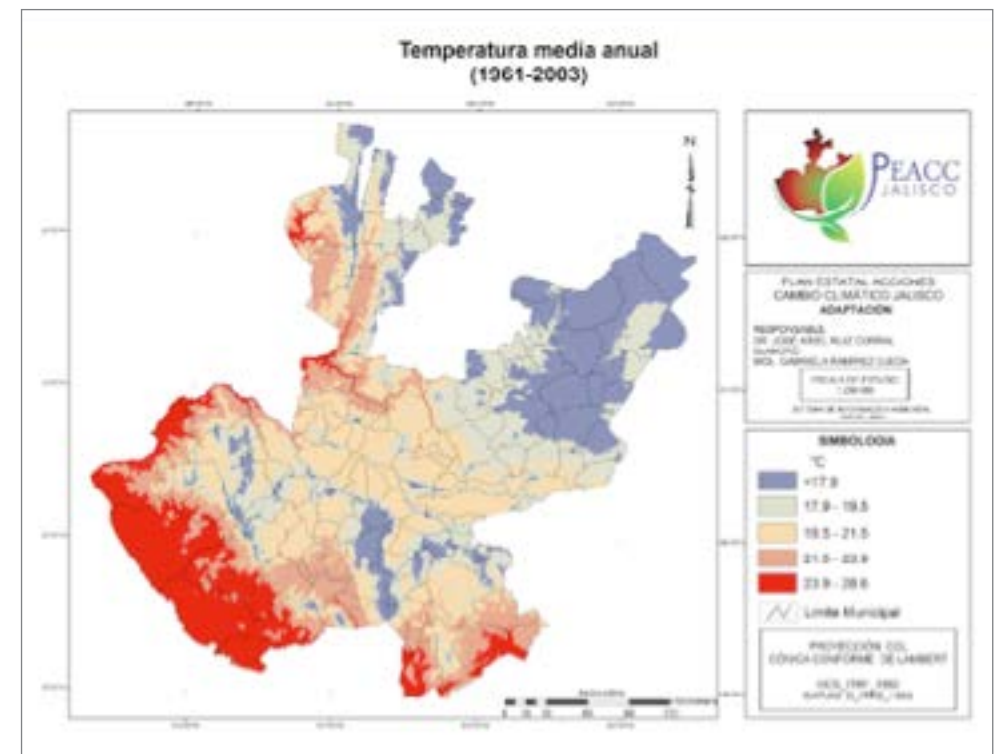
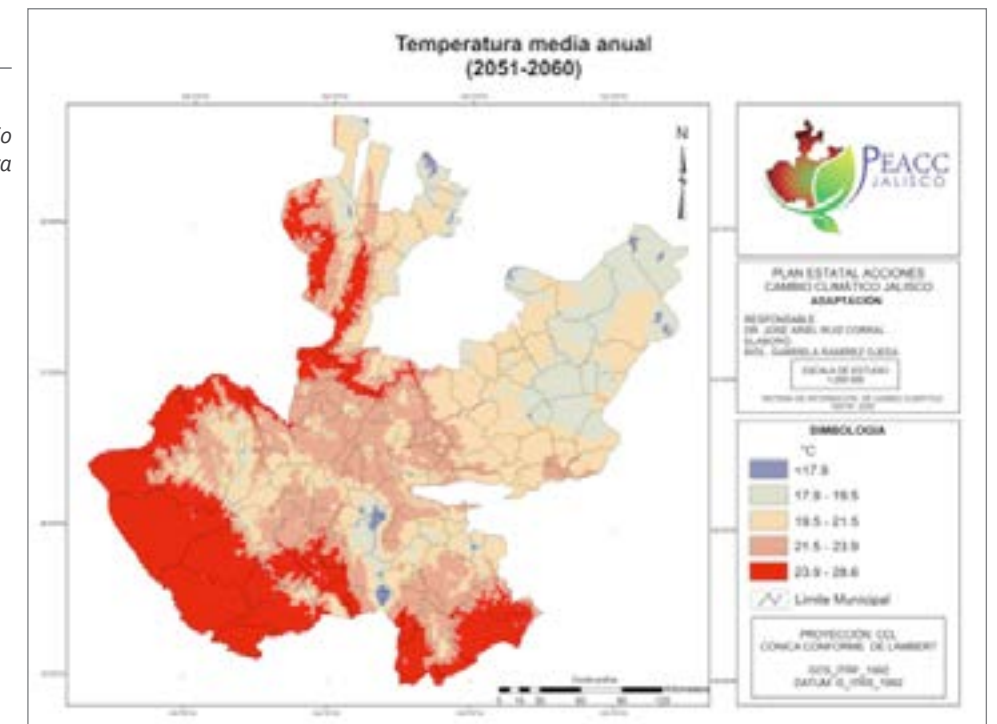


Figura 55: Municipios donde se presenta una tendencia de incremento en la intensidad de la lluvia.

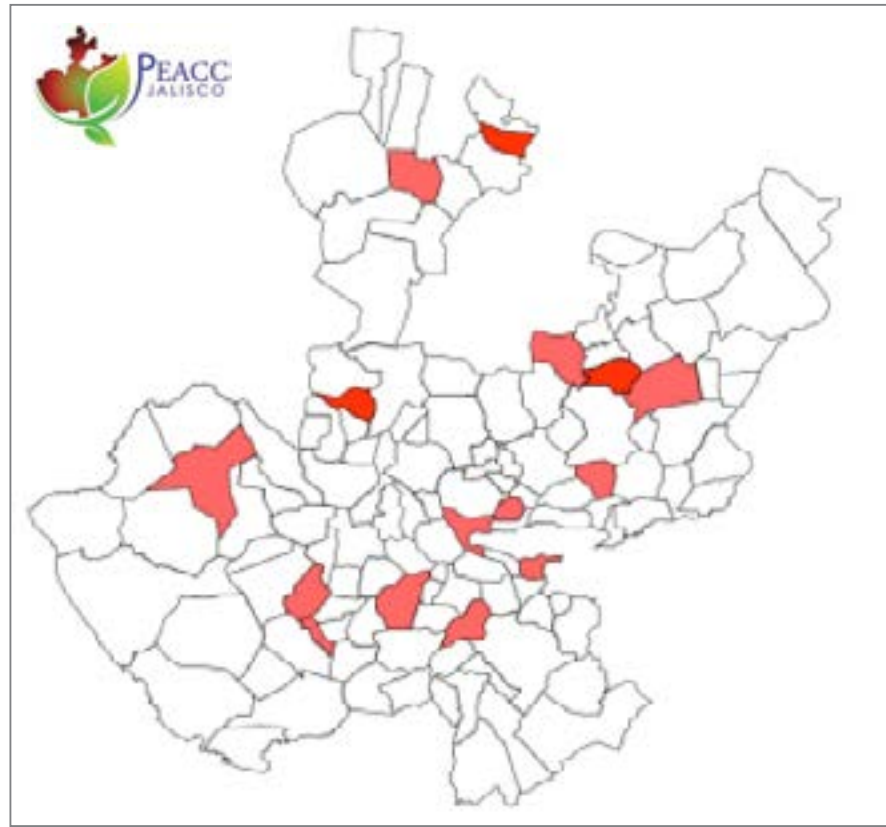
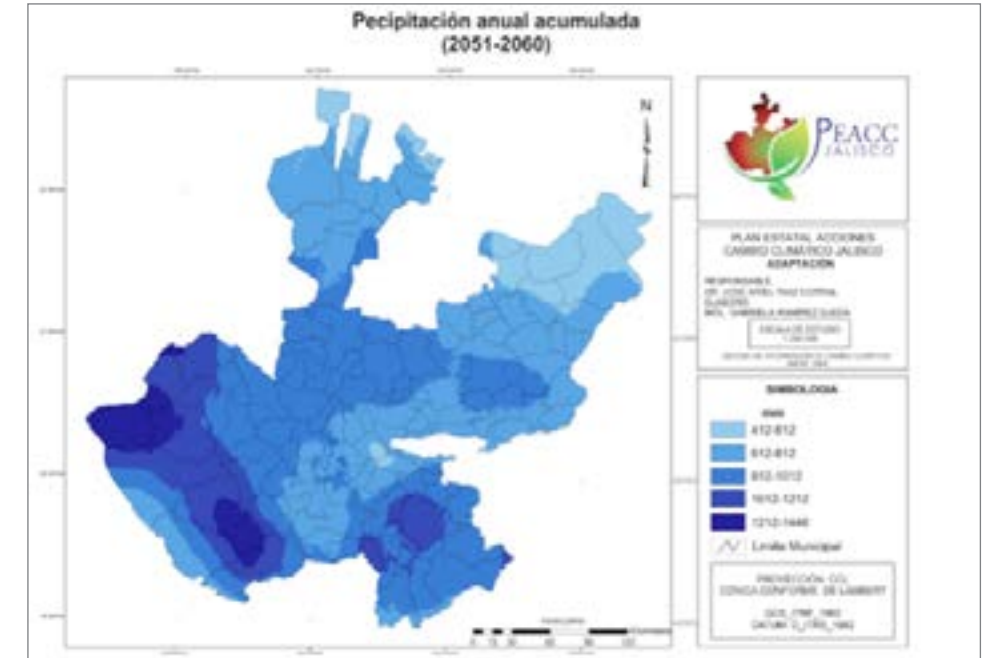


Figura 56: Tendencia de cambio de precipitación en Jalisco para la mitad del siglo XXI.



- Agricultores, ganaderos y pescadores de los municipios de: Cihuatlán-Manzanillo, Colotlán, Ojuelos y Encarnación de Díaz.

Los listados generados de medidas de adaptación en los diversos talleres realizados, arrojaron los siguientes resultados:

- Medidas de adaptación para calor: 113,
- Medidas de adaptación para Intensidad de lluvia/inundaciones: 115,
- Medidas de adaptación para sequía: 126.

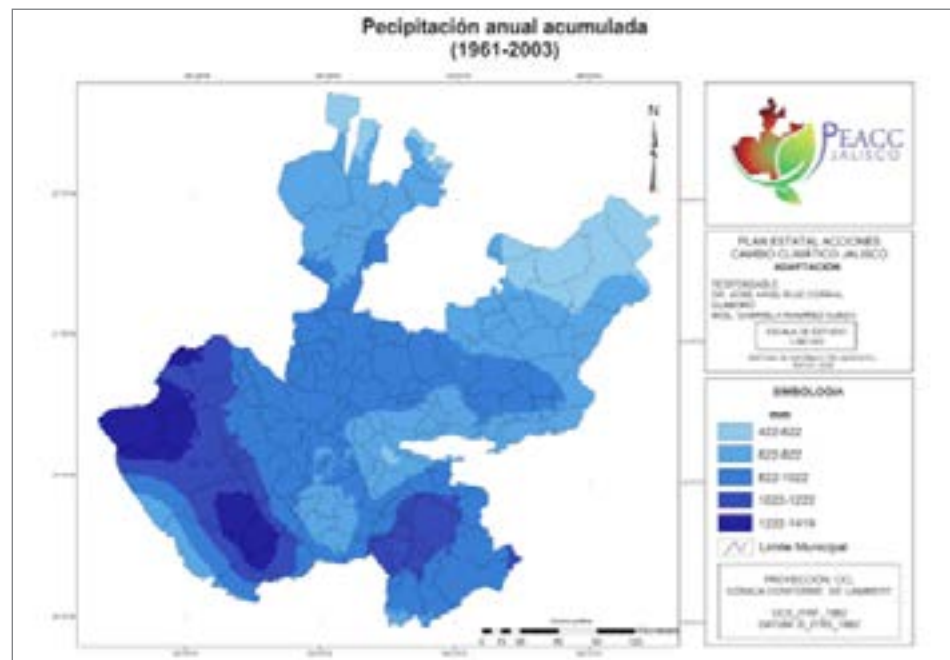
• **Realización de una priorización por importancia por los mismos actores anteriores.**

Se identificaron las medidas prioritarias, considerando aquellas que pueden desarrollarse por los propios actores y otras que se requiere una acción gubernamental. Los resultados son presentados en el Cuadro 10.

Cuadro 10: Medidas de adaptación de acción personal y gubernamental consideradas como prioritarias por los actores sociales de Jalisco.

ACCIÓN PARTICULAR	ACCIÓN GUBERNAMENTAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantación de árboles de sombra,</li> <li>• Selección de especies de mayor resistencia al calor y baja demanda de agua,</li> <li>• Captación de agua de lluvia,</li> <li>• Construcciones que consideren riesgos,</li> <li>• Limpieza de calles y alcantarillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación y ordenación del territorio para proteger zonas óptimas para la producción de alimentos,</li> <li>• Espacios públicos arbolados,</li> <li>• Educación ciudadana de valoración de los servicios de los ecosistemas,</li> <li>• Reducir la contaminación del agua,</li> <li>• Prescripción del uso del fuego,</li> <li>• Captación de aguas pluviales y negras de manera diferenciada para su aprovechamiento,</li> <li>• Protección de zonas de valor hidrológico de captación de agua y recarga de acuíferos,</li> <li>• Protección de ecosistemas,</li> <li>• Manejo de la sucesión.</li> </ul>

Figura 56: Tendencia de cambio de precipitación en Jalisco para la mitad del siglo XXI.



- Evaluación de medidas en base a los siguientes criterios: Aceptabilidad, Viabilidad, Costo, Efectividad, Sustentabilidad, Tiempo al beneficio, Motricidad y Cobeneficios

Para todos los criterios se utilizó una escala de 1 al 5, considerando el 5 como la mejor condición. Los criterios son presentados en el Cuadro 11.

CRITERIO	ACEPTACIÓN	VIABILIDAD	COSTO	EFFECTIVIDAD	SUSTENTABILIDAD	TIEMPO	MOTRICIDAD	COBENEFICIOS
<b>NIVEL</b>								
<b>1</b>	Menos del 20% de los participantes a los talleres lo consideran buena medida	No existe interés social en la medida	La medida sólo se puede ejecutar con subsidio del gobierno	Tiene efectos inciertos sobre la reducción de la amenaza	La medida depende de manera total y permanente de la acción humana	El beneficio de la medida se tiene en un periodo mayor a los 12 años de iniciada la obra, con alto grado de incertidumbre	Es una medida de baja motricidad y alta dependencia	La medida no tiene cobeneficios, sólo beneficios locales.
<b>2</b>	Entre el 20 y el 40% de los participantes a los talleres lo consideran buena medida	Existe interés social aislado en la medida	La medida se puede ejecutar financiada con gestión de apoyo externo	Tiene efectos indirectos sobre la amenaza	Es una medida que requiere renovarse de manera continua	El beneficio de la medida se tiene en un periodo de 6-12 años	Es una medida de baja motricidad y baja dependencia	La medida puede ser aplicada a nivel regional
<b>3</b>	Entre el 40 y el 60% de los participantes a los talleres lo consideran buena medida	Existe demanda social para realizar la medida	La medida se puede ejecutar financiada por la comunidad	La medida reduce de manera parcial los efectos de la amenaza	Es una medida que requiere un subsidio complementario permanente	El beneficio de la medida se tiene en un periodo de 3 a 6 años	Es una medida con una motricidad intermedia	La medida presenta cobeneficios de mitigación
<b>4</b>	Entre el 60 y 80% de los participantes a los talleres lo consideran buena medida	Existen programas de apoyo por parte de gobierno o el sector empresarial para la medida	La medida se puede ejecutar financiada por la familia	La medida reduce los efectos nocivos de la amenaza de manera directa pero temporal	La medida sólo requiere de una inversión inicial	El beneficio de la medida se tiene en un periodo entre 1 a 3 años	Es una medida de alta motricidad y alta dependencia	La medida tiene cobeneficios para dos amenazas
<b>5</b>	Más del 80% de los participantes a los talleres lo consideran buena medida	La medida existe como meta en el Plan Estatal de Desarrollo	La medida se puede ejecutar financiada por la persona	La medida regula los efectos nocivos del calor de manera directa y permanente	La medida requiere una acción inicial y la naturaleza asume el mantenimiento de la acción	El beneficio de la medida se obtiene en menos de un año	La medida es de poder, con alta motricidad y baja dependencia	La medida presenta cobeneficios para todas las amenazas de cambio climático en Jalisco

**Cuadro 11.** Criterios de evaluación para calificar las mejores medidas de adaptación para Jalisco.

Considerando todos los criterios presentados en el cuadro 11, las medidas con mejor evaluación en el marco de políticas públicas, son las presentadas en los cuadros 12 a 15.

### 3-4-2 Mejores Medidas de Adaptación al Cambio Climático para Jalisco

**Cuadro 12:** medidas de adaptación al cambio climático para el sector de agricultura y ganadería de Jalisco.

AMENAZA	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
<b>CALOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento para la reforestación de potreros con árboles de sombra o cortinas rompevientos,</li> <li>• Planeación y ordenación del territorio para proteger ante el cambio de uso del suelo, zonas óptimas para la producción de alimentos,</li> <li>• Financiamiento para la construcción de ollas de agua,</li> <li>• Comunicación de riesgos por calor (alerta temprana),</li> <li>• Instrumentos jurídicos para evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios.</li> </ul>
<b>LLUVIAS INTENSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos jurídicos para evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios,</li> <li>• Fomento para la construcción de prácticas mecánicas de conservación de suelo y agua,</li> <li>• Limitar crecimiento de tierras para cultivo y ganadería en zonas con riesgo a inundación,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para protección del suelo al sobrepastoreo,</li> <li>• Promoción del uso de acolchados en terrenos de cultivo.</li> </ul>
<b>SEQUÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento de prácticas para incrementar la captación de agua en el suelo,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios,</li> <li>• Promoción de diversificación de especies agrícolas y pecuarias con menos demanda de agua,</li> <li>• Limitar crecimiento de tierras para cultivo y ganadería en zonas con riesgo a sequía,</li> <li>• Fomento para la formación de sistemas de cooperativas de productores</li> </ul>

En términos del criterio costo efectividad, las mejores acciones a impulsar dentro de los municipios vulnerables con uso agropecuario predominante son: la plantación de árboles para que provea de sombra al ganado, introducir variedades vegetales y animales resistentes al calor y con menos demanda de agua, diseñar tecnología que permita un pastoreo nocturno del ganado para evitar exposición a la radiación solar, realizar en los terrenos agrícolas surcado siguiendo curvas de nivel, regular la carga animal rotando potreros para evitar el sobrepastoreo y cubrir el suelo con residuos de material vegetal (acolchado).

**Cuadro 13:** Medidas de adaptación al cambio climático para asentamientos humanos de Jalisco.

AMENAZA	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
<b>CALOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento de reducción de calor en casas habitación con ubicación de ventanas para una ventilación cruzada y/o parasoles externos a las ventanas,</li> <li>• Estímulo para el establecimiento de ventiladores o aire acondicionado utilizando energía solar,</li> <li>• Fomento para utilizar impermeabilizantes color blanco en los techos,</li> <li>• Incremento de parques públicos de 50 hectáreas o más,</li> <li>• Comunicación para motivar un mayor consumo de agua y protección de la salud ante olas de calor.</li> </ul>
<b>LLUVIAS INTENSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento para la captación de agua de lluvia estableciendo como práctica el adoquinado o empedrado en calles que permita la infiltración del agua al subsuelo,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para regular la construcción de infraestructura y vivienda en sitios con riesgo a inundación,</li> <li>• Incremento de parques públicos de 50 hectáreas o más,</li> <li>• Comunicación para motivar la limpieza de entradas en la red de drenaje,</li> <li>• Limitar crecimiento urbano en tierras forestales o agrícolas de alta capacidad de infiltración.</li> </ul>
<b>SEQUÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento a la Cultura del Agua para valorar de manera tangible e intangible sus servicios y generar un capital social para su uso eficiente,</li> <li>• Estímulo para el uso de sanitarios con baja demanda de agua,</li> <li>• Planificación para la restauración de los servicios de aprovisionamiento de agua de las cuencas donde se establecen los asentamientos humanos,</li> <li>• Financiamiento para el reciclaje del agua,</li> <li>• Estímulos económicos y fiscales para reducir el desperdicio de agua.</li> </ul>

En términos del criterio costo efectividad, las mejores acciones a impulsar dentro de los asentamientos humanos de los municipios vulnerables son: ventilación cruzada en las habitaciones, aire acondicionado, parasoles por fuera de las ventanas, consumo de bebidas hidratantes, diseño de construcciones para desastres, sanitarios y regaderas con bajo consumo de agua.

**Cuadro 14:** Medidas de adaptación al cambio climático para bosques y áreas naturales protegidas de Jalisco

AMENAZA	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
<b>CALOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos jurídicos para que se mantenga el uso predominante forestal con usos compatibles que no impliquen un cambio en el uso del suelo,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes,</li> <li>• Educación ciudadana de valoración de los servicios de los ecosistemas,</li> <li>• Financiamiento para monitoreo de salud forestal y manejo de la sucesión en sitios sensibles al cambio climático,</li> <li>• Fomento a la rehabilitación de la conectividad en los corredores de vida silvestre.</li> </ul>
<b>LLUVIAS INTENSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para la obligada construcción de prácticas mecánicas de conservación de suelo y agua en zonas de aprovechamiento forestal,</li> <li>• Protección de áreas forestales en suelos de ladera (no cambio de uso del suelo),</li> <li>• Fomento a la rehabilitación de suelos forestales,</li> <li>• Protección de ecosistemas que cumplen con el servicio de regulación de inundaciones.</li> </ul>
<b>SEQUÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes,</li> <li>• Protección de ecosistemas que cumplen con el servicio de aprovisionamiento estratégico de agua,</li> <li>• Fomento de medidas de reducción de evaporación en humedales,</li> <li>• Financiamiento para monitoreo de salud forestal y desertificación en sitios sensibles al cambio climático,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para la regulación de plantaciones forestales y control de especies invasoras.</li> </ul>

En términos del criterio costo efectividad, la mejor acción a impulsar dentro de las áreas de bosques y áreas naturales protegidas en municipios vulnerables es la rehabilitación de suelos degradados, con un manejo de sucesión natural.

Cuadro 15: Medidas de adaptación al cambio climático para el sector turismo de Jalisco

AMENAZA	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
<b>CALOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover programas de entrenamiento en adaptación del cambio climático,</li> <li>• Incrementar los árboles locales de sombra y estéticos como amortiguadores del calor y atractivo en los espacios turísticos,</li> <li>• Estímulo para el establecimiento de ventiladores o aire acondicionado utilizando energía solar,</li> <li>• Capacitación del personal que ofertan servicios turísticos sobre qué hacer en caso de emergencia por ola de calor,</li> <li>• Instrumentos jurídicos para asegurar la presencia de hidrantes públicos en sitios de actividad turística.</li> </ul>
<b>LLUVIAS INTENSAS</b>	Instrumentos jurídicos para asegurar calles limpias en los sitios turísticos, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación de riesgos a la población por lluvias intensas e inundaciones (alerta temprana),</li> <li>• Capacitación del personal que oferta servicios turísticos sobre qué hacer en caso de emergencia por lluvias intensas e inundaciones,</li> <li>• Planeación para evitar la construcción de infraestructura turística en sitios de riesgo a inundaciones actual y futuro,</li> <li>• Financiamiento para la rehabilitación de playas.</li> </ul>
<b>SEQUÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulos económicos y fiscales para el ahorro de agua en infraestructura y servicios turísticos,</li> <li>• Promover programas de entrenamiento de personal que oferta servicios turísticos en adaptación del cambio climático,</li> <li>• Planeación en el establecimiento de carga turística a partir de oferta de agua,</li> <li>• Fomento para la captación de agua de lluvia,</li> <li>• Fomento al ahorro de consumo de agua por visitantes.</li> </ul>

En términos del criterio costo efectividad, las mejores acciones a impulsar dentro de los municipios vulnerables con uso turístico predominante son: mantenimiento de limpieza en calles y sitios turísticos, ahorro de agua y de energía, y estrategia para la reducción de la generación de desperdicios.

### 3-4-3 La oportunidad de las Áreas Protegidas en la Adaptación al Cambio Climático de Jalisco

Las áreas naturales protegidas (ANP) constituyen una parte esencial de la respuesta global al cambio climático, identificada como la medida más importante de adaptación, se ha constituido como la herramienta costo/beneficio, eficaz y exitosa, y el mejor ejemplo de soluciones naturales al cambio de la atmósfera.

La FAO (2013) identifica dos desempeños esenciales de las ANP en el campo de la adaptación: Proteger y Abastecer de manera sostenida a comunidades humanas de servicios ecosistémicos para el bienestar.

- **ABASTECER.** Las ANP mantienen los servicios de los ecosistemas fundamentales que ayudan a las personas en la adaptación relacionada con el suministro de agua.

El reto: El cambio climático agudiza en Jalisco el estrés hídrico que podría incrementar su severidad en los próximos años.

El papel de las áreas silvestres protegidas: Las ANP constituyen herramientas comprobadas para mantener los bienes y servicios naturales esenciales, que a su vez ayudan a la resiliencia y reducen la vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático, tales como el agua (más pura, y un incremento en los volúmenes). Implicaciones: Se requiere dar certidumbre a las ANP y tomar decisiones más allá de los intereses privatizadores y de mercado y actuar acorde a proteger un patrimonio social relacionado con el acceso al agua. Inclusive, reconocer la importancia de invertir para restaurar capital natural en áreas degradadas con el fin mantener abasto de agua a las comunidades humanas, producción de alimentos y el caudal ecológico que sirve para reducir la vulnerabilidad de sociedades humanas ante el cambio climático.

- **PROTEGER.** Las ANP mantienen el servicio de regulación de los ecosistemas, reduciendo riesgos e impactos de los eventos extremos como tormentas, sequías y elevación del nivel del mar y de enfermedades físicas como mentales agudizadas por cambio climático.

El reto: El cambio climático agudiza en Jalisco la sequía y olas de calor, y aumenta la cobertura de ciertos vectores que producen enfermedades, además del incremento de muertes.

El papel de las áreas silvestres protegidas: Las ANP ayudan a reducir el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los llamados "desastres naturales", y de los eventos climáticos extremos, tales como inundaciones, derrumbes, marejadas, sequía y desertificación, y golpes de calor.

Implicaciones: Varias investigaciones muestran que si las ANP no son administradas de manera completa y eficaz, no serán lo suficientemente fuertes como para resistir el cambio climático y contribuir positivamente a las estrategias de

respuesta. Además, zonas críticas de cambio climático requiere el establecimiento de nuevas áreas protegidas bajo el criterio de obtener servicios e regulación de los ecosistemas.

¿Hay Suficientes áreas protegidas en Jalisco?

Si nos centramos en el histórico objetivo de proteger muestras representativas del mosaico de ecosistemas presentes en el territorio. Jalisco no cuenta con una cabal representatividad en sus ANP, pues, a manera de ejemplo, hasta ahora no se cuenta con protección los ecosistemas semiáridos de la región Altos de Jalisco.

Si tomamos como referencia los servicios de los ecosistemas, Jalisco tampoco cuenta con protección de ecosistemas productores de alimentos, o ecosistemas con patrimonio geológico que han dado una identidad.

En materia de prevención de desastres, no se cuenta con ANP que busquen reducir la probabilidad de ocurrencia de desastres asociados al cambio climático, por ejemplo para prevenir inundaciones o presencia de olas de calor en zonas críticas.

En conclusión, se requiere hacer un balance de las áreas protegidas y recuperar el déficit notorio que Jalisco presenta de ANP ante las demandas de adaptación al cambio climático. Además, considerar las ANP como de alto valor estratégico y controlar las múltiples amenazas que se desarrollan dentro de sus polígonos de protección y áreas circundantes, como cambio de uso del suelo, construcción de caminos, líneas de transmisión de energía, presas y/o cercados, ganadería extensiva, especies invasoras, predominancia del interés de mercado vs patrimonio, acumulación de residuos, incendios, cultivos, uso de pesticidas y fertilizantes, cultivo de estupefacientes, reforestación sin planeación y evaluación, cacería y pesca irresponsable, la sobrecarga de espacios turísticos, y un último muy importante: la priorización dada a proyectos de parcela vs proyectos que consideren al área protegida total.

### 3-5 Estrategia de comunicación para la adaptación al cambio climático para Jalisco

Las diversas estrategias de comunicación del Cambio Climático que en el mundo se han diseñado, coinciden en que hablar del tema requiere que sea entendible y relevante para la audiencia de la población general, lo cual no es nada fácil por la escala del problema que es global y local al mismo tiempo, y porque sus efectos son múltiples, al ser afectado uno de los sistemas vitales más sensibles del planeta donde vivimos.

De manera general, lo que ahora están siguiendo varias regiones del mundo, como Asia, que históricamente ha sido el continente donde han muerto más seres humanos por sequía, epidemias e inundaciones, es una estructura estratégica de comunicación en ocho pasos (BBC Media Action, 2013):

1. Definición de Objetivos,
2. Conocimiento de la audiencia,
3. Crear un concepto de comunicación,
4. Identificar y trabajar con aliados,
5. Escoger el medio adecuado de comunicación,
6. Seleccionar el formato para la comunicación,
7. Medir el impacto del proyecto, y
8. Ampliar el impacto del proyecto.

La comunicación del cambio climático para Jalisco aquí presentada, tiene como contexto varios trabajos de percepción y priorización de problemática en Jalisco, donde resulta que en el contexto de los problemas percibidos y presentes en la memoria de los jaliscienses, cambio climático no pertenece al grupo de los problemas priorizados socialmente (Curiel y Garibay, 2006).

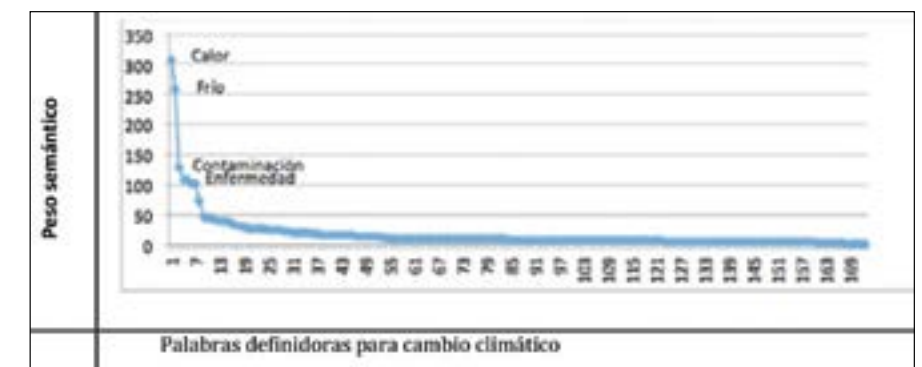
Cuadro 16: Problemas limitantes a la sustentabilidad de Jalisco, priorizados desde la sociedad

Problemas priorizados por la sociedad	Problemas no priorizados por la sociedad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración poblacional,</li> <li>• Cambio de uso del suelo y deforestación,</li> <li>• Contaminación del aire y agua,</li> <li>• Excesivo uso de agroquímicos,</li> <li>• Pérdida de integración social,</li> <li>• Marginación,</li> <li>• Basura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto consumo de energía,</li> <li>• Sobrepastoreo,</li> <li>• Abatimiento de agua subterránea,</li> <li>• Cambio Climático</li> </ul>

Lo anterior tiene varias explicaciones, entre ellas la falta de percepción a través de los sentidos del problema. Otro análisis, es que el cambio climático es un problema relativamente nuevo y no existen referentes sólidos en la memoria de los jaliscienses que constituya un núcleo semántico fuerte. Aun así, la mayoría de los habitantes de Jalisco asocian cambio climático con temperaturas extremas, sobre todo calor (Urbina, 2013).

Para el caso de adaptación no sucede lo mismo, y los resultados de encuestas realizadas, nos muestran que no hay una idea clara de lo que es la adaptación al cambio climático al no presentar un núcleo semántico fuerte, sino que hay múltiples respuestas sin la claridad deseable que requiere un capital social para construir resiliencia ante el cambio climático (Figura 57).

Figura 57: Núcleo de la red semántica para Cambio Climático de los Jaliscienses.







**Objetivo: Sensibilizar**

La estrategia debe considerar como audiencia principal a las autoridades gubernamentales y legislativas, jóvenes y empresas de medios de comunicación, considerando como aliados a las comunidades organizadas y a los académicos, utilizando radio y televisión, con formatos de: Documentales, Reality Diarios y Semanarios.

**Objetivo: Generación de Ingresos con Indicaciones Geográficas**

La estrategia de comunicación debe dirigirse a donadores, empresarios, productores de alimentos que se ven o verán afectados por cambio climático y autoridades locales, teniendo como aliados a los medios de comunicación, incubadoras de empresas, comunidades organizadas, académicos y al gobierno federal, a través de una comunicación interpersonal. Los formatos serían: Talleres, Eventos y Documentales.

**Objetivo: Cambio de Política en el Uso del Territorio**

Es este punto, la audiencia son las autoridades gubernamentales locales y legislativas, teniendo como aliados al gobierno federal, comunidades organizadas y académicos a través de una comunicación interpersonal en formato de Talleres y Discusión.

**Objetivo: Facilitar el Acceso a la Información**

La audiencia para este objetivo son en principio las comunidades vulnerables, seguida por donadores y autoridades locales, con académicos, medios de comunicación y organizaciones sociales como aliados. Se consideran medios adecuados a la radio, televisión e internet. Formatos: Diarios y Semanarios Locales, Redes Sociales, Aplicaciones para Telefonía Móvil/SMS.

**Objetivo: Incrementar Resiliencia**

Estrategia dirigida a grupos marginados, pobres, comunidades vulnerables, organizaciones no gubernamentales y donadores, teniendo como aliados a los gobiernos, comunidades organizadas, académicos y organizaciones extranjeras. Como medios se identifica a la telefonía móvil, impresos y comunicación interpersonal. Formatos: Documentales, Talleres, Discusión, Aplicaciones para Telefonía Móvil/SMS y Anuncios Públicos.

**Objetivo: Dar Voz a Grupos Sociales**

Estrategia dirigida a mujeres, jóvenes, líderes comunitarios, comunidades vulnerables, agricultores, ganaderos y organizaciones no gubernamentales, teniendo como aliados al gobierno, académicos y medios de comunicación, con el uso de radio, televisión e internet. Formato: Documentales, Teatro, Discusión.

**Objetivo: Propiciar la Participación Ciudadana**

La audiencia principal para este objetivo, son las organizaciones no gubernamentales, con gobierno y comunidades organizadas como aliados, utilizando comunicación interpersonal e internet. Formato: Anuncios públicos, Discusión y Redes Sociales.

**Objetivo: Construir Redes Sociales**

Estrategia dirigida a jóvenes y donadores con académicos como aliados, utilizando internet en un formato de Redes Sociales.

**Objetivo: Crear Evidencia Base**

Dirigido a Organizaciones no gubernamentales y donadores, con la alianza de académicos con uso de medios impresos e internet. Formatos: Publicaciones, Posters y Discusión.

**3-5-2 Educación - una acción indispensable**

Una de las principales estrategias que a nivel internacional se han implementado para hacer frente a las consecuencias adversas del cambio climático es la educación, específicamente la alfabetización sobre cambio climático, no solo a través del proceso de la educación formal, sino también de manera informal, ya que los grupos identificados como los más vulnerables en Jalisco (ganaderos, agricultores, turistas...) no están en procesos educativos.

La educación debe de ayudar a comprender el problema, explicarlo y aplicar el conocimiento científico de manera consistente. Resulta necesario incorporar a los procesos educativos experiencias potencialmente alfabetizadoras donde se perciban de manera directa las implicaciones del cambio climático en la vida cotidiana y tengan la capacidad de tomar decisiones fundamentadas científicamente

## CAPITULO IV

### Estrategias de Mitigación

#### 4-1 Línea base

##### 4-1-1 Introducción

De acuerdo al Artículo Segundo Transitorio de la Ley General de Cambio Climático, (LGCC) México tiene como objetivo reducir un 30% de sus emisiones de GEI en relación al año 2000 para el año 2020 y un 50% para el año 2050. Las emisiones nacionales en el año 2000 correspondieron a 639,664 GgCO<sub>2</sub>e, lo que quiere decir que para el año 2020 las emisiones del país deben ser, como máximo, de 447,765 GgCO<sub>2</sub>e y para el año 2050 de 319,832 GgCO<sub>2</sub>e. Para lograr este objetivo las entidades federativas y municipios deben llevar a cabo actividades de mitigación.

La Figura 1 del Inventario de GEI muestra la distribución de las emisiones de GEI por sector emitidas en Jalisco en el 2010. En dicho año, en el estado se emitieron 42,001.22 GgCO<sub>2</sub>e, sin embargo en el sector uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSyS) fueron absorbidos 4,044 GgCO<sub>2</sub>e, equivalentes a 9.6% de las emisiones. Las emisiones netas resultantes fueron de 37,957.22 GgCO<sub>2</sub>e. Es importante mencionar que no se contabilizan las emisiones por la energía eléctrica utilizada sino solamente por aquella generada en Jalisco; el estado sólo produce un equivalente a 4.7% de la energía eléctrica que consume (Uriarte Camacho, 2013)

La generación de energía mediante fuentes renovables es indispensable tanto para la seguridad energética del estado como para la mitigación de emisiones a nivel nacional.

Si se contabilizara la energía eléctrica producida en otros estados y utilizada en Jalisco, se agregarían 5,395 GgCO<sub>2</sub>e como emisiones indirectas. La generación de energía mediante fuentes renovables es indispensable tanto para la seguridad energética del estado como para la mitigación de emisiones a nivel nacional.

Considerando las metas nacionales y los valores de emisiones de Jalisco en 2010 como año de referencia y con base en el objetivo establecido en la LGCC y el nivel de emisiones de GEI reportado en este primer inventario, las meta estatal de mitigación es reducir en 30% las emisiones en el 2030,

Para el 2018 los sitios de disposición final de los centros urbanos con más de 50,000 habitantes deberán contar con la infraestructura necesaria para la recuperación de metano y para el 2024 como mínimo se debe generar el 35% de la energía eléctrica por medio de fuentes limpias.

es decir reducir 11,387.66 GgCO<sub>2</sub>e, y reducirlas en 50% para el 2050, es decir reducir 7,591.50 GgCO<sub>2</sub>e adicionales. Con el fin de cumplir con la estrategia nacional, se consideran prioritarios los objetivos presentados en el tercer artículo transitorio de la Ley General de Cambio Climático y éstos se plantean como meta mínima a cumplir. Por lo que además de alcanzar las reducciones mencionadas, para el 2018 los sitios de disposición final de los centros urbanos con más de 50,000 habitantes deberán contar con la infraestructura necesaria para la recuperación de metano y para el 2024 como mínimo se debe generar el 35% de la energía eléctrica por medio de fuentes limpias.

Además, considerando el tiempo necesario para el crecimiento de bosques, para el 2020 se deben de haber implementado las medidas para aumentar la captura de carbono y disminuir la pérdida del mismo en el sector USCUSyS, de manera que se puedan alcanzar las reducciones propuestas al 2050.

Además, considerando el tiempo necesario para el crecimiento de bosques, para el 2020 se deben de haber implementado las medidas para aumentar la captura de carbono y disminuir la pérdida del mismo en el sector USCUSyS, de manera que se puedan alcanzar las reducciones propuestas al 2050.

#### 4-1-2 Línea base

Las emisiones futuras tanto a nivel nacional como estatal son estimadas en función del PIB como una primera aproximación para establecer una línea base. La figura 60 muestra el comportamiento de las emisiones y el PIB en el país a través del tiempo para el periodo 1990-2012, mientras que la figura 61 muestra el comportamiento de las emisiones respecto al PIB. Las emisiones muestran una correlación positiva respecto al PIB, lo que quiere decir que un incremento en el PIB significa incremento en las emisiones. De la misma manera, las emisiones nacionales muestran una correlación positiva con la población total, dicha relación se muestra en la figura 62.

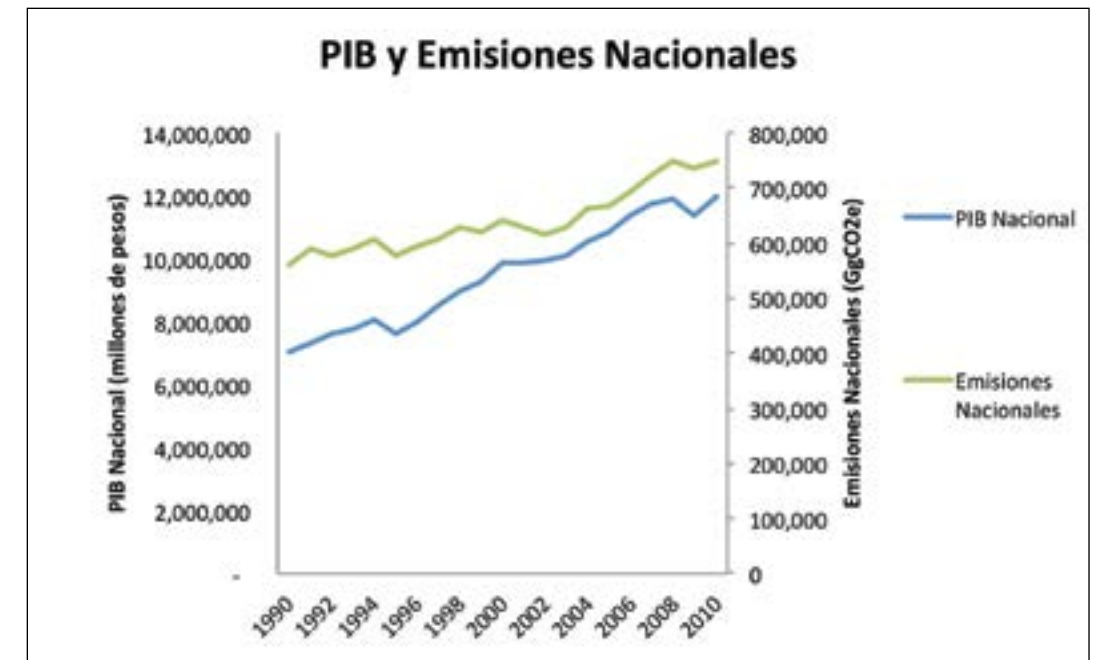


Figura 60: Comportamiento de emisiones de GEI y PIB nacionales. Elaborada a partir de (INEGI, 2013; SEMARNAT, 2013)

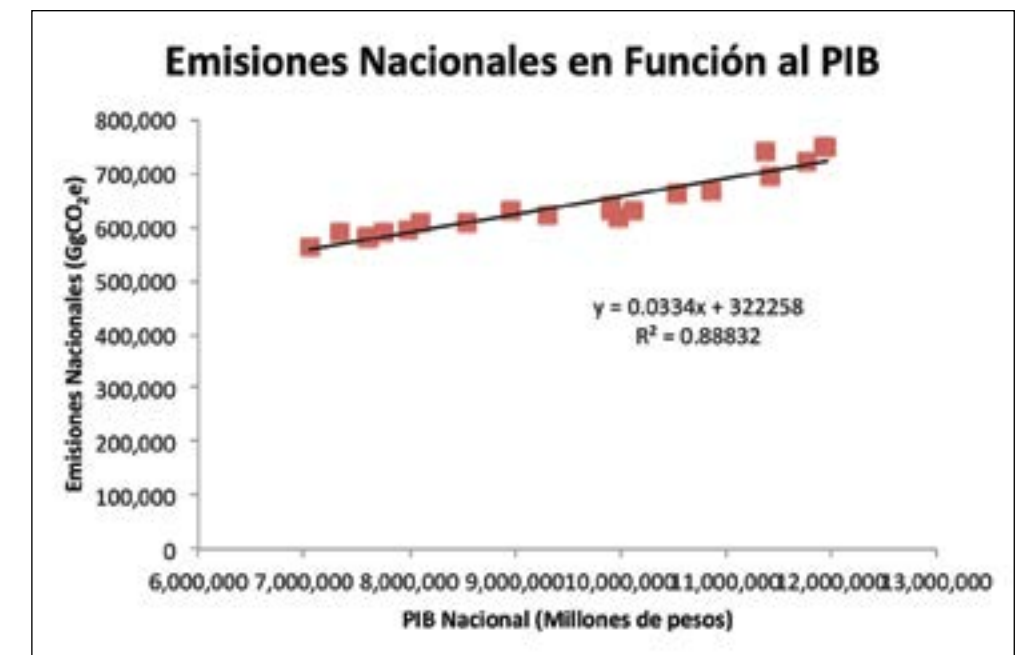
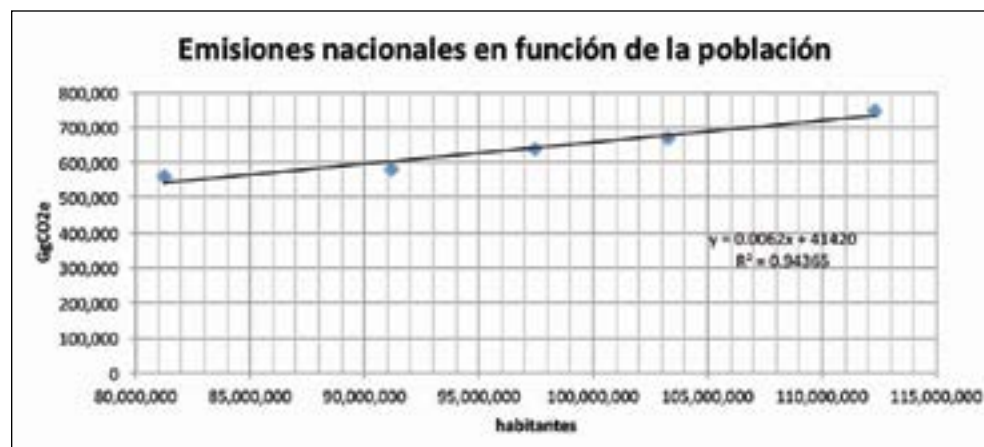


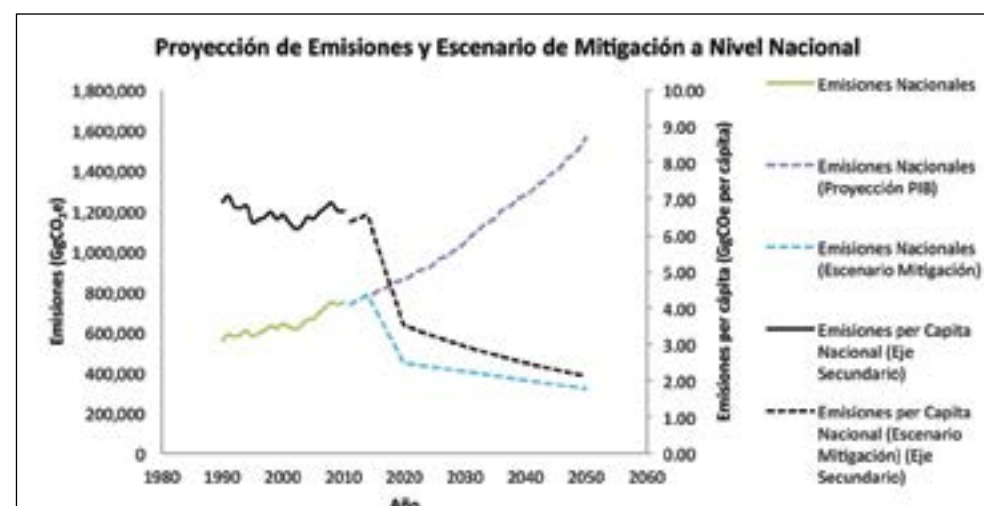
Figura 61: Emisiones nacionales en función del PIB nacional. Elaborada a partir de (INEGI, 2013; SEMARNAT, 2013)

Figura 62: Emisiones nacionales en función de la población total.



A partir de la información del PIB de 1990-2012 (con base en precios de 2008), se obtiene el crecimiento anual del PIB promedio y su intervalo de confianza de 95% para predecir los incrementos anuales promedio del PIB nacional para el periodo 2013-2050 por medio de una modelación Monte Carlo; el crecimiento promedio anual para dicho periodo sería de 2.82%. Considerando el incremento en el PIB y a partir de la regresión mostrada en la figura 61 proyectan las emisiones nacionales siguiendo las prácticas actuales. La figura 63 muestra tanto las emisiones proyectadas como el escenario de mitigación establecido en la LGCC. La figura también muestra proyecciones de emisiones per cápita, para las cuales se utilizaron las proyecciones de la población al 2050 elaboradas por la CONAPO (2006). Estos valores indican los esfuerzos que deben realizarse para migrar a una sociedad y economías bajas en emisiones de GEI.

Figura 63: Proyección de Emisiones y Escenario de Mitigación a Nivel Nacional



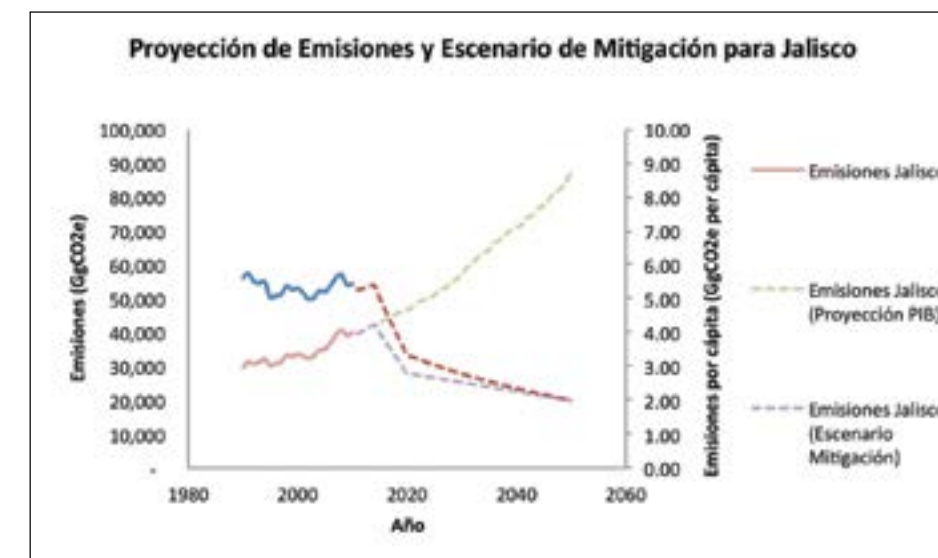
#### 4-2 Medida de mitigación al CC con reducción de emisiones de GEI asociada 4-2-1 Proyección de emisiones de GEI del estado

La Figura 6A presenta las proyecciones realizadas para el estado, así como el escenario de mitigación siguiendo el objetivo planteado. Ésta muestra que si se continúa con el escenario inercial, para el año 2020 las emisiones del estado superarían los 46,000 GgCO<sub>2</sub>e y los 87,000 GgCO<sub>2</sub>e para el año 2050. Asumiendo el objetivo de reducir las emisiones del año 2010 en un 30% para el año 2020 y

La diferencia de las emisiones del escenario de mitigación con respecto a las proyectadas de acuerdo al PIB es de 20,071 GgCO<sub>2</sub>e para el año 2020 y 68,271.54 GgCO<sub>2</sub>e para el 2050.

en un 50% para el año 2050, las emisiones del estado en dichos años deberán ser menores o iguales a 26,569 GgCO<sub>2</sub>e y 18,978 GgCO<sub>2</sub>e, respectivamente. La diferencia de las emisiones del escenario de mitigación con respecto a las proyectadas de acuerdo al PIB es de 20,071 GgCO<sub>2</sub>e para el año 2020 y 68,271.54 GgCO<sub>2</sub>e para el 2050.

Figura 6A: Proyección de Emisiones y Escenario de Mitigación para Jalisco



#### 4-2-2 Medidas de mitigación

Con base en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la Estrategia Nacional de Cambio Climático, los inventarios de emisiones nacionales, la información presentada en el inventario de emisiones de Jalisco y los datos de actividad utilizados para el mismo, se generan una serie de propuestas de mitigación aplicables para el estado de Jalisco.

##### • Sector Energía

El sector energía tiene el mayor potencial de mitigación en términos de reducción de las emisiones actuales de emisiones actuales. Es importante mencionar que 44% de estas emisiones mitigables corresponden a generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables y que éstas se contabilizan en el sitio de generación y no en el de consumo. Debido a que sólo el 4.7% de la energía eléctrica consumida en el estado es producida en el mismo, más que a nivel estatal,

La instalación de celdas fotovoltaicas tiene al potencial de mitigación más alto, 5,428,081 tCO<sub>2</sub>e/año contabilizando los sectores residencial, servicios, comercio e industria.

estas emisiones se verán reflejadas a nivel nacional. La instalación de celdas fotovoltaicas tiene al potencial de mitigación más alto, 5,428,081 tCO<sub>2</sub>e/año contabilizando los sectores residencial, servicios, comercio e industria. Para lograr generar el total de la energía consumida en el sector residencial se requieren en promedio 7.4m<sup>2</sup> por hogar (considerando los

1,782,473 hogares que cuentan con energía eléctrica en Jalisco), para el resto los sectores, se requiere un área total de 3984 ha, lo que equivale al 0.05% del área total del estado <sup>12</sup>. Sin embargo, las medidas para reducir la demanda energética eléctrica mediante adopción de tecnologías eficientes, como lámparas LED y eficiencia del bombeo agrícola, son también de suma importancia ya que el disminuir la tasa de crecimiento de la demanda energética a partir de la eficiencia, facilitará la transición hacia procesos y tecnología más limpios y eficientes para la generación. En cuanto al bombeo eficiente, cabe señalar que además de

El 78% del consumo de agua en el estado pertenece al sector agrícola (CONAGUA, 2011).

presentar ahorros de energía y reducción de emisiones, éste conlleva una reducción en el consumo de agua, lo cual es de suma importancia ya que el 78% del consumo de agua en el estado pertenece al sector agrícola (CONAGUA, 2011).

Además de celdas fotovoltaicas, existen otras tecnologías para la generación de electricidad en el estado como lo son la energía eólica, geotérmica, pequeña y micro hidroeléctrica y centrales de concentración termosolares. En conjunto, con base en proyectos autorizados y algunos estudios, las tecnologías eólica, hidroeléctrica y geotérmica, cuentan con un potencial de generación aproximado de 300 MW (Hiriart Le Bert, 2011; Cortés, 2013; CFE, 2013). Se considera adicionalmente una planta de concentración termosolar con una capacidad de 100 MW. Otro sector importante a considerar del cual aún no se cuenta con información suficiente, es la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la corriente de los ríos del estado, mismo que se recomienda sea estudiado, ya que podría ser importante para que áreas remotas puedan contar con energía eléctrica. Es importante mencionar que antes de que se comience a implementar cualquiera de estos proyectos se requiere analizar a profundidad los posibles beneficios e impactos ambientales y sociales que puedan conllevar, de manera que se invierte en los proyectos con mayores beneficios y menores impactos negativos. La importancia de estos proyectos, además de la mitigación de emisiones, reside en garantizar la seguridad energética para el estado, de manera que se cuente con la capacidad de generar localmente y de forma sustentable la

Para el 2024, por lo menos el 35% de la energía eléctrica deberá ser generada por medio de fuentes renovables.

mayor parte de la energía eléctrica requerida. Una meta inicial es cumplir con los compromisos establecidos en el tercer artículo transitorio inciso e) del apartado II de la Ley General de Cambio Climático, el cual establece que para el 2024, por lo menos el 35% de la energía eléctrica deberá ser generada por medio de fuentes renovables.

<sup>12</sup> Considerando que se utilizan paneles policristalinos de 135 W con dimensiones de 148mm x 67mm, un factor de potencia efectiva de 14%.

El transporte terrestre consume cerca del 73% de la energía que se utiliza en el estado; la mayor demanda de energía se debe al uso de vehículos privados como medio de transporte.

El sector transporte ocupa un lugar importante en el sector energía. Las medidas de mitigación propuestas promueven el uso eficiente y reducción del consumo de combustibles. El transporte terrestre consume cerca del 73% de la energía que se utiliza en el estado (sin contar energía eléctrica); la mayor

demanda de energía se debe al uso de vehículos privados como medio de transporte (Uriarte Camacho, 2013). Para reducir las emisiones del transporte es necesario optimizar el funcionamiento y ampliar la cobertura de los sistemas de transporte público y fomentar otras formas de movilidad no motorizada, sobre todo en la ZMG. La contribución de este sector a la meta de reducción de emisiones se basa en los objetivos nacionales expresados en la LGCC. Se propone que para el 2020, un 30% de la distancia recorrida actualmente en automóvil privado se recorra en bicicleta o a pie y un 50% para el 2050, siendo estas medidas las de potencial de mitigación más alto en el sector transporte. Adicionalmente, para optimizar el uso de combustible, se propone modernizar el parque vehicular, primero para reducir la edad promedio y después lograr una transición hacia el uso de autos eléctricos para el 2050, produciendo dicha energía eléctrica por medio de fuentes renovables. Con una eficiencia de 0.21 <sup>13</sup> kWh/km, si dicha energía se produjera por medio de celdas solares, se requeriría un área de 1558 ha adicionales de celdas solares para cubrir la demanda diaria de energía para el transporte

Se propone que el 100% de la energía utilizada para calentar agua en el sector residencial y 80% en el sector servicios sea remplazada por energía solar térmica.

particular, (0.02% de la superficie estatal), suponiendo que se cumple con la medida propuesta de disminuir a la mitad la distancia diaria recorrida en auto en el 2010 para el 2050 y una conversión a autos eléctricos del 100%. Se sugiere que estas medidas sean acompañadas por programas orientados a compartir auto, y de transporte colectivo en centros

escolares y laborales.

El transporte ferroviario, tanto de carga como de pasajeros, tiene un consumo más eficiente de energía por pasajero-km y ton-km que el autotransporte. En el transporte de pasajeros la intensidad energética del tren (incluyendo trenes eléctricos) es de 0.2 MJ/p-km, mientras que la de los autos y autobuses es de 0.97 MJ/p-km y 0.4 MJ/p-km, respectivamente. En referencia al transporte de carga, la intensidad energética del transporte ferroviario es de 0.32 MJ/t-km y de 0.5 MJ/t-km para el autotransporte (SENER, 2011). La transición hacia este sistema de transporte es un paso para reducir el consumo de combustible en el sector transporte.

Tanto la optimización del transporte público y la transición a medios de transporte más eficientes como la producción de energía por medio de fuentes renovables podrían ser beneficiados por los sistemas de subsidios e incentivos presentados en los incisos c) y d) del artículo tercero transitorio de la LGCC, los cuales establecen que para el 2020 deberán existir dichos programas para

<sup>13</sup> Con base en el consumo del auto eléctrico Nissan Leaf (U.S. Department of Energy, 2012)

cumplir con la meta-país en materia de reducción de emisiones.

El uso de combustibles en los sectores residencial y de servicios consiste principalmente en calentamiento de agua y cocción de alimentos. El uso de calentadores de agua solares puede disminuir (o eliminar) el consumo de gas para este propósito. Se propone que el 100% de la energía utilizada para calentar agua en el sector residencial y 80% en el sector servicios sea reemplazada por energía solar térmica.

El gas LP representa el 80% del consumo de combustibles en el sector residencial (con base a energía consumida) (Uriarte Camacho, 2013), suponiendo que el mismo porcentaje de hogares en Jalisco utiliza gas LP, en 2010 en Jalisco existían 1,470,572 hogares alimentados por gas LP. Las estufas a base de gas natural consumen el 40% de la energía consumida por las estufas a base de gas LP (SENER, 2011), por lo que un cambio de combustible representaría la mitigación de 451,643 tCO<sub>2</sub>e/año. Otra oportunidad para este sector es la cambio a estufas de inducción eléctricas alimentadas por energía fotovoltaica, este cambio podría evitar en su totalidad las emisiones generadas por la cocción de alimentos (848,505 tCO<sub>2</sub>e/año). Sin embargo, es importante mencionar que ésta sólo puede considerarse medida de mitigación si la energía eléctrica proviene de energía solar o alguna otra fuente de energía limpia, ya que con el factor de emisión actual de energía eléctrica (0.5 tCO<sub>2</sub>e/MWh), las emisiones serían mayores a las generadas por el consumo de gas <sup>14</sup>.

#### • Sector USCUSyS

El sector USCUSyS cuenta con la capacidad de reducir emisiones por medio de la implementación de estufas ahorradoras de leña, las cuales, además de contar con beneficios a la salud, representan un ahorro de combustible de hasta un 40% (CONAFOR, 2008).

Un aspecto importante de este sector es la capacidad de absorber emisiones mediante el crecimiento de biomasa en las áreas forestales. Si se absorben tantas emisiones como se generan en el estado se puede alcanzar un balance neto de cero emisiones. Las medidas propuestas para aumentar las absorciones de carbono son el pago a comunidades por la conservación de bosques (pagos por servicios ambientales PSA) mediante esquemas REDD+, evitar la degradación de bosques por medio de acciones de conservación y preservación, aforestación del 10% de las áreas agrícolas y pastizales, reforestación de bosques actuales e implementación de cercos vivos en áreas de pastoreo. Se estima que estas medidas puedan absorber 11,960,000 tCO<sub>2</sub>e anualmente, lo que equivale a 3 veces las absorciones de carbono del año 2010. En este sector también es importante llevar a cabo actividades para la prevención de incendios, a manera de evitar emisiones en este sector debido a incendios forestales.

De acuerdo con el inventario de emisiones del PEACC, en Jalisco las emisiones del sector bosques y otros usos de suelo por deforestación y degradación fo-

restal corresponden a 15.37 Millones de tCO<sub>2</sub>e/año; esta cantidad corresponde a la máxima reducción de emisiones que puede ser alcanzada en el sector si se implementan prácticas de manejo y conservación exitosas. El potencial del sector forestal para mitigar el cambio climático puede ser mayor si se considera la captura de carbono. Por un lado es posible estimar la captura de carbono o crecimiento que ocurre en bosques que se mantienen como bosque y no sufren cambios de uso de suelo o de categoría (ver capítulo de inventario de USCUSyS); el potencial de aumento de los acervos de carbono en bosques y selvas existentes sería de 4.98 MtCO<sub>2</sub>e/año. En una segunda instancia es posible estimar cuanto carbono puede capturarse por prácticas de reforestación, restauración forestal e implementación de prácticas agroforestales; el potencial de captura de carbono asociado a estas actividades es de 6.98 MtCO<sub>2</sub>e/año. Considerando el potencial de reducción de emisiones y la captura de carbono de forma conjunta el potencial de mitigación en el sector es por 27.33 MtCO<sub>2</sub>e/año.

Las actividades de mitigación en el sector forestal deben implementarse en coordinación con el gobierno federal el cual a través de la CONAFOR está preparando la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal (ENAREDD+). En el marco internacional REDD+ es un programa que busca canalizar recursos desde la CMNUCC y los países desarrollados a países en desarrollo para reducir las emisiones en el sector forestal. Un tema sobre el cual deberán definirse los objetivos de la estrategia es el rol que los mecanismos de mercado jugarán en la ENAREDD+ y hasta qué punto sería conveniente que los certificados de captura de carbono o de reducción de emisiones derivados de REDD+ sean vendidos a actores extranjeros o nacionales y locales. Considerando las reglas de contabilidad de carbono y de reporte de emisiones de GEI, es en el mejor interés de los actores del estado (ciudadanos, empresas y organizaciones), que las opciones con menores costos de mitigación se utilicen para demostrar el cumplimiento de los objetivos y metas locales.

#### • Sector Residuos

El sector residuos presenta oportunidades de mitigación tanto en la gestión de residuos sólidos como en el tratamiento de aguas residuales. Si el total de emisiones por disposición de residuos sólidos fueran recuperadas y quemadas, se podrían reducir las emisiones del estado en 3,965,760 tCO<sub>2</sub>e al año. Sin embargo, de los 183 sitios para la disposición final del estado, sólo 46 cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003 (Gobierno del Estado de Jalisco, 2013), por lo que es prioritario el cumplimiento de esta norma para que la instalación de sistemas de recuperación de biogás funcione de manera eficiente, además de prevenir los impactos ambientales de dichos sitios.

En cuanto al tratamiento de aguas, actualmente sólo el 26.7% del agua residual del estado recibe tratamiento. En el 2010 se emitieron 557,856 tCO<sub>2</sub>e por la disposición de aguas residuales domésticas sin tratamiento (Rodríguez Villavicencio A. M., 2013), si éstas se trataran, además de los beneficios estas emisiones podrían reducirse a la mitad, si adicionalmente se capturara y quemara el metano generado por dicho tratamiento, las emisiones iniciales se reducirían en un 98%. Además de ello, otra medida de

En cuanto al tratamiento de aguas, actualmente sólo el 26.7% del agua residual del estado recibe tratamiento.

<sup>14</sup> Considerando una potencia de 2940W por estufa (promedio de hornillas de estufa de inducción GE Profile™ Series 36" Electric Induction Cooktop) y un uso de 30 horas al mes.

mitigación es la quema de metano en las plantas de tratamiento actuales. Cabe mencionar que el biogás generado tanto en las PTARs como en los rellenos sanitarios puede ser utilizado para generar energía eléctrica, pudiendo reducir emisiones adicionales en el sector energía. Además, si se reduce la generación de residuos se podría beneficiar al sector energía reduciendo la cantidad de viajes que deben llevarse a cabo para transportar los residuos al sitio de disposición final.

El artículo transitorio tercero de la LGCC establece que para el año 2018 todos los centros urbanos con una población mayor a 50,000 habitantes no deberán emitir metano proveniente de la disposición de residuos. Lo que quiere decir que para el año 2018 los sitios de disposición final que reciben los residuos de los municipios de Ameca, Arandas, Atotonilco el Alto, Autlán de Navarro, La Barca, Cihuatlán, Zapotlán el Grande, Chapala, Encarnación de Díaz, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Lagos de Moreno, Ocotlán, Poncitlán, Puerto Vallarta, El Salto, San Juan de los Lagos, Tala, Tepatitlán de Morelos, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan y Zapotlanejo deberán instalar la infraestructura necesaria en los rellenos sanitario donde se disponen sus residuos para evitar estas emisiones. Esta medida deberá ser aplicada para el 2021 por Jocotepec, para el 2027 por Teocaltiche, para el 2030 por Ayotlán, para el 2033 por San Miguel el Alto, Tequila y Tomatlán, para el 2036 por Jalostototlán y para el 2042 por Tamazula de Gordiano. Este mismo artículo declara que de ser viable se debe implementar la generación de energía eléctrica a partir del biogás de estos sitios, por lo que se sugiere que para el año 2018 se hayan realizado los estudios necesarios para analizar la factibilidad de generación de energía en rellenos sanitarios, de manera que en el 2021 se esté generando energía por este medio.

#### • Sector Agropecuario

Las medidas a implementar en el sector agropecuario incluyen la quema de biogás generado por la gestión de estiércol y la sustitución de fertilizantes sintéticos por composta generada a partir de los residuos orgánicos que se generan en el estado. La instalación de biodigestores para el manejo de estiércol permite evitar las 168,905 tCO<sub>2</sub>e generadas al año debido a esta actividad mediante la generación de biogás que después puede ser utilizado como combustible en el sector agrícola y hogares, mitigando también emi-

siones en el sector de energía (1,813,248 tCO<sub>2</sub>e). Si el biogás generado sólo se quemara en lugar de utilizarse para la generación de energía las emisiones mitigables serían de 162,149 tCO<sub>2</sub>e.

El 41% de los residuos sólidos urbanos son residuos orgánicos. Si estos residuos fueran composteados y se generara una cantidad de composta equivalente al 10% de su masa, sería posible reemplazar 2,460 toneladas de nitrógeno aplicadas mediante fertilizante sintético por composta, lo que equivaldría a la mitigación de 7,331 tCO<sub>2</sub>e. Cabe mencionar que a largo plazo esta medida también

El 41% de los residuos sólidos urbanos son residuos orgánicos. Si estos residuos fueran composteados y se generara una cantidad de composta equivalente al 10% de su masa, sería posible reemplazar 2,460 toneladas de nitrógeno aplicadas mediante fertilizante sintético por composta, lo que equivaldría a la mitigación de 7,331 tCO<sub>2</sub>e.

llevará a la reducción de emisiones por la disposición de residuos municipales, debido a que los residuos orgánicos utilizados para la generación de composta ya no serán enviados a los sitios de disposición final.

#### • Sector Industrial

Es necesario recopilar información más específica para estimar las emisiones mitigables en el sector industrial. Además algunas de las actividades que pueden llevarse a cabo en las industrias en realidad se ven reflejadas en otros sec-

tores como energía o residuos. Ejemplos de esto son uso de energía solar térmica para calentar agua de procesos, la quema de biogás o su uso para generación de energía eléctrica en plantas de tratamiento industriales y el uso del vapor de las calderas para la generación de energía eléctrica.

Si las 918,070 toneladas, aproximadamente, de residuos inorgánicos reciclables (papel, cartón, vidrio, metales, plástico y textiles) producidos en el estado fueran sometidos a reciclaje, se podrían mitigar cerca de 141,000 tCO<sub>2</sub>e al año.

Una medida propuesta es la separación de residuos para su reciclaje. La minimización de extracción de recursos, consumo de energía y generación de residuos para la producción representan también reducciones en emisiones. Si las 918,070 toneladas, aproximadamente, de residuos inorgánicos reciclables (papel, cartón, vidrio, metales, plástico y textiles) producidos en el estado fueran sometidos a reciclaje, se podrían mitigar cerca de 141,000 tCO<sub>2</sub>e al año.

Es importante mencionar que, a excepción del metano, el inventario no contabiliza las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) como son el carbono negro, ozono troposférico y algunos hidrofluorocarbonos (HFC). Debido a su corta duración, el control de éstos es una solución de corto plazo para disminuir su concentración en la atmósfera. Estos contaminantes además de contribuir al cambio climático, tienen efectos negativos a la salud y contaminación del aire. El control de dichos contaminantes forma parte de la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, por lo que es importante llevar a cabo su medición.

La siguiente tabla 25 muestra las medidas de mitigación medibles agrupadas por sector. Los costos o ahorros asociados a las medidas de mitigación consideran la información de estudios internacionales y los mercados de carbono sobre los niveles de financiamiento requeridos para el desarrollo de las diferentes actividades de mitigación; estos valores publicados a nivel internacional son una primera aproximación comparable a un nivel Tier 1.

ID	Sector	Medida	Potencial de Mitigación (tCO <sub>2</sub> e/año)	Costos o Ahorros (USD/tCO <sub>2</sub> e)	Referencia costo
A1	Agropecuario	Instalación de biodigestores para captura y quema de metano generado por la gestión de estiércol	168,905	11	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
A2	Agropecuario	Sustitución de fertilizantes convencionales por composta generada a partir de residuos orgánicos	12,096	1	(INE, SEMARNAT, 2010)
E1	Energía	Instalación de celdas fotovoltaicas para autoabastecimiento en sectores servicios, comercios e industria y en su caso interconexión a red	4,084,409	2	(Peters-Stanley & Hamilton, 2012)
E2	Energía	Fomento a la movilidad no motorizada mediante la mejora de la infraestructura ciclista y peatonal, de la educación vial y reformas legales para proteger al ciclista y peatón	3,549,364	6	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E3	Energía	Modernización de parque vehicular con una eventual transición a autos eléctricos	1,952,170	-32	(INE, SEMARNAT, 2010)
E4	Energía	Aprovechamiento de biogás producido en biodigestores para el manejo de estiércol del sector agropecuario (complemento de A1)	1,813,248	-28	(Mata Sandoval, 2009)
E5	Energía	Instalación de celdas fotovoltaicas en hogares para autoabastecimiento y en su caso interconexión a red	1,343,672	2	(Peters-Stanley & Hamilton, 2012)
E6	Energía	Sustitución de estufas a base de Gas LP por gas natural e inducción alimentada por energía solar	848,505	3	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E7	Energía	Instalación de calentadores de agua solares en el sector residencial	690,813	-10	(INE, SEMARNAT, 2010)
E8	Energía	Instalación de plantas generadoras mini-hidroeléctricas en los principales ríos de Jalisco y conexión a red eléctrica	359,302	-29	(INE, SEMARNAT, 2010)
E9	Energía	Instalación de generadores eléctricos en yacimientos con potencial geotérmico	988,136	6	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E10	Energía	Instalación de centrales termosolares para generar energía eléctrica	227139.792	40	(Peters-Stanley & Hamilton, 2012)
E11	Energía	Uso de energía renovable para bombeo agrícola	193,358	-28	(Mata Sandoval, 2009)
E12	Energía	Uso de lámparas LED en hogares para sustituir lámparas incandescentes y fluorescentes	170,396	-110	(INE, SEMARNAT, 2010)
E13	Energía	Instalación de plantas generadoras mini-hidroeléctricas en los principales ríos de Jalisco y conexión a red eléctrica	93,001	-7	(INE, SEMARNAT, 2010)
E14	Energía	Construcción de parques eólicos para generar energía eléctrica	89,993	4	(Peters-Stanley & Yin, 2013)

Tabla 25: Medidas de mitigación medibles propuestas para el Estado de Jalisco.

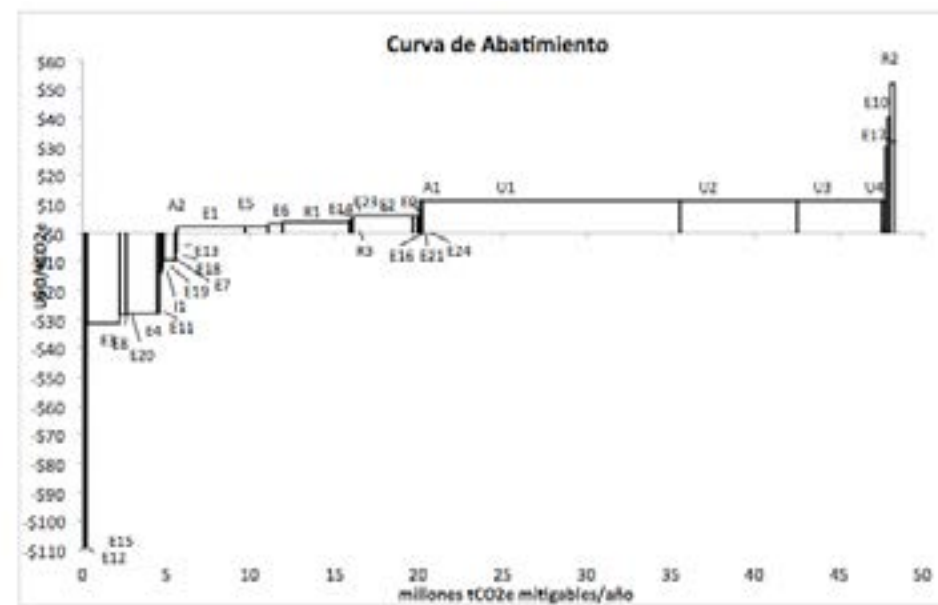
ID	Sector	Medida	Potencial de Mitigación (tCO <sub>2</sub> e/año)	Costos o Ahorros (USD/tCO <sub>2</sub> e)	Referencia costo
E15	Energía	Reemplazar lámparas convencionales de alumbrado público por lámparas LED	78,277	-110	(INE, SEMARNAT, 2010)
E16	Energía	Transporte ferroviario de carga	64,196	6	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E17	Energía	Construcción de líneas de transporte colectivo tipo BRT en la ZMG	54,365	30	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E18	Energía	Instalación de calentadores de agua solares en el sector servicios	53,311	-10	(INE, SEMARNAT, 2010)
E19	Energía	Utilización de sistemas eficientes de irrigación en el sector agrícola para disminuir consumo energético	42,444	-12	(INE, SEMARNAT, 2010)
E20	Energía	Generación de energía eléctrica para autoabastecimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) a partir del biogás generado (ver medida R3).	12,018	-29	(INE, SEMARNAT, 2010)
E21	Energía	Modernización de las unidades de transporte público, más accesibles y cómodas y con un mejor rendimiento de combustible	23,617	6	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
E22	Energía	Reducción de la generación de residuos para reducir los viajes de recolección	6704	ND	
E23	Energía	Recolección de aceite vegetal residual en restaurantes, industria alimentaria y hogares para ser procesado y producir biocombustible	3,014	5	(Mata Sandoval, 2009)
E24	Energía	Transporte ferroviario foráneo e intermunicipal de pasajeros	383	6	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
I1	Industria	Fomentar la separación de residuos y el reciclaje para reducir emisiones en los procesos de producción de materiales reciclables	141,034	-14	(INE, SEMARNAT, 2010)
R1	Residuos	Manejo y quema de biogás en rellenos sanitarios	3,965,760	4	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
R2	Residuos	Tratamiento de Aguas residuales	278927.928	52.06	(INE, SEMARNAT, 2010)
R3	Residuos	Quema de metano en PTARs actuales	106,082	4	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
U1	USCUSyS	Reducción de emisiones de deforestación y degradación forestal como resultado de medidas desarrolladas en el sector USCUSyS	15,368,000	11	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
U2	USCUSyS	Reforestación, restauración forestal e implementación de prácticas agroforestales	6,980,000	11	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
U3	USCUSyS	Incremento de acervos de carbono por conservación de bosques y selvas con base en PSA bajo esquemas REDD+.	4980000	11	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
U4	USCUSyS	Instalación de estufas ahorradoras para reducir consumo de leña	220,494	11	(Peters-Stanley & Yin, 2013)
<b>Total</b>			<b>48,293,209</b>		



Para que el desempeño de las actividades de mitigación pueda ser evaluado, es necesaria la medición continua de las emisiones del estado. Así mismo, es importante contar cada vez con información más completa y precisa para estimar con mayor exactitud el potencial de mitigación de las medidas propuestas así como integrar propuestas que por estos motivos no pudieron ser presentadas en este proyecto, pero pueden participar de manera sustancial en la mitigación de emisiones. Existen otras medidas de mitigación que con las que no se ha estimado aún el potencial de mitigación local o costos asociados pero que pueden contribuir a mitigar el cambio climático; es necesario realizar estudios específicos sobre los costos y beneficios locales de la implementación de medidas de mitigación.

#### 4-3 Curva de costos de abatimiento

Figura 65: Curva de abatimiento para el estado de Jalisco con base en las medidas propuestas.



La Figura 65 muestra la curva de abatimiento para las medidas de mitigación sugeridas para el estado. Dicha curva se desarrolla con base en la información presentada en la Tabla 25.

La altura de las columnas representa el costo de abatimiento por tonelada de CO<sub>2</sub>e mitigada al año. Aquellas medidas cuyos costos son negativos representan ahorros. El ancho de la columna representa las toneladas de CO<sub>2</sub>e que la medida puede llegar a mitigar al año. Las columnas más gruesas representan mayor potencial de mitigación.

Estos dos factores son muy importantes en cuanto a la mitigación de GEI, sin embargo para cada medida es importante analizar los beneficios/impactos que su implementación pueda generar. Algunos ejemplos son la mejora en eficiencia de los sistemas de irrigación, que disminuye el consumo de agua en el sector agrícola; el tratamiento de aguas residuales que reduce la contaminación de las

aguas superficiales y permite la reutilización del efluente; las medidas que reducen el uso de vehículos particulares, que causan beneficios a la salud porque mejoran la calidad del aire y activan a la población (en el caso de la movilidad no motorizada) además de mejorar la fluidez del tráfico reduciendo los tiempos de transporte y los PSA que fomentan el desarrollo comunitario y generan un ingreso para las comunidades que habitan en las zonas forestales.

#### • Objetivo de Mitigación

Con el fin de cumplir con la estrategia nacional, se consideran prioritarios los objetivos presentados en el tercer artículo transitorio de la Ley General de Cambio Climático y éstos se plantean cómo la meta mínima a cumplir.

**Objetivo al 2020:** haber reducido en un 30% las emisiones del año 2010, lo que equivale a la mitigación de 11,387 GgCO<sub>2</sub>e, de manera que en el año 2020 se emitan como máximo 26,570 GgCO<sub>2</sub>e.

**Objetivo al 2020:** haber reducido en un 30% las emisiones del año 2010, lo que equivale a la mitigación de 11,387 GgCO<sub>2</sub>e, de manera que en el año 2020 se emitan como máximo 26,570 GgCO<sub>2</sub>e.

**Objetivo al 2050:** haber reducido en un 50% las emisiones del año 2010, lo que equivale a la mitigación de 7,591 GgCO<sub>2</sub>e adicionales a los del 2050, de manera que en el año 2050 se emitan como máximo 18,978 GgCO<sub>2</sub>e.

#### Metas de implementación

Para el 2018 contar con la infraestructura necesaria para la correcta disposición de residuos y recuperación de biogás en los sitios que reciben los residuos de los municipios Ameca, Arandas, Atotonilco el Alto, Autlán de Navarro, La Barca, Cihuatlán, Zapotlán el Grande, Chapala, Encarnación de Díaz, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Lagos de Moreno, Ocotlán, Poncitlán, Puerto Vallarta, El Salto, San Juan de los Lagos, Tala, Tepatitlán de Morelos, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan y Zapotlanejo. La misma medida deberá ser adoptada y concluida en Jocotepec en el 2021, Teocaltiche en el 2027, Ayotlán en el 2030, San Miguel el Alto, Tequila y Tomatlán en el 2033, Jalostotitlán en el 2036 y Tamazula de Gordiano en el 2042

Haber concluido en el 2020 las 8 líneas propuestas del proyecto de transporte tipo BRT en la ZMG, esto de acuerdo a la LGCC donde se establece la implementación de transporte público sustentable

La LGCC propone como medida de mitigación favorecer las actividades que eviten la pérdida de carbono forestal y que promuevan el desarrollo sustentable, manejo forestal comunitario. Las medidas para el sector USCUSyS propuestas en el presente documento cumplen con estas características. Éstas deben llevarse a cabo lo antes posible ya que sus efectos son a largo plazo, por lo que si se quieren alcanzar los objetivos planteados para el 2050, las actividades se deben llevar a cabo antes del 2020

Para el 2024 como mínimo el 35% de la energía eléctrica consumida en el estado deberá generarse dentro del mismo y mediante fuentes renovables.

Para el 2024 como mínimo el 35% de la energía eléctrica consumida en el estado deberá generarse dentro del mismo y mediante fuentes renovables.

## Verificación

La medición continua de las emisiones estatales es fundamental para verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos, por lo que deberán generarse inventarios estatales con regularidad. En dichos inventarios se deberá mencionar las medidas de mitigación que se implementaron durante el periodo, así como los proyectos de futuras medidas a implementar y el porcentaje del alcance de los objetivos. Además deberán presentarse avances respecto a los años anteriores e identificar debilidades y barreras. El estado deberá colaborar con el gobierno federal para participar y colaborar en el diseño, implementación y evaluación de los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación de las actividades de mitigación incluyendo las Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs) y REDD+.

### 4-4 Potencial de los mercados de carbono

Esta sección presenta una revisión de los instrumentos económicos basados en mecanismos de mercado disponibles para la implementación de actividades de mitigación del cambio climático. Estas opciones son evaluadas en el contexto nacional y del estado para explorar su contribución potencial a alcanzar los objetivos de mitigación.

#### 4-4-1 Introducción

*Nota: Esta sección y la siguiente muestran información sobre el desarrollo de mecanismos de mercado presentados en Balderas Torres (2013).*

Los mecanismos de mercado son instrumentos económicos de política ambiental que buscan influir en el comportamiento de las personas, empresas y otros actores al modificar los incentivos asociados a las actividades que generan emisiones de GEI y a la implementación de actividades de mitigación. Estos mecanismos modifican los precios de ciertos bienes o servicios para incluir la valoración del medio ambiente en la toma de decisiones. Los gobiernos de diferentes países y regiones están utilizando estos mecanismos como un medio para implementar medidas de una forma costo-eficiente y vincular así a los usuarios y proveedores de servicios ambientales, tales como la mitigación del cambio climático, para así favorecer la conservación y provisión de los mismos.

Para alcanzar los objetivos de mitigación nacional se desarrollarán mecanismos basados en el mercado con una importante participación del sector forestal en el contexto de REDD+ (PECC, 2008; CONAFOR, 2010), estos mecanismos serán regulados por la CICC (LGCC, Art. 47-VIII) y permitirán desarrollar acciones de mitigación costo-eficientes (Art. 33-II), incluyendo actividades en los mercados internacionales (Art. 95), así como el desarrollo de mecanismos locales. La LGCC y varias Leyes Estatales de cambio climático hacen referencia al diseño, uso y promoción de mecanismos de mercado<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> A la fecha de elaboración de este trabajo fue posible consultar las leyes en materia de cambio climático de Baja California, el Distrito Federal, Chiapas y Quintana Roo así como los proyectos de ley de Puebla, Veracruz, Sonora, Coahuila, Guanajuato, San Luis Potosí.

Opción	Demanda/ Usuarios	Oferta/ Proveedores	Negociación y Valoración, Recursos.	Costos de Transacción	Resultados	Comentarios (Requisitos, Riesgos)
1) Intercambio de Derechos de Emisión  PCT	Sectores económicos regulados.  Todos los sectores e individuos.	Empresas/personas con derechos de emisión excedentes; desarrolladores de proyectos cuando es permitido agregar créditos de carbono (p.e. MDL, JI).	Negociación directa entre usuarios y proveedores o vía intermediarios. Implementación con recursos privados después de venta, asignación o subasta de permisos. Precio depende de multas, límites de emisión y costo de abatimiento.	Altos costos de transacción, certificación (p.e. mercado internacional PK). Alto (reporte y monitoreo de límites de emisión).	Basados en desempeño (tCO <sub>2</sub> eq). Competitividad, transparencia en cuanto acciones desarrolladas, flexible, reduce costo de mitigación.	Requiere derechos de propiedad claros (i.e. compensación y responsabilidad legal), asignación de derechos de emisión, monitoreo de límite de emisiones, multas y garantía de cumplimiento.
2) PSA y programas de subsidios	Gobierno o entidad operadora como representante de usuarios (personas, empresas, organizaciones).	Propietarios de terrenos forestales en zonas elegibles; desarrolladores de acciones de mitigación.	Baja negociación con proveedores, usuarios usualmente no participan. Regulador fija pago p.e. según costo oportunidad; implementación con recursos de fondos públicos o cobro a usuarios.	No hay costos de certificación para proyectos. Costo estructura PSA, reporte y monitoreo operativo. Flexibilidad baja para proveedores (p.e. fechas, zonas, pago).	Según cumplimiento con PSA, no en tCO <sub>2</sub> eq, aptos para deforestación evitada. En otros sectores pagos por desempeño (i.e. energía renovable producida)	En general desvinculación con usuarios. Riesgo que recursos sean usados con poca transparencia o con fines políticos y no con base a desempeño ambiental.
3) Mercado Voluntario	Cualquier individuo empresa u organización, incluyendo al sector público.	Desarrolladores de proyectos.	Negociación directa entre usuarios y proveedores o vía intermediarios. Precio depende de responsabilidad ambiental, co-beneficios, pre-cumplimiento o mercadotecnia verde. Implementación con recursos privados.	Menores costos de certificación vs. mercado cumplimiento. Costo por proyecto y de operadores de estándares.	Igual que en 1). Aptos para captura de carbono forestal y acciones de mitigación en otros sectores.	Escala del mercado aún es muy pequeña en comparación con acciones necesarias; participación sujeta a condiciones de la economía nacional. Diferentes sistemas de certificación pueden tener diferentes métodos.
4) Impuesto a Emisiones	Gobierno como representante de usuarios (personas, empresas, organizaciones).	Sectores/individuos que reducen el consumo o uso de productos/ servicios con gravamen. Incentivos como ahorro por reducción de pago.	No hay negociación. Tarifa fijada por el regulador según meta de reducción de consumo (emisiones) y elasticidad respecto precios. Se requieren impuestos ad hoc para cada proceso de generación de emisiones de GEI. Actores tienen estímulos para usar recursos privados en acciones de mitigación con costos menores al del impuesto.	Menor costo por posible incorporación a sistema fiscal existente. No hay costos por proyecto (certificación)	Normalmente se buscan reducciones porcentuales de consumo y emisiones asociadas; resultados cuantitativos son reflejados en inventarios de emisiones.	Riesgo de aumentar evasión y que recursos sean usados con poca transparencia o con fines recaudatorios o políticos y no con base a desempeño ambiental. No hay incentivos positivos. Si consumo es insensible a precio no se reducen emisiones y aumenta costo social.

**Tabla 26:** Principales características de los diferentes mecanismos de mercado como opciones de política pública ambiental (modificado de Balderas Torres, 2013).

Con base en Balderas Torres (2013), las condiciones para el diseño de mecanismos de mercado efectivos son: primero, es necesario que existan derechos de propiedad claros sobre los beneficios y costos ambientales (i.e. adoptar en la legislación el principio de compensación por desarrollar acciones de mitigación y el principio de responsabilidad o 'el que contamina paga' por la generación de emisiones de GEI respectivamente); segundo, no deberían existir costos de transacción en la negociación, implementación, certificación, monitoreo y verificación de los acuerdos para el desarrollo de las medidas de mitigación en el mercado, o estos costos deberían ser bajos; y tercero, debería contarse con información completa sobre los beneficios y costos asociados a las diferentes acciones y opciones de mitigación y los daños por no desarrollar las acciones (Coase, 1960; Zerbe, 1980; Wohar, 1988; Balderas-Torres et al., 2013). La política climática estatal puede desarrollarse para cumplir con estas tres condiciones. Existen diferentes tipos de mecanismos de mercado para valorar los servicios ambientales entre los cuales se pueden enumerar los siguientes: sistema de intercambio de derechos de emisión con tope de niveles de emisión (Cap-and-Trade, en inglés) y su extensión a nivel micro en los sistemas de comercio individual de carbono (PCT); los programas de pago por servicios ambientales (PSA) y otros programas de subsidios (p.e. feed-in-tariffs); los mercados voluntarios de carbono; y los impuestos a las emisiones de GEI. La tabla 26 presenta un resumen de las características de los mecanismos de mercado descritos aquí.

Con base en Balderas Torres (2013), el sistema propuesto aquí para el diseño e implementación de mecanismos de mercado para mitigar el cambio climático consta de cuatro elementos: primero, la creación de impuestos a las emisiones de GEI como herramienta para definir la responsabilidad por los costos ambientales asociados; segundo, el etiquetamiento de los recursos recaudados por dichos impuestos dentro de los presupuestos públicos para financiar la implementación transparente y efectiva de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; tercero, la promoción del desarrollo y registro de proyectos en los mercados de carbono para implementar medidas de mitigación del cambio climático; y cuarto, la promoción de la compra de certificados de reducción de emisiones y de certificados de captura de carbono entre empresas, organizaciones y ciudadanos del estado con opción a deducir o demostrar el pago del impuesto a las emisiones de GEI.

Es necesario identificar cuáles son las barreras para la implementación de medidas de mitigación, generar y difundir la información asociada a los costos, beneficios y opciones de mitigación y diseñar programas y actividades que ayuden a resolver a superar dichas barreras.

La creación de un impuesto a las emisiones de GEI tiene la ventaja, sobre los sistemas de intercambio de derechos de emisión (cap-and-trade) y los mercados voluntarios, de que puede incluir potencialmente a todos los ciudadanos y empresas dentro de la economía formal y de que es más fácil de administrar ya que tiene menores costos de monitoreo y de fijación eventual de multas y cumplimiento; además, puesto que no sería necesario que los agentes negocien entre sí, esto también reduciría aún más los costos de transacción (Balderas Torres, 2013).

Es necesario considerar varios aspectos al fijar el nivel del impuesto a las emisiones de GEI: primero, si se establece a un nivel bajo o si existe una baja elasticidad entre el precio y las actividades que generan las emisiones de GEI, las emisiones no se reducirán a los niveles deseados; y segundo, el nivel del impuesto en pesos por tCO<sub>2</sub>e determinará las actividades que se pueden implementar desde los programas públicos y en los mercados de carbono (i.e. se implementarán principalmente aquellas medidas de mitigación con un costo equivalente menor). Este segundo factor es determinante para el desarrollo de actividades en los mercados de carbono pues una parte de los recursos debe utilizarse para cubrir los costos de transacción para participar en dichos mercados, reduciendo así la cantidad de recursos que son transferidos efectivamente a los desarrolladores de los proyectos de mitigación. Por este motivo es fundamental que la arquitectura institucional que conforma la política climática estatal reduzca significativamente o elimine los costos de transacción como son los costos de acceso a la información, de transferencia de tecnología, de financiamiento y aquellos asociados al cumplimiento de contratos. Finalmente, si los recursos del impuesto a la generación de emisiones de GEI se utilizan también para financiar el desarrollo de actividades de adaptación al cambio climático, es necesario determinar los costos de adaptación para poder incluirlos adecuadamente por tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida.

Al etiquetar los recursos recaudados por el impuesto a las emisiones para la implementación de medidas de mitigación se definen los derechos de propiedad sobre los costos y beneficios ambientales. Sin embargo al ser un sistema eminentemente público existe el riesgo de que los programas sean poco transparentes y se privilegien los intereses políticos sobre los resultados ambientales; también se corre el riesgo de que el sistema sea relativamente poco flexible (p.e. sujeto a autorizaciones presupuestales anuales, falta de continuidad por cambio de gobierno, reglas de operación, fechas de inscripción etc.) (Balderas Torres, 2013), o que como otros impuestos ambientales tenga fines exclusivamente recaudatorios (Hanley et al 1997). Al dar la oportunidad de que los certificados de reducción de emisiones o de captura de carbono de los mercados de carbono sean utilizados para deducir el pago del impuesto a emisiones de GEI, se incentiva la transparencia y efectividad de las acciones hechas desde el sector público al tiempo que se permite la implementación de medidas de mitigación por parte del sector privado de una forma más flexible. Aquellos actores que no confíen en que sus impuestos estén siendo usados adecuadamente, podrán acudir a los mercados de carbono; al mismo tiempo el regulador tendrá mayor interés en demostrar que usa los recursos eficientemente para así no ver reducido el ingreso fiscal ni su credibilidad (Balderas Torres, 2013).

Cabe mencionar que los mecanismos de mercado buscan resolver el problema de las externalidades ambientales como fallas de mercado. Sin embargo es importante recordar que ésta no es la única falla que previene la adopción de

medidas de mitigación a niveles socialmente óptimos. Es posible que la implementación de estas medidas se vea limitada por la presencia de otras fallas de mercado y fallas gubernamentales. Algunos ejemplos de estas fallas son: la falta de información sobre las medidas de mitigación y sus beneficios así como de las emisiones de GEI de diferentes actividades y sus costos; fallas en transferencia de tecnologías y conocimiento; falta de acceso a opciones de financiamiento; distorsiones por subsidios a actividades generadoras de GEI y altos costos de transacción y de burocracia para la implementación de medidas de mitigación; fallas gubernamentales para hacer cumplir el marco legal aplicable (p.e. límites de emisiones de contaminantes o problemas para controlar el cambio de uso de suelo y la deforestación). Es posible que al abordar las fallas subyacentes públicas y de mercado, diferentes al problema de las externalidades, la implementación de las medidas de mitigación pudiera alcanzar niveles socialmente óptimos (Engel et al, 2008; Heath y Binswanger, 1996). Por esta razón es necesario identificar cuáles son las barreras para la implementación de medidas de mitigación, generar y difundir la información asociada a los costos, beneficios y opciones de mitigación, y diseñar programas y actividades que ayuden a resolver a superar dichas barreras.

#### 4-4-2 Mecanismos de Mercado para la Mitigación del Cambio Climático en México y Jalisco.

- **Impuesto a las emisiones de GEI por quema de combustibles fósiles.**

La Reforma Fiscal 2014 y la Plataforma MexiCO<sub>2</sub> son dos iniciativas recientes que permitirán promover el desarrollo de actividades de mitigación vía mecanismos de mercado en México. Como parte del PEACC Jalisco es posible realizar una evaluación preliminar de la contribución que podrían tener estas iniciativas para el cumplimiento de las metas de mitigación estatales.

La Reforma Fiscal 2014 incluye en el artículo 2 I.H de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (LIEPS) la creación de un impuesto a las emisiones de GEI por la quema de combustibles fósiles. El impuesto se estableció a una tasa de \$39.80 pesos por tCO<sub>2</sub>e (aproximadamente \$3 dólares americanos por tCO<sub>2</sub>e). La tabla 27 muestra el nivel del impuesto a las emisiones de GEI para los principales combustibles fósiles por unidad de consumo.

Considerando el consumo de combustibles fósiles en el Estado, reportados en el inventario estatal presentado en este documento, en Jalisco se recaudarían alrededor de \$570 millones de pesos por año por el impuesto a las emisiones de GEI. Es importante llegar a acuerdos con el gobierno federal para retener estos recursos para la implementación de medidas efectivas de mitigación y adaptación al cambio climático en Jalisco y etiquetarlos en programas y actividades específicas que tengan un efecto multiplicador en la generación de recursos para la implementación de estas actividades. Esta recaudación sería producto de la carga impositiva correspondiente a la generación de 14.4 millones de tCO<sub>2</sub>e lo que significa que en el estado todavía habría actividades generando hasta 35.6 millones de tCO<sub>2</sub>e para las cuales aún no se han definido impuestos

**Tabla 27:** Impuesto a las emisiones de GEI de los principales combustibles fósiles aprobada en la Reforma Fiscal 2014 (Basado en DOF, 2013).

Combustibles Fósiles	Cantidad	Unidad
Propano	5.91	centavos por litro
Butano	7.66	centavos por litro
Gasolinas y gasaviación	10.38	centavos por litro
Turbosina y otros kerosenos	12.4	centavos por litro
Diesel	12.59	centavos por litro
Combustóleo	13.45	centavos por litro
Coque de petróleo	15.6	pesos por tonelada
Coque de carbón	36.57	pesos por tonelada
Carbón mineral	27.54	pesos por tonelada

La tabla 28 muestra que es el sector del transporte terrestre (gasolina y diesel principalmente para transporte privado) y el sector residencial (consumo de Gas LP) los que contribuirían en mayor porcentaje a la recaudación del impuesto a las emisiones de GEI por quema de combustibles fósiles; estos rubros suman aproximadamente el 76% del total. Esta situación refleja la importancia de promover el cambio en los hábitos de consumo y comportamiento entre la población, de renovar las tecnologías para calentamiento de agua en hogares y edificios, y de reducir el uso del auto privado como medio de transporte. Esto permitiría reducir la nueva carga tributaria que recaerá sobre la ciudadanía.

**Tabla 28:** Distribución de la recaudación anual esperada por el impuesto a las emisiones de GEI de los combustibles fósiles en el Estado de Jalisco con base en la información del inventario y la Reforma Fiscal 2014.

Sector	Sub-Sector	Recaudación Impuesto a Emisiones de GEI (Millones de Pesos/año)	(%)
Transporte*	Aviación Civil	43.17	7.54%
	Transporte Terrestre	372.65	65.13%
	Ferrocarriles	10.47	1.83%
	Navegación Marítima y Fluvial	0.15	0.03%
Industria**	Hierro y acero	0.03	0.01%
	Metales no ferrosos*	0.06	0.01%
	Productos químicos*	26.36	4.61%
	Pulpa, papel e imprenta	8.96	1.57%
	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	13.50	2.36%
	Minerales no metálicos	6.39	1.12%
	Equipos de transporte	2.01	0.35%
	Maquinaria*	3.44	0.60%
	Minería (con excepción de combustibles) y cantera	N.E.	
	Madera y productos de madera	0.01	0.001%
	Construcción	N.E.	
	Textiles y cuero	0.33	0.06%
	Industria no especificada	1.14	0.20%
	Tequila y bebidas alcohólicas	0.74	0.13%
*Otros Sectores	Residencial	64.88	11.34%
	Comercial/Institucional	7.44	1.30%
	Agricultura/Silvicultura/Pesca	10.46	1.83%
<b>Total</b>		<b>572.19</b>	<b>100%</b>

N.E no se encontró, según se especifica en el inventario de emisiones del GEI.

\*Para el sector transporte y otros sectores los datos corresponden al consumo de combustibles en el año 2010.

\*\* Para la Industria los datos corresponden al año 2005.

La Reforma Fiscal también incluye en el artículo 5to de la LIEPS la opción de que los contribuyentes paguen este impuesto por medio de la compra de bonos de carbono, o Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) provenientes de proyectos registrados dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto generados por proyectos realizados en México avalados por la CMNUCC. El valor de los bonos sería el correspondiente al valor de mercado al momento de pagar del impuesto. Al mes de Enero de 2014 aún es necesario que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público establezca la reglamentación específica para la operación de este mecanismo. En este contexto, en Noviembre de 2013 inició operaciones la Plataforma MexiCO<sub>2</sub> en la Bolsa Mexicana de Valores dentro de la cual se promoverá el mercado de carbono nacional. En este espacio institucional se podrán realizar y registrar operaciones de compra y venta de bonos de carbono o CREs derivados de proyectos MDL y de los mercados voluntarios de carbono a nivel nacional.

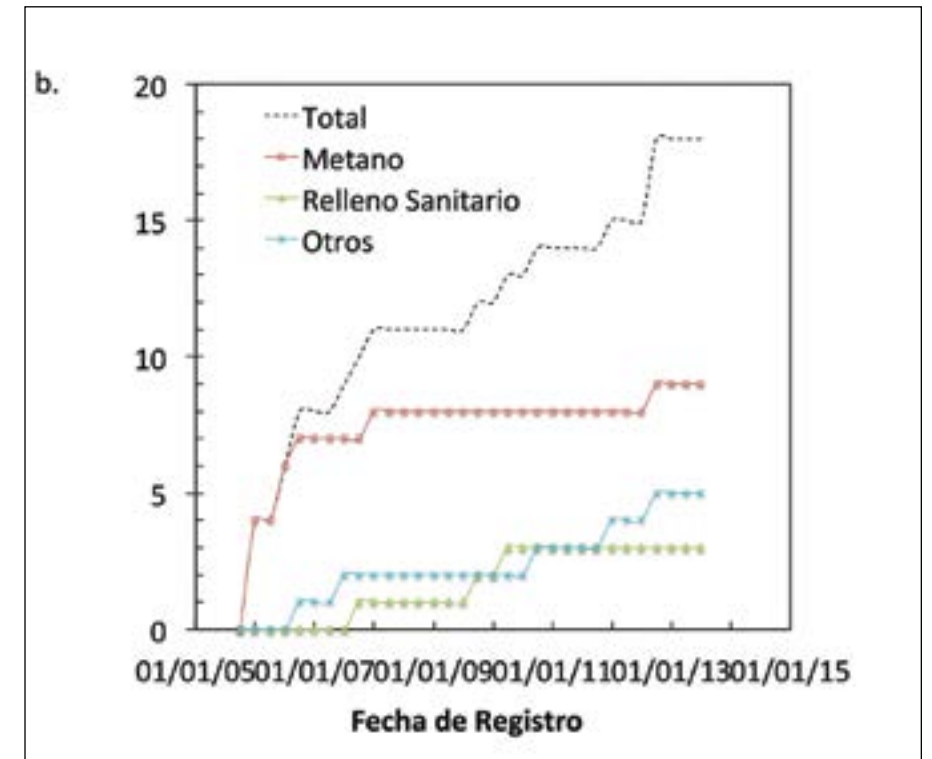
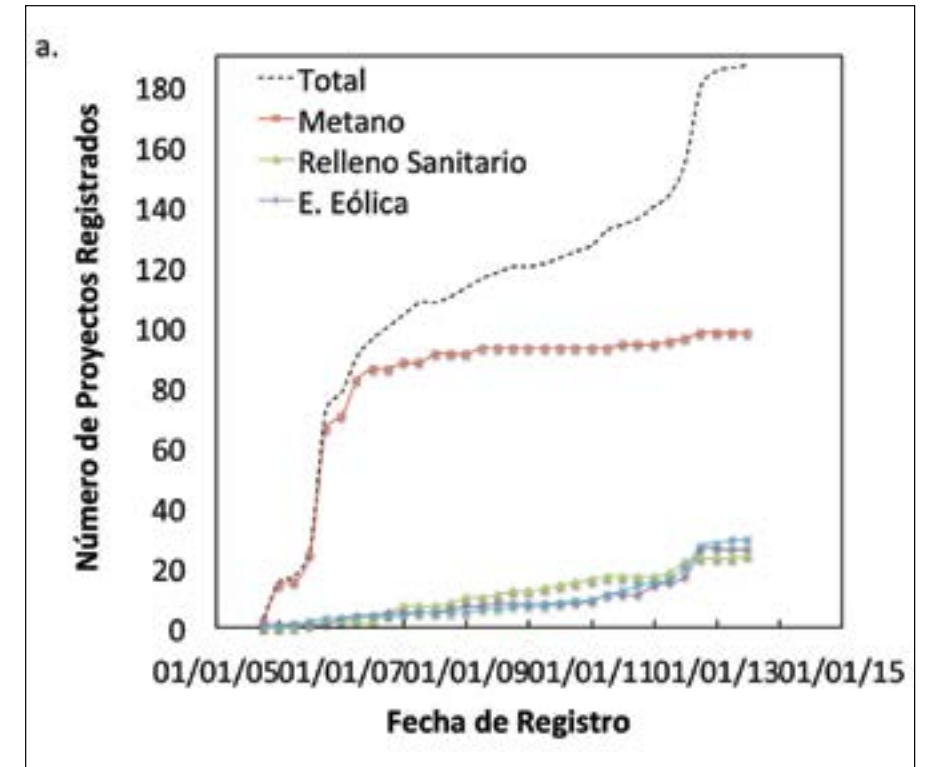
• **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).**

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es una opción para implementar medidas de mitigación en el contexto del Protocolo de Kioto (PK) y participar en los mercados de carbono. Esta sección describe brevemente la evolución del desarrollo de proyectos MDL en México y Jalisco, su potencial contribución al cumplimiento de los objetivos de mitigación y el potencial para utilizar los CREs de los proyectos MDL para demostrar el pago del impuesto a las emisiones de GEI de combustibles fósiles entre los actores de Jalisco.

En el PK los países desarrollados del Anexo B se comprometieron a reducir sus emisiones de GEI en relación a los niveles de emisión que tenían en 1990. Para dar cumplimiento a sus objetivos, los países con compromisos de reducción de emisiones pueden utilizar mecanismos de flexibilidad basados en mercado para implementar medidas de mitigación de una forma costo-eficiente. Estos mecanismos son: el comercio de emisiones, el MDL y los proyectos de implementación conjunta. El MDL ofrece la oportunidad a países no listados en el Anexo B del PK, como México, de desarrollar proyectos de mitigación basados en las metodologías aprobadas por el comité ejecutivo del MDL dentro de la CMNUCC para generar CREs. Cada CRE representa una tonelada de GHG expresada como CO<sub>2</sub>e cuya emisión ha sido evitada o que ha sido removida por los sumideros de carbono gracias a los proyectos desarrollados. Los CREs pueden ser vendidos en los mercados de carbono para que los países listados en el Anexo B del PK puedan cumplir con su objetivo de mitigación. Los proyectos MDL comenzaron a ser registrados dentro de la CMNUCC desde finales del 2003. La figura 66 y la tabla 29 muestran la evolución del registro de proyectos MDL y la distribución de los proyectos por tipo de actividad de mitigación en México y en Jalisco entre 2005 y el 2013.

Figura 66: Evolución del registro de proyectos MDL en (a) México y (b) Jalisco por tipo de proyecto para el periodo 2005-2013. Elaboración propia con información de Fenhann (2013).

a. Número de proyectos registrados en México  
b. Número de proyectos registrados en Jalisco



**Tabla 29:** Proyectos MDL en desarrollo en México y en Jalisco por tipo de proyecto. Elaboración propia con información de Fenhann (2013).

Tipo de Proyectos	Número de Proyectos			
	Nacional	%	Jalisco	%
Quema de Metano	121	52.4%	10	45.5%
Biomasa-Energía	13	5.6%	4	18.2%
Hidroeléctrica (Micro, Mini)	11	4.8%	4	18.2%
Rellenos Sanitarios	32	13.9%	3	13.6%
Transporte	6	2.6%	1	4.5%
Energía Eólica	31	13.4%	-	-
Eficiencia Energética Industria	5	2.2%	-	-
N <sub>2</sub> O	3	1.3%	-	-
Energía Solar	2	0.9%	-	-
Eficiencia Energética Autogeneración	2	0.9%	-	-
Metano en Sector Minero (Lecho de Carbón)	1	0.4%	-	-
Cambio Combustible Fósiles	1	0.4%	-	-
Emisiones Fugitivas	1	0.4%	-	-
Geotermia	1	0.4%	-	-
HFCs	1	0.4%	-	-
Agricultura	-	-	-	-
Cemento	-	-	-	-
Captura CO <sub>2</sub> (Carbon Capture and Seq.)	-	-	-	-
Distribución Energía	-	-	-	-
Eficiencia Energética (Hogares)	-	-	-	-
Eficiencia Energética (Servicio)	-	-	-	-
Eficiencia Energética (Producción)	-	-	-	-
Sistemas Híbridos Renovables	-	-	-	-
Marina	-	-	-	-
PFCs y SF <sub>6</sub>	-	-	-	-
Forestación	-	-	-	-
Reforestación	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>100%</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

La mayor cantidad de proyectos MDL en Jalisco y México se enfocan a la quema de metano proveniente de residuos ganaderos (estiércol). Estos proyectos han sido populares pues ofrecen una alta cantidad de CREs a un costo relativamente bajo, considerando el mayor potencial de calentamiento del metano. En la figura 67 se aprecia que el mayor registro de proyectos ocurrió entre 2006 y 2007 siendo casi exclusivamente proyectos de quema de metano. El desarrollo de otros tipos de proyectos aumentó después de 2009. Esto puede ser reflejo de una falta de políticas de apoyo al desarrollo de proyectos MDL a nivel nacional y estatal combinado con los altos costos de transacción para el desarrollo y registro de proyectos, y el futuro incierto de los precios de carbono en el mercado internacional. La tabla 27 muestra que en Jalisco además se han registrado proyectos de mini/micro hidroeléctricas (4), reducción de emisiones por quema de biomasa para producción de energía (4), manejo de metano en rellenos sanitarios (3) y la implementación del sistema Bus Rapid Transport Macrobus en el sector transporte (aunque éste último solo se ha desarrollado parcialmente pues el diseño del proyecto original, y la estimación de reducción de emisiones contempla la construcción de 7 líneas de Macrobus).

Además del desarrollo de proyectos de forma individual, es posible registrar Programas de Actividades (PoA), los cuales agrupan la implementación de intervenciones o proyectos de un mismo tipo por lo que es más fácil replicar una actividad sin necesidad de realizar el registro para cada proyecto. Esto permite reducir los costos de transacción para el diseño y registro de las medidas de mitigación. Hasta diciembre de 2013, en México se habían registrado siete PoAs (UNFCCC, 2013); los PoAs se enfocan al ahorro de energía (iluminación), estufas ahorradoras de leña, la quema de metano por manejo de residuos agropecuarios, pequeñas hidroeléctricas y la producción y quema de metano en el tratamiento de aguas residuales. Las actividades de algunos de estos PoAs se desarrollan a escala nacional (p.e. cambio de focos incandescentes por luminarias ahorradoras CFLs) pero no se conocen los detalles sobre los resultados de implementación en Jalisco. Solamente se tiene registrada una actividad específica en Jalisco como parte del PoA de aprovechamiento de metano como subproducto del tratamiento de aguas residuales (CPA0321.01, tratamiento avanzado de aguas residuales en Casa San Matías). Además había otro PoA que incluía actividades en Jalisco para el desarrollo de viviendas sustentables, sin embargo el PoA no había sido registrado hasta diciembre 2013. Una recomendación para la rápida implementación de acciones de mitigación es promover el desarrollo de actividades específicas en el estado que correspondan a los PoAs existentes.

Las reducciones de emisiones anuales previstas durante el primer periodo de implementación de estos proyectos y de las actividades registradas en los PoA, periodo que va desde el 2005 hasta el 2023 dependiendo del año en que se inician a generar los CREs, son en promedio de 8.83 y 0.57 MtCO<sub>2</sub>e/año a nivel nacional y estatal respectivamente. Esto representaría aproximadamente el 1.4% de las emisiones nacionales en el año 2000 y estatales en 2010 (tabla 30).

**Tabla 30:** Contribución de proyectos MDL y PoA a la reducción de emisiones en México y en Jalisco durante el primer periodo de acreditación de las actividades. Elaboración propia con información de Fenhann (2013).

	México	Jalisco
Reducción de Emisiones Proyectos MDL (MtCO <sub>2</sub> e/año)	8.08	0.57
Reducción de Emisiones PoAs (MtCO <sub>2</sub> e/año)	0.75	N.D.
Total de Reducciones de Emisiones (MtCO <sub>2</sub> e/año)	8.83	0.57
Emisiones (MtCO <sub>2</sub> e/año)	640*	40.1**
Contribución de Actividades MDL a Reducción Emisiones	1.38%	1.42%

N.D. No disponible.

\*Valor de emisiones nacionales en el 2000 con base a Figura IV.27 en la Quinta Comunicación Nacional ante la CMNUCC (SEMARNAT, 2012)

\*\*Las emisiones estimadas en el PEACC corresponden al año 2010 y no al 2000.

<sup>1</sup> Se considera el intervalo de valores de PSA para servicios hidrológicos y de biodiversidad según lo establecido en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2014 (SEMARNAT, 2013).

<sup>2</sup> Considerando valores por defecto Tier 1 (IPCC, 2006).

<sup>3</sup> Precio equivalente de carbono obtenido suponiendo que los bosques y selvas primarios pueden capturar al menos las cantidades de carbono especificadas en la columna correspondiente.

Considerando los proyectos MDL en desarrollo en Jalisco, si las empresas y ciudadanos del estado comparan los CRE de estos proyecto para demostrar el pago del impuesto a las emisiones de GEI al nivel actual del impuesto (\$39.8 pesos por tCO<sub>2</sub>e), esto significaría una inyección de \$22.69 millones de pesos por año a los proyectos de mitigación; esta cantidad representaría el 3.9% de la recaudación estimada del impuesto a las emisiones de GEI en el estado y 0.003% del PIB nominal en 2010. Si las empresas y ciudadanos de Jalisco buscaran comprar CREs de MDL en desarrollo en otros estados del país, la derrama económica sería de hasta \$351 millones de pesos por año representando el 61% de la recaudación estimada para el impuesto a emisiones de GEI. Sin embargo, es necesario evaluar cuál es el nivel real de implementación de los proyectos MDL registrados para verificar la cantidad de CREs que se podrán ofrecer realmente en este mercado de carbono.

Las estadísticas de los proyectos MDL muestran que la creación de incentivos vía mecanismos de mercado es capaz de estimular el desarrollo de medidas de mitigación.

Las estadísticas de los proyectos MDL muestran que la creación de incentivos vía mecanismos de mercado es capaz de estimular el desarrollo de medidas de mitigación. Sin embargo es necesario que los arreglos institucionales generen certidumbre a largo plazo que eleve la demanda e incremente los precios de carbono para desarrollar otras actividades de mitigación que actualmente no son tan atractivas. La tabla 30 muestra que tanto a nivel estatal como nacional existen oportunidades de mitigación en diferentes sectores que no han generado proyectos para participar en el esquema MDL. Una recomendación para el diseño e implementación de la política climática estatal es identificar las barreras por las cuales no se han generado proyectos en otros sectores elegibles como se describe en la tabla 30 y definir estrategias para promover el desarrollo y registro de proyectos en los mercados de carbono.

Una recomendación para el diseño e implementación de la política climática estatal es identificar las barreras por las cuales no se han generado proyectos en otros sectores elegibles como se describe en la tabla 30 y definir estrategias para promover el desarrollo y registro de proyectos en los mercados de carbono.

Es necesario también enfatizar que la promoción del desarrollo de proyectos en los mercados internacionales de carbono puede tener consecuencias no deseadas en la implementación de la política climática nacional y estatal. Cuando

los CREs son vendidos al extranjero (a empresas, instituciones, etc.), entonces serán utilizados en la contabilidad del país comprador y no contribuirían al cumplimiento del objetivo de mitigación de México ni de Jalisco. Los primeros proyectos a implementar han sido aquellos con un mayor beneficio-costos, es decir aquellos con menores costos de implementación. En este contexto si se venden los CREs más costo-eficientes al extranjero, las medidas de mitigación que los actores de México y Jalisco deberán implementar después para cumplir con sus objetivos serán más costosas (Balderas Torres et al 2013). Una vez que México ha asumido un compromiso de reducción de emisiones y de promoción de los mercados nacionales de carbono, es necesario identificar la forma en que se puede reducir los costos de mitigación al tiempo que se maximizan los beneficios para los actores locales en medidas que contribuyan a las metas nacionales de mitigación. En este contexto otra recomendación es identificar dentro de un registro de contabilidad de carbono cuantos CREs de los proyectos MDL en Jalisco han sido vendidos a actores extranjeros.

#### • Mercado de Carbono Forestal y Pago por Servicios Ambientales.

Dos estrategias importantes para la mitigación del cambio climático en el sector forestal son los programas de pago por servicios ambientales (PSA) orientados a reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal y las prácticas de captura de carbono forestal. Estas son dos opciones diferentes de política ambiental inspiradas en mecanismos de mercado. En los PSA se paga una cantidad anual fija por hectárea conservada bajo el supuesto de que la conservación de la cobertura forestal permite mantener los servicios ambientales y evitar la degradación y deforestación. Es muy difícil predecir a nivel local de parcela o área de manejo, exactamente cuál área está bajo riesgo de deforestación y cuál área debería ser compensada por emisiones reducidas por deforestación en un año específico; en este caso un PSA basado en el riesgo de deforestación regional, que se pague a todas las parcelas o áreas de manejo forestal puede utilizarse para incentivar la reducción de emisiones de deforestación (p.e. Balderas Torres y Skutsch, 2012).

Por otro lado las prácticas de captura de carbono como son reforestación, forestación, restauración y conservación de bosques que aún no han alcanzado el máximo nivel de almacenamiento de carbono, pueden registrarse como proyectos o actividades en los mercados de carbono para acceder a resultados basados en desempeño considerando la cantidad de carbono capturado en la vegetación. Desde el 2012 CONAFOR ha comenzado a preparar una NMX voluntaria para la certificación de proyectos de captura de carbono en el sector forestal. Uno de los objetivos de contar con una regulación nacional es reducir los costos de transacción en relación con los esquemas existentes en los mercados internacionales.

Con base en la información de las áreas de bosques y selvas primarias de la Serie IV de INEGI (2010) es posible estimar el presupuesto requerido para la implementación de un programa de PSA utilizando los valores pagados por CONAFOR en el programa nacional como una referencia inicial (tabla 30). De igual forma es posible identificar las áreas con vegetación secundaria, pastizales y áreas agrícolas donde podrían implementarse actividades de captura de carbono (tabla 31).

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	PSA (\$/ha-año) <sup>1</sup>	Presupuesto Anual (\$/año)	Captura de Carbono (tCO <sub>2</sub> e/ha-año) <sup>2</sup>	Precio Equivalente Carbono (\$USD/tCO <sub>2</sub> e) <sup>3</sup>	Potencial Equivalente Captura Carbono (tCO <sub>2</sub> e/año)
Bosques Templados	1,444,606	550 (280-1100)	794.5 (404.5- 1,589.1)	2.8	14.8 (7.5 - 29.6)	3,972,667
Bosque Húmedo	884	550 (280-1100)	0.49 (0.25 - 0.97)	3.7	11.1 (5.7 - 22.2)	3,241
Bosque Seco Tropical	527,353	550 (280-1100)	290.0 (147.7- 527.4)	1.8	22.2 (11.3 - 40.4)	966,814
Semi Desierto	8,746	550 (280-1100)	4.8 (2.4 - 9.6)	3.7	11.1 (5.7 - 22.2)	32,067
Manglar	998	550 (280-1100)	0.55 (0.28 - 1.10)	3.7	11.1 (5.7 - 22.2)	3,658
<b>Totales</b>			<b>1,090.4 (555.1- 2,128.1)</b>		<b>16.2 (8.3 - 31.7)</b>	<b>4,978,447</b>

Tabla 30A: Requerimientos para la implementación de un programa de PSA estatal en la totalidad de los bosques primarios con base en INEGI, 2010 (Serie IV).

Tabla 31: Potencial para un mercado de captura de carbono forestal considerando valores de contenido de carbono en vegetación primaria y secundaria publicados en de Jong et al. (2010).

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Captura de Carbono (tCO <sub>2</sub> e/ha-año) <sup>1</sup>	Total Captura de Carbono (MtCO <sub>2</sub> e/año)	Costo Total, a \$3 USD/tCO <sub>2</sub> e (MtCO <sub>2</sub> e/año)	Costo Total, a \$10 USD/tCO <sub>2</sub> e (MtCO <sub>2</sub> e/año)	Costo Total, a \$20 USD/tCO <sub>2</sub> e (MtCO <sub>2</sub> e/año)
Bosques Templados (sec)	1,023,359	2.81	2,876,775	116.5	388.4	776.7
Bosque Trop. Seco (sec)	1,275,916	0.49	623,781	25.3	84.2	168.4
Semi-Desierto (sec)	6,147	1.59	9,766	0.4	1.3	2.6
Pastizal (agroforestería, cerco vivo)	519,305	0.67	347,311	14.1	46.9	93.8
Agrícola (agroforestería, cerco vivo)	2,955,826	1.06	3,121,352	126.4	421.4	842.8
<b>Totales</b>			<b>6,978,985</b>	<b>283</b>	<b>942</b>	<b>1,884</b>

N.D. No Disponible, Sec. Tipo de vegetación secundaria

<sup>1</sup> Considerando las diferencias de contenido de carbono en diferentes tipos de vegetación primaria y secundaria publicados en el Jong et al (2010), asumiendo un periodo de implementación de 30 años; los valores corresponden a una estimación TIER 2.

La tabla 30A muestra el costo requerido para la operación de un programa estatal de PSA que pudiera ofrecer un pago en todas las áreas de bosque primario del estado; además se estima el potencial de captura de carbono y precios de carbono equivalentes considerando valores conservadores por defecto Tier 1 para la captura de carbono en bosques que permanecen como bosque. El presupuesto anual requerido sería de \$1,090 (\$555 – \$2,128) millones de pesos; dependiendo del nivel de pago elegido como parte del PSA. Considerando valores por defecto Tier 1 de crecimiento forestal en bosques, la captura de carbono en bosques y selvas podría llegar a 4.98 millones de tCO<sub>2</sub>e por año.

La tabla 31 muestra la estimación del potencial de captura de carbono por la restauración de bosques secundarios para llegar a los niveles de acervos de carbono correspondientes a la vegetación primaria con base en la información de contenido de carbono publicada por de Jong et al (2010); estos valores corresponden a un cálculo Tier 2 basado en información del inventario nacional forestal. El supuesto es que al desarrollar actividades de restauración, forestación,

Entonces el potencial de mitigación en el sector forestal y uso de suelo podría ser de hasta 27.33 millones de tCO<sub>2</sub>e por año (15.37 MtCO<sub>2</sub>e/año por emisiones reducidas, 4.98 MtCO<sub>2</sub>e/año por crecimiento en bosques existentes, y 6.98 MtCO<sub>2</sub>e/año por captura de carbono)

reforestación y de manejo agroforestal se podrán aumentar los niveles de contenido de carbono; la captura de carbono anual se obtiene considerando que estas actividades tardarían treinta años en llegar a estos niveles de referencia. En el caso de las áreas de pastizal y de cultivo se considera la implementación de prácticas agroforestales (p.e. cercos vivos) que aunque tienen menor potencial de captura de carbono en comparación con proyectos de reforestación (en función del número de árboles plantados),

reducen los impactos negativos sobre la producción de alimentos. El costo total de la captura de carbono se calcula para tres precios de carbono: \$3 dólares por tCO<sub>2</sub>e que corresponde al nivel actual del impuesto a las emisiones de GEI; \$10 dólares por tCO<sub>2</sub>, correspondientes al precio de venta de proyectos de carbono en el mercado voluntario nacional (p.e. Scolel té); y \$20 dólares por tonelada que corresponde a los niveles esperados de financiamiento con base a estudios elaborados por las Naciones Unidas (UN, 2010).

La tabla 31 muestra que el potencial de captura de carbono podría ser cercano a 6.98 millones de tCO<sub>2</sub>e por año con un costo de entre \$283 a \$1,885 millones de pesos anuales. En este caso los niveles de financiamiento requerido tenderían a ubicarse entre los límites superiores considerando los costos para el desarrollo de estos proyectos.

Entonces el potencial de mitigación en el sector forestal y uso de suelo podría ser de hasta 27.33 millones de tCO<sub>2</sub>e por año (15.37 MtCO<sub>2</sub>e/año por emisiones reducidas, 4.98 MtCO<sub>2</sub>e/año por crecimiento en bosques existentes, y 6.98 MtCO<sub>2</sub>e/año por captura de carbono). Los costos asociados considerando la implementación de un PSA estatal en todas las áreas forestales y el financiamiento de actividades de captura de carbono vía los mercados de carbono considerando los límites superiores de PSA y de precios de carbono sería de \$4,012 millones de pesos anuales; esto correspondería al 0.50% del PIB estatal del 2010. Considerando este costo con los beneficios totales de mitigación, el precio promedio requerido para realizar estas actividades es de \$10.9 por tCO<sub>2</sub>e. Estas acciones tendrían el potencial de reducir las emisiones en un 81% y 68% en relación con los años 2000 y 2010 respectivamente. En ambos casos sería suficiente para dar cumplimiento a las metas de mitigación a mediano y largo plazo. Es importante recalcar que para obtener la cantidad 'adicional' de emisiones reducidas o de captura de carbono es necesario considerar las emisiones según el escenario de referencia; sin embargo las cantidades aquí presentadas sirven para evaluar el balance territorial de carbono en el estado. Será necesario generar los mecanismos para fomentar el desarrollo de actividades de PSA y la participación en los mercados de carbono.



El nivel del impuesto actual fijado en \$3 dólares por tonelada parece insuficiente para financiar las actividades de mitigación en el sector forestal si se desea obtener la misma cantidad de emisiones reducidas con relación a las emisiones gravadas por el impuesto (i.e. como se mencionó anteriormente, el alcance del impuesto a las emisiones de GEI de combustibles fósiles solo gravaría 14.4 millones de tCO<sub>2</sub>e). El impuesto no incluye un gravamen para las emisiones por deforestación y degradación. Sin embargo existe una figura equivalente que pudiera utilizarse para gravar indirectamente las emisiones asociadas a los cambios de uso de suelo formales (deforestación legal). Al realizar un proyecto que requiera un cambio de uso de suelo forestal a no forestal, los promotores de un proyecto deben realizar un pago de compensación al Fondo Forestal Mexicano por la pérdida de la cobertura forestal. Sería posible etiquetar los recursos que se generan en el estado por este concepto para que financien actividades de restauración y reforestación localmente. Será necesario revisar cuál sería el costo implícito en término de toneladas de CO<sub>2</sub>e asociado a esta compensación para determinar el tipo de actividades de mitigación que pudieran incentivarse. Es necesario también realizar estudios específicos para determinar qué porcentaje de las emisiones por deforestación observada en el estado corresponde a estos proyectos autorizados y cuanto corresponde a cambios de uso de suelo que no realizaron un pago por compensación ambiental; en el segundo caso será necesario evaluar la pertinencia y factibilidad de extender la creación de responsabilidades ambientales para las emisiones por deforestación no autorizada.

• **Contribución Potencial de Mecanismos de Mercado para Alcanzar los Objetivos de Mitigación.**

**Financiamiento de las Medidas de Mitigación de la Curva de Costos.**

Para alcanzar los objetivos de mitigación estatales basadas en las metas establecidas en la LGCC, es necesario reducir las emisiones del estado en aproximadamente 12 Millones de tCO<sub>2</sub>e por año para el 2020 y 20 millones de tCO<sub>2</sub>e por año para el 2050. La curva de costos presentada en este reporte, identifica las medidas de mitigación que permitirían alcanzar estos objetivos a un menor costo. La tabla 32 presenta los ahorros esperados y el financiamiento requerido para la implementación de estas medidas de mitigación.

Para alcanzar las metas de mitigación en el 2020, será necesario implementar dos tipos diferentes de medidas de mitigación. El primer grupo corresponde a las medidas que resultarán en ahorros netos hasta por \$2,247 millones de pesos anuales, esto representa el 0.28% del PIB estatal en 2010; el segundo grupo es aquel que requiere un ingreso adicional por carbono para su implementación e incluye la implementación parcial de actividades para reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal. La tabla 32 muestra que este segundo grupo de medidas requeriría un financiamiento de \$1,087 millones de pesos anuales a un nivel de hasta \$11 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e. Al comparar estas dos cifras, al implementar las medidas para alcanzar los objetivos al 2020 a nivel estatal se tendría un ahorro neto de alrededor de \$1,160 millones de pesos por año (0.14% del PIB).

Medida de Mitigación	Potencial de Mitigación Acumulado (MtCO <sub>2</sub> e/año)	Ahorro o Inversión Requerida (Millones de Pesos por Año)
Uso de lámparas LED en hogares para sustituir lámparas incandescentes y fluorescentes	0.17	(252.12)
Reemplazar lámparas convencionales de alumbrado público por lámparas LED	0.25	(115.82)
Modernización de parque vehicular con una eventual transición a autos eléctricos	2.20	(830.42)
Instalación de plantas generadoras mini-hidroeléctricas en los principales ríos de Jalisco y conexión a red eléctrica	2.56	(139.55)
Generación de energía eléctrica para autoabastecimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) a partir del biogás generado (ver medida R3).	2.59	(12.58)
Aprovechamiento de biogás producido en biodigestores para el manejo de estiércol del sector agropecuario (complemento de A1)	4.41	(685.41)
Uso de energía renovable para bombeo agrícola	4.60	(73.09)
Fomentar la separación de residuos y el reciclaje para reducir emisiones en los procesos de producción de materiales reciclables	4.74	(26.08)
Utilización de sistemas eficientes de irrigación en el sector agrícola para disminuir consumo energético	4.78	(7.07)
Instalación de calentadores de agua solares en el sector residencial	5.47	(89.44)
Instalación de calentadores de agua solares en el sector servicios	5.53	(6.90)
Instalación de plantas generadoras mini-hidroeléctricas en los principales ríos de Jalisco y conexión a red eléctrica	5.62	(8.66)
Sustitución de fertilizantes convencionales por composta generada a partir de residuos orgánicos	5.63	0.14
Instalación de celdas fotovoltaicas para autoabastecimiento en sectores servicios, comercios e industria y en su caso interconexión a red	4.08	110.28
Instalación de celdas fotovoltaicas en hogares para autoabastecimiento y en su caso interconexión a red	5.43	36.28
Sustitución de estufas a base de Gas LP por gas natural e inducción alimentada por energía solar	6.28	34.36
Manejo y quema de biogás en rellenos sanitarios	3.97	187.38
Quema de metano en PTARs actuales	4.07	5.73
Construcción de parques eólicos para generar energía eléctrica	4.16	4.86
Recolección de aceite vegetal residual en restaurantes, industria alimentaria y hogares para ser procesado y producir biocombustible	4.16	0.20
Fomento a la movilidad no motorizada mediante la mejora de la infraestructura ciclista y peatonal, de la educación vial y reformas legales para proteger al ciclista y peatón	7.71	287.50
Instalación de generadores eléctricos en yacimientos con potencial geotérmico	8.02	24.46
Transporte ferroviario de carga	8.08	5.20
Modernización de las unidades de transporte público, más accesibles y cómodas y con un mejor rendimiento de combustible	8.10	1.91
Transporte ferroviario foráneo e intermunicipal de pasajeros	8.10	0.03
Reducción de emisiones de deforestación y degradación forestal como resultado de medidas desarrolladas en el sector USCUSyS	23.47	2,282.15
Reforestación, restauración forestal e implementación de prácticas agroforestales	30.45	1,036.53
Incremento de acervos de carbono por conservación de bosques y selvas con base en PSA bajo esquemas REDD+.	35.43	739.53
Instalación de estufas ahorradoras para reducir consumo de leña	35.65	32.74
Instalación de biodigestores para captura y quema de metano generado por la gestión de estiércol	35.82	25.08
Construcción de líneas de transporte colectivo tipo BRT en la ZMG	35.88	22.02
Instalación de centrales termosolares para generar energía eléctrica	36.10	122.66
Tratamiento de Aguas residuales	36.38	196.03

Tabla 32: Ahorro estimado y niveles de inversión requerida para la implementación de las medidas de mitigación en el Estado de Jalisco con base en la curva de costos.

El financiamiento de actividades de mitigación con base en mercados y precios de carbono es solamente una fuente de financiamiento adicional a la operación normal de cada medida de mitigación.

Es importante enfatizar que este balance sirve para evaluar el impacto a nivel estatal pero no implica que se transferirán los ahorros obtenidos en el primer grupo de actividades para el desarrollo de las actividades del segundo grupo. Este tipo de transferencia no ocurrirá pues implicaría crear incentivos contradictorios, es decir no se crearán impuestos sobre los ahorros de mitigación para apoyar a las medidas de mitigación con mayor costo. Siguiendo el principio de que 'el que contamina paga' el impuesto se crearía sobre aquellas actividades que generan las emisiones, no aquellas que las reducen y que generan ahorros. Por lo tanto el nivel de financiamiento inicial correspondería en una primera aproximación a los \$1,087 millones de pesos anuales para las actividades del segundo grupo, más los recursos requeridos para iniciar las actividades del primer grupo. Para alcanzar las metas al 2050 sería necesario contar con niveles de financiamiento extra por \$1893 millones de pesos anuales manteniendo el nivel de financiamiento a un nivel de \$11 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e (0.24% del PIB adicional); en este caso el balance estatal sería de un costo total de \$733 millones de pesos por año (0.09% del PIB). Los niveles de financiamiento expresados como los precios de carbono y el porcentaje del PIB requeridos muestran un escenario positivo para la implementación de la política climática estatal.

Considerando el nivel de recaudación estimado por el impuesto a las emisiones de GEI (\$570 millones de pesos por año), aún al nivel inicial de \$3 dólares por tonelada estos serían suficientes para implementar una buena parte de las medidas de mitigación necesarias para alcanzar los objetivos del 2020; es necesario evaluar las necesidades de inversión inicial para desarrollar las medidas de mitigación y así diseñar esquemas adecuados de financiamiento. Si se considera el balance estatal al 2050 este es 30% mayor a la recaudación estimada por el impuesto; se espera que el impuesto federal aumente gradualmente año con año lo que permitiría avanzar en la implementación de las medidas de mitigación. Será necesario considerar además los costos de transacción para el diseño, operación, monitoreo, reporte y cumplimiento de los programas de promoción de las actividades de mitigación del cambio climático. Aún si estos costos de transacción igualaran a los costos de mitigación aquí descritos, sin considerar los ahorros, el nivel de financiamiento requerido para alcanzar las metas de mitigación del 2020 y 2050 serían de 0.27% y 0.74% del PIB.

Es importante recalcar que el financiamiento de actividades de mitigación con base en mercados y precios de carbono es solamente una fuente de financiamiento adicional a la operación normal de cada medida de mitigación. Esto quiere decir que las medidas de mitigación en el escenario normal, sin financiamiento basado en carbono, corresponden a actividades no viables económicamente o con bajas tasas de retorno que las hacen poco atractivas para las fuentes normales de financiamiento. El financiamiento o pago por resultados basado en carbono entonces permitirá que estas actividades se vuelvan atractivas financieramente. Aunque algunas opciones de mitigación resultan en ahorros económicos sustanciales, es necesario superar barreras iniciales para

facilitar la implementación de dichos proyectos (p.e. financiamiento, costos de transacción, información, transferencia de tecnología).

Otra observación que es importante hacer en referencia a las actividades listadas en la tabla 32 es que las actividades a realizarse en el sector de USCUSyS que incluyen la siembra de árboles para aumentar la captura de carbono deben considerar largos plazos para su implementación. Por esta razón estas medidas deben implementarse desde el principio de la implementación de la estrategia de mitigación para poder generar los resultados en el mediano y largo plazos.

#### 4-4-3 Diseño de Programas Voluntarios de Mitigación para el Sector Privado

Tabla 33: Medidas de mitigación del cambio climático que ya están siendo implementadas en Jalisco por diferentes organizaciones. Elaboración propia basada en López (2011).

Indique cuál (o cuáles) de las siguientes actividades son desarrolladas actualmente por su organización:	% (n)
Uso de focos ahorradores de energía o LED	75% (36)
Renovación de instalaciones y procesos para ahorrar energía	56% (27)
Optimización de rutas/servicios de transporte para actividades de la empresa	50% (24)
Proyectos/actividades de reforestación y conservación forestal o de Neutralización de emisiones de CO <sub>2</sub> .	42% (20)
Selección de productos y servicios de proveedores que generen menos emisiones de GEI.	40% (19)
Uso de vehículos de bajo consumo de combustible, eléctricos o híbridos.	33% (16)
Servicio de transporte empresarial para el personal.	29% (14)
Programas para reducir el uso del auto (p.ej. trabajo desde casa o uso de bicicleta entre empelados/clientes).	27% (13)
Uso de calentadores solares para agua.	25% (12)
Instalación de equipos y uso de electricidad de fuentes renovables (p.ej. solar, eólica).	13% (6)
Uso de biocombustibles o aceites recuperados como combustible.	13% (6)
Desarrollo de proyectos en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto para venta de bonos de carbono.	10% (5)
Compra de bonos de carbono (MDL o Voluntario).	8% (4)
Otra (por favor, especifique).	15% (7)

En el año 2010 se realizó una encuesta entre tomadores de decisiones de diferentes organizaciones en México y en Jalisco. El objetivo del estudio fue de investigar el grado de implementación de medidas de mitigación del cambio climático e identificar las motivaciones, barreras para la implementación y las características que podrían incluirse como parte de las estrategias de mitigación del cambio climático. La sub-muestra del estado es de 48 organizaciones de los sectores productivo (industria y comercio) y de la sociedad civil (López, 2011). La encuesta fue aplicada en línea enviada directamente por correo electrónico y por medio de una empresa de estudio de mercado.

Actualmente las organizaciones en Jalisco ya están implementando medidas que sabiéndolo o no mitigan el cambio climático. La tabla 33 muestra que las acciones de mitigación más populares son aquellas que generan ahorros económicos directos en la operación de las organizaciones principalmente ahorro de energía para iluminación. La implementación de medidas que requieren inversiones en tecnología (p.e. vehículos ahorradores o híbridos, producción de energía renovable) tienen un menor nivel de implementación.

**Tabla 34:** Razones por las que las organizaciones en Jalisco han implementado medidas de mitigación (pregunta abierta). Elaboración propia con base en López (2011).

Razones por las que ha implementado medidas de mitigación.	% Menciones (n)
Compromiso o responsabilidad ambiental.	44.9% (22)
Ahorro económico.	28.6% (14)
Como parte de certificación (p.ej. Industria Limpia, ISO-14000)	10.2% (5)
Como esfuerzo de educación a empleados.	6.1% (3)
Política corporativa	4.1% (2)
Otras	6.1% (3)
	100% (49)

**Tabla 35:** Razones por las que las organizaciones en Jalisco no han implementado medidas de mitigación (pregunta abierta). Elaboración propia con base en López (2011).

Razones por las que no ha implementado las medidas de mitigación.	% Menciones (n)
Altos costos de implementación.	32.1% (18)
Falta de información.	17.9% (10)
Falta de planeación.	16.1% (9)
Medidas fuera del alcance de las operaciones de la organización.	14.3% (8)
Falta acceso a tecnología y conocimiento ('know how').	5.4% (3)
Faltan políticas públicas y vigilancia de cumplimiento.	5.4% (3)
No percibimos beneficios/falta responsabilidad.	3.6% (2)
Pequeña empresa (difícil invertir).	3.6% (2)
Gran empresa (difícil cambiar).	1.6% (1)
	100% (56)

Las tablas 34 y 35 muestran las razones que han favorecido o evitado la implementación de medidas de mitigación entre las que las organizaciones de Jalisco. El primer factor que contribuye a la implementación de medidas de mitigación es el compromiso o responsabilidad ambiental de la empresa, seguido de los ahorros económicos y los requisitos de programas de certificación ambiental. Entre las principales barreras para la implementación de medidas de mitigación se identificaron los altos costos de las medidas, la falta de información o planeación; falta de acceso a tecnología y falta de personal capacitado. Si la estrategia estatal climática considera estos aspectos podrá generar mayores oportunidades para la implementación de medidas de mitigación. Además del alto costo de implementación percibido, otra barrera es que las medidas de mitigación tienen una tasa baja de retorno de inversión; en este contexto el pago por resultados basado en carbono y otros mecanismos de financiamiento pueden

promover la adopción de medidas de mitigación. Existen diferentes ventajas y desventajas que podrían asociarse al tamaño de las organizaciones. Mientras que las organizaciones pequeñas pueden tener menores recursos para invertir, es posible realizar cambios en procesos más fácilmente que en organizaciones de mayor tamaño. En el primer caso es posible diseñar y diseminar sistemas de gestión climática para micro y pequeñas empresas y en el segundo caso es necesario procesos de administración del cambio para integrar la agenda climática en grandes empresas. Es necesario identificar apropiadamente las medidas de mitigación que pueden ser desarrolladas por cada sector.

Las dos tablas anteriores presentan los factores identificados al recibir respuestas a preguntas abiertas. Para identificar la jerarquía que tienen diferentes tipos de incentivos para la implementación de medidas de mitigación se pidió a los participantes en el estudio que ordenaran diferentes factores de mayor a menor nivel de importancia (tabla 36).

**Tabla 36:** Importancia relativa de los factores que facilitarían la implementación de medidas de mitigación entre organizaciones de Jalisco. Elaboración propia con base en López (2011).

Factores	Jerarquía Relativa
El grado de responsabilidad ambiental que asuma la organización.	2.6
El nivel de ahorro económico generado por la implementación de estas medidas.	2.7
Poder acceder a incentivos fiscales, financiamiento y pago por cada tonelada de CO <sub>2</sub> e que se reduzca en la organización.	3.4
Ganar visibilidad en campañas de reconocimiento público y publicidad.	4.4
Poder acceder a información especializada y apoyo de expertos.	4.6
Saber que las medidas desarrolladas garantizan el cumplimiento con las leyes actuales y futuras.	5.0
Poder usar certificados/marcas ecológicas para mostrar a clientes de alto poder adquisitivo.	5.4

Los factores más importantes que permitirían la adopción de medidas de mitigación son la creación de un sentido de responsabilidad entre los tomadores de decisiones y los ahorros económicos derivados de la implementación. En tercer lugar aparece el acceso a incentivos fiscales, financiamiento y pago por tonelada de CO<sub>2</sub>e reducida. Los incentivos con menor jerarquía fueron las relacionadas con el cumplimiento legal o con el uso de certificados o marcas ecológicas que pudieran mostrarse a clientes de alto poder adquisitivo.

Después se pidió a los participantes que ordenaran por nivel de jerarquía diferentes incentivos económicos que podrían ofrecerse para la implementación de medidas de mitigación (tabla 37). El orden de jerarquía es el siguiente: en primer lugar aparece el acceso a financiamiento preferencial para medidas de mitigación, los incentivos fiscales y el pago por resultados (basado en carbono). El 23% de las organizaciones que participaron en este estudio habían estimado su inventario de emisiones de GEI y el 8% había establecido un objetivo de mitigación. Es posible que por esta razón exista poca familiaridad con el potencial de mitigación y los ingresos que podrían obtenerse vía los mercados de carbono

o vía mecanismos de pago por resultados medidos en términos de reducción de emisiones. Los incentivos económicos con menor jerarquía fueron la posibilidad de acceder a segmentos de mercado de alto nivel adquisitivo y la depreciación acelerada de inversiones.

**Tabla 37:** Importancia relativa de los incentivos económicos más importantes para la implementación de medidas de mitigación entre organizaciones de Jalisco. Elaboración propia con base en López (2011).

Incentivo.	Jerarquía Relativa
Acceso a financiamiento con bajas tasas de interés	2.6
Deducción fiscal de los gastos/inversiones	2.7
Apoyo económico por resultados obtenidos (por tonelada de CO <sub>2</sub> e que se reduzca dentro de su organización)	2.9
Acceso a mercados/clientes de alto valor económico	3.1
Depreciación acelerada de las inversiones	3.7

Finalmente se exploraron las características que podría incluir un programa voluntario de mitigación del cambio climático. Para esto se pidió a los participantes que indicaran si estaban de acuerdo o no con la inclusión de diferentes elementos que pueden incluirse en este tipo de programas. Los participantes en el estudio concordaron que los programas de apoyo al desarrollo de medidas de mitigación deben incluir objetivos y planes de reducción de emisiones, que las organizaciones participantes deben reportar periódicamente los resultados de sus actividades y que el apoyo debe ser condicionado al cumplimiento de metas; estos objetivos de mitigación podrían ser información pública y verificados por consultores independientes. Las características de los programas de mitigación que tienen menor nivel de apoyo son el registro de los objetivos de mitigación ante el gobierno y las penalizaciones en caso de incumplimiento con los objetivos.

**Tabla 38:** Características que debería tener un programa voluntario de mitigación del cambio climático de acuerdo a la opinión de organizaciones de Jalisco. Elaboración propia con base en López (2011).

Característica	% Acuerdo
Las organizaciones deben reportar periódicamente avances de sus planes y objetivos.	92%
Los participantes solo recibirán apoyos/reconocimiento si cumplen con sus objetivos y planes.	90%
Los participantes deben definir objetivos y planes de reducción de emisiones.	85%
Los objetivos deben ser información accesible al público en general.	75%
Los reportes deben ser verificados por consultores independientes.	58%
Los objetivos deben registrarse con el gobierno.	44%
Debe haber multas para las organizaciones que no cumplan con los objetivos.	38%

Las principales motivaciones para la implementación de medidas de mitigación son los ahorros económicos que pueden alcanzarse y la adopción de una postura de responsabilidad ambiental como parte de las operaciones de una organización; esta responsabilidad puede reflejarse en la implementación de un sistema de administración ambiental (p.e. ISO 14000). No todas las organizaciones han realizado sus inventarios de emisiones de GEI lo que impide el establecimiento

de metas de mitigación y la identificación de opciones de mitigación. Al ser los ahorros una motivación importante para la implementación de medidas de mitigación se puede esperar que conforme se conozcan las características del impuesto a las emisiones de GEI, y especialmente si este aumenta anualmente, esto motivará la inversión en actividades que reduzcan las emisiones. Esta implementación estará motivada desde el lado de los costos de operación lo cual podrá tener un impacto económico inicial en ciertos sectores principalmente si no se conocen las alternativas para reducir las emisiones. Es posible también crear incentivos positivos para facilitar las medidas de mitigación, por ejemplo mediante el pago de incentivos por servicios o bienes que reduzcan las emisiones de GEI (p.ej. pago por producción de energía renovable, madera certificada). Cuando los ahorros de una medida de mitigación son bajos, entonces las inversiones serán poco atractivas desde el punto de vista financiero, una forma de incentivar estas actividades sería por medio de la creación de instrumentos de financiamiento preferencial (que eleven la rentabilidad de las inversiones). Si el acceso al financiamiento preferencial no genera opciones de mitigación financieramente viables entonces es posible generar fuentes adicionales de recursos por medio de la valoración de las toneladas de CO<sub>2</sub>e reducidas.

Cabe mencionar que esta encuesta se realizó a organizaciones del sector industrial y comercial y no se incluyeron organizaciones del sector primario (agropecuaria y forestal). En general, la implementación de programas de mitigación con las características descritas en esta sección también favorecerá la implementación de medidas de mitigación en éstos sectores. Sin embargo es posible que los mercados de carbono o programas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) tengan mayor potencial para promover la captura de carbono y la conservación forestal debido a que una gran parte de los beneficios producidos por los bosques son beneficios públicos que difícilmente se pueden incluir en los precios de los mercados existentes (p.e. alimentos, madera, terrenos).

A continuación se incluyen una serie de recomendaciones específicas para la Estrategia Estatal de Mitigación:

- Crear mecanismos de financiamiento preferencial para la implementación de medidas de mitigación para aumentar la tasa de retorno de inversión.
- Aumentar las tasas de retorno de inversiones en actividades de mitigación por medio del aumento de impuestos a emisiones (p.e. carbon tax), lo que aumentaría los ahorros.
- Aumentar las tasas de retorno de inversiones en actividades de mitigación por medio de la provisión de incentivos y aumento precios a actividades de mitigación (p.ej. electricidad producida por fuentes renovables, feed-in tariffs, mercados para productos sustentables –madera-, uso de bicicleta y transporte público).
- Crear capacidades para la elaboración de inventarios de GEI, identificación y selección de medidas de mitigación y establecimiento de objetivos entre los diferentes actores del estado.

- Crear programas voluntarios de mitigación del cambio climático que incluyan manuales de procedimientos/sistemas de administración simplificados principalmente para la pequeña y mediana empresa para la creación de un sistema de administración ambiental y de cambio climático que incluya información ambiental, técnica, económico-administrativa y de administración del cambio.
- Identificar barreras y oportunidades para el desarrollo de actividades en los mercados de carbono. Promover la participación en los mercados de carbono desde el lado de la oferta (creación de proyectos) y demanda (compra de CRE y certificados de captura de carbono).
- Negociar la retención del impuesto a las emisiones para la implementación de medidas de mitigación en el estado.
- Negociar la retención del pago de derecho de compensación ambiental por cambio de uso de suelo forestal para la implementación de medidas de mitigación en el estado.
- Reducir los costos transacción de implementación de medidas de mitigación y participación en mercados de carbono y programas de certificación por medio de la generación de información pública gratuita (p.e. generar información pública sobre las opciones de mitigación, tecnologías disponibles, costos, beneficios y co-beneficios asociados; información pública que permita establecer las líneas base para proyectos de mitigación; agrupar información sobre los proyectos que venden CRE y certificados de captura de carbono y los compradores de dichos créditos y certificados).
- Reducir los costos de transacción de participación en mercados de carbono por medio de la creación de programas que permitan crear economías de escala como son los Programas de Actividades del MDL o medidas de mitigación estatales inspiradas en las Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación que adopte México (NAMA en inglés).
- Realizar estudios específicos sobre la economía del cambio climático en el estado.
- Identificar e implementar opciones para definir los derechos de propiedad sobre los beneficios ambientales. Una opción es crear impuestos a las emisiones de GEI por consumo de combustibles fósiles, generación de emisiones por manejo de residuos y descargas y por la deforestación, degradación forestal e incendios forestales. Por otro se pueden crear programas de incentivos para promover las actividades de mitigación del cambio climático como pago por servicios ambientales, pagos para la producción de energía renovable, incentivos para el uso de la bicicleta y el transporte colectivo.

- Permitir la creación de mecanismos mixtos y flexibles que permitan deducir el pago de los impuestos a las emisiones de GEI por medio de la compra de CRE o certificados de captura de carbono de los mercados de carbono.

## CAPITULO V

### Ejes Transversales de Adaptación y Mitigación



#### 5-1 Interacción entre las medidas de adaptación y mitigación

En esta sección se presenta un resumen cualitativo sobre las interacciones entre las medidas de adaptación y mitigación (Figura 67).

Algunas medidas de mitigación pueden contribuir o dificultar la adaptación ante el cambio climático, como es el caso del cultivo de especies para la producción de biocombustibles. Algunas medidas de adaptación podrían contribuir a la mitigación, como en el caso de la reforestación o bien podrían aumentar las emisiones de GEI al incrementar la demanda de energía como es el caso del aumento en el uso del aire acondicionado.

En esta sección se consideran las principales medidas propuestas para la mitigación y adaptación al cambio climático (del Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco) con el fin de identificar dónde estas medidas se cruzan o interrelacionan. Se han identificado medidas de adaptación que reducen las emisiones de GEI y recíprocamente, medidas de mitigación que reducen la vulnerabilidad a los efectos adversos del Cambio Climático (medidas de interacción positiva en la Fig. 67). Por ejemplo, las medidas de conservación de áreas forestales y el aumento de áreas verdes en zonas urbanas ayudan a reducir las emisiones de GEI y a la vez, la vulnerabilidad ante el calentamiento global. Otras medidas que se encuentran en esta categoría son; reducir el uso de fuego en prácticas agrícolas y ahorro de agua, modificar algunas prácticas en el sector agropecuario. Las medidas en el sector USCUSyS pueden también contribuir a incrementar las absorciones de carbono en sumideros.

Se han identificado medidas de adaptación que reducen las emisiones de GEI y recíprocamente, medidas de mitigación que reducen la vulnerabilidad a los efectos adversos del Cambio Climático

Se han identificado medidas de adaptación que reducen las emisiones de GEI y recíprocamente, medidas de mitigación que reducen la vulnerabilidad a los efectos adversos del Cambio Climático

Contrariamente, existen medidas de mitigación que pueden ser antagónicas a las medidas de adaptación como es el caso de la producción de cultivos en algunas zonas para la elaboración de biocombustibles. Así también, existen medidas de adaptación que aumentan las emisiones de GEI por ejemplo, el uso de aire acondicionado y ventiladores para contrarrestar el aumento en la temperatura, especialmente si la energía para esos aparatos viene de combustibles fósiles (medidas de interacción negativa en la figura 67).

Se han identificado acciones o medidas sinérgicas particularmente en los sectores USCUSyS, Agropecuario, Energía. Análogamente, se identifican interacciones discordantes definidas como emisiones incrementales a partir de acciones de adaptación, o incremento de la vulnerabilidad que pudiese resultar de la implementación de medidas mitigación.

El resultado de este ejercicio es un marco metodológico para la creación de un Portafolio de Acciones Climáticas para el Estado de Jalisco.

La ejecución de los programas de la administración pública estatal que deriven del Portafolio de Acciones Climáticas, habrá de considerar los instrumentos de mercado y de política pública expuestos en los capítulos de Mitigación y Adaptación.

Para ello, será necesario dedicar esfuerzos y recursos adicionales para continuar en forma permanente con las actividades de investigación que conduzcan a medir y generar registros actualizados de los datos asociados ya sea a cada Acción Climática por separado, o combinada con otras. Ejemplos de los datos relevantes, son el potencial de mitigación, el costo de implementación y la rentabilidad, los beneficios sociales y ambientales así como sus externalidades y los instrumentos de política pública o de mercado que faciliten su ejecución, o las barreras que la dificulten. Es importante también considerar las necesidades de participación y compromiso interinstitucional coordinado entre los gobiernos estatales y municipales (transversalidad interinstitucional), así como las necesidades de información que facilite su ejecución progresiva.

Figura 67: Marco de Referencia para el mapeo de Acciones Climáticas: Portafolio de Acciones Climáticas



• 5-1-1 Sector agricultura y ganadería

• Resumen de portafolio agricultura y ganadería

Amenaza	Medida de Adaptación	Interacción con Mitigación
Calor	Reforestación de potreros con árboles de sombra o cortinas rompevientos	Positiva. Aumenta absorciones de carbono.
	Planeación y ordenamiento del territorio asociado a zonas óptimas para la producción de alimentos para proteger ante el cambio de uso del suelo	Positiva. Reducción de emisiones por deforestación y degradación.
	Instrumentos jurídicos para evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios	Positiva. Reducción de emisiones.
Lluvias Intensas	Fomento a la adopción de prácticas mecánicas para la conservación de suelo y agua	Positiva. Reducción de emisiones
	Limitar crecimiento de tierras para cultivo y ganadería en zonas con riesgo a inundación	Potencialmente Positiva. Reducción de emisiones por deforestación y degradación.
	Instrumentos jurídicos para protección del suelo al sobrepastoreo	Positiva. Reducción de emisiones por deforestación y degradación.
	Promoción del uso de acolchados en terrenos de cultivo	Potencialmente negativo. Aumento en emisiones de GEI
Sequía	Fomento a las prácticas para incrementar la captación de agua en el suelo	Positivo. Absorciones de carbono en vegetación.
	Instrumentos jurídicos para evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios	Positivo. Reducción de emisiones.
	Promoción de la diversificación de especies agrícolas y pecuarias menos demandantes de agua	Positivo. Reducción de emisiones en sector agropecuario.
	Limitar el crecimiento de tierras para cultivo y ganadería en zonas con riesgo de sequía	Positivo. Reducción de emisiones de deforestación y degradación.
	Fomento a la formación de sistemas de cooperativas de productores	Potencialmente Positivo. Economías de escala para desarrollo de proyectos.

Cuadro 17: Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector agricultura y ganadería.

Se considera que las medidas de adaptación en el Sector Agricultura y Ganadería agregan valor a las medidas de mitigación ya que están orientadas a la recuperación de sumideros de carbono, y a su vez favorecen la limitación de emisiones particularmente de metano, como resultado de la actividad agropecuaria.

5-1-2 Sector asentamientos humanos

• Resumen de portafolio sector asentamientos humanos

Se considera que las medidas de adaptación favorecen la disminución de la demanda energética en inmuebles, para fines de bombeo de agua y en el caso de la red de drenaje y alcantarillado, podrían tales medidas incidir favorablemente en la disminución de emisiones derivadas del sector transporte, si se considera que las emisiones de GEI y de gases criterio podrían aumentar debido al caos vehicular originado por las inundaciones, particularmente en temporada de lluvias.

Amenaza	Medida de Adaptación	Interacción con Mitigación
<b>Calor</b>	Fomento a la adaptación de inmuebles para casa habitación, incluyendo ventilación cruzada por medio de ventanas y parasoles externos.	Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.
	Fomento al diseño y uso de materiales para construcción bioclimática	Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones,
	Fomento a la integración arquitectónica de tecnología energética a partir de fuentes renovables	Positiva. Reducción de emisiones.
	Estímulo a la instalación de ventiladores o equipos de aire acondicionado, suministrados con energía eléctrica ó térmica a partir de la radiación solar	Positiva. Reducción de emisiones. Podría ser negativa por aumentar emisiones GEI por demanda de energía fósil si no se incluyen energías renovables.
	Fomento a la utilización de impermeabilizantes con características de aislamiento térmico	Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.
	Incremento de las áreas dedicadas a Parques Públicos con medida superior ó igual a 50 hectáreas	Positiva. Absorciones de carbono, reducción de emisiones.
	Uso de agua, con la finalidad de proteger la salud ante olas de calor.	Potencialmente negativo. Aumento de demanda de energía para bombeo de combustibles fósiles.
<b>Lluvias Intensas</b>	Fomento para la captación de agua de lluvia estableciendo como práctica el adoquinado, empedrado ó aplicación de concretos permeables en vías y espacios públicos, con el fin de permitir la infiltración del agua hacia el subsuelo.	Potencialmente Positivo. Aumento en la cubierta vegetal.
	Instrumentos jurídicos para regular la construcción de infraestructura y vivienda en zonas con riesgo de inundación	No hay interacción
	Incremento de las áreas dedicadas a Parques Públicos con medida superior ó igual a 50 hectáreas	Positivo. Absorciones de carbono.
	Comunicación para motivar la limpieza de entradas a la red de drenaje y alcantarillado	No hay interacción
	Limitar crecimiento urbano en tierras forestales o agrícolas de alta capacidad de infiltración	Positivo. Reducción de emisiones por cambio de uso de suelo
<b>Sequía</b>	Fomento a la Cultura del Agua para valorar sus servicios y generar conciencia social para su uso eficiente	Potencialmente Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.
	Estímulo para la instalación de sanitarios con baja demanda de agua	Potencialmente Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.
	Planificación para la restauración de los servicios de aprovisionamiento de agua de las cuencas donde se establecen los asentamientos humanos	Positiva. Aumento en la producción vegetal.
	Tratamiento de agua	Negativo. Aumento en emisiones de GEI.
	Reducción del desperdicio de agua	Potencialmente positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.

**Cuadro 18:** Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector asentamientos humanos.

### 5-1-3 Sector bosques y áreas naturales protegidas

#### • Resumen de portafolio sector bosques y áreas naturales protegidas

Las medidas de adaptación en el sector de bosques y áreas naturales protegidas favorecen la recuperación de superficies forestales y con ello el secuestro de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, se considera que tales medidas favorecen el control y en el mejor de los casos la disminución de incendios forestales devastadores que a su vez contribuyen al aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub>.

**Cuadro 19:** Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector bosques y áreas naturales.

Amenaza	Medida de Adaptación	Interacción con Mitigación
<b>Calor</b>	Instrumentos jurídicos para que se mantenga el uso predominantemente forestal, con usos compatibles que no impliquen un cambio en el uso del suelo	Positiva. Reducción de emisiones de deforestación y degradación.
	Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes	Potencialmente positiva. Reducción de emisiones, los incendios estimulan la regeneración vegetal.
	Educación ciudadana orientada a la valoración de los servicios de los ecosistemas	Positiva. Conservación de cubierta vegetal.
	Financiamiento para monitoreo de la salud forestal y manejo de la sucesión en sitios sensibles al cambio climático	Positiva. Conservación de cubierta vegetal.
	Fomento a la rehabilitación de la conectividad en los corredores de vida silvestre	Positiva. Aumento de resumideros naturales..
<b>Lluvias Intensas</b>	Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes	Positiva. Aumento de resumideros, estimula la productividad vegetal.
	Fomento a la adopción obligatoria de prácticas mecánicas para la conservación de suelo y agua en zonas de aprovechamiento forestal	Positiva. Aumento de resumideros naturales.
	Protección de áreas forestales en suelos de ladera (no cambio de uso del suelo)	Positiva. Reducción de emisiones de deforestación y degradación.
	Fomento a la rehabilitación de suelos forestales	Positiva. Aumento de resumideros.
	Protección de ecosistemas que cumplen con el servicio de regulación de inundaciones	Positivo. Conservación de cubierta vegetal.
<b>Sequía</b>	Instrumentos jurídicos para prescribir el uso del fuego en zonas con incendios frecuentes	Potencialmente positiva. Un manejo adecuado del fuego aumenta la productividad.
	Protección de ecosistemas que cumplen con el servicio de aprovisionamiento estratégico de agua	Positiva. Conservación de cubierta vegetal.
	Fomento a las medidas de reducción de evaporación en humedales	Potencialmente Positiva.
	Financiamiento para monitoreo de salud forestal y desertificación en sitios sensibles al cambio climático	Positiva. Conservación de cubierta vegetal.
	Instrumentos jurídicos para la regulación de plantaciones forestales y control de especies invasoras	Potencialmente positiva. Conservación de cubierta vegetal.



### 5-1-4 Sector Turismo

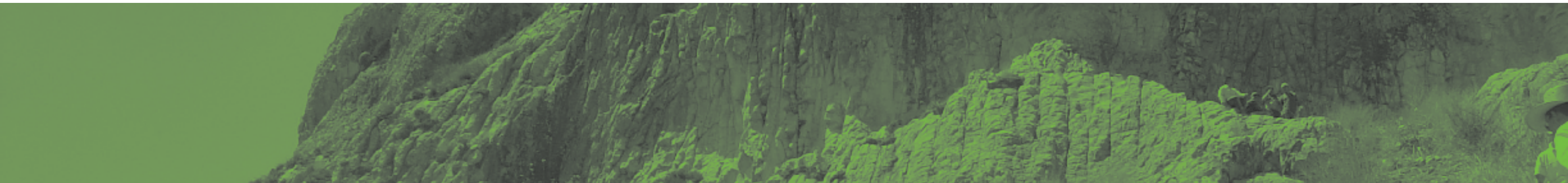
#### • Resumen de portafolio sector turismo

Amenaza	Medida de Adaptación	Interacción con Mitigación
Calor	Promover programas de capacitación y entrenamiento en temas de adaptación al cambio climático	Potencialmente positiva
	Incrementar la cantidad de árboles para la proyección y aprovechamiento de sombra, y árboles estéticos que funcionen como amortiguadores de calor y agreguen valor estético en los espacios turísticos	Positiva. Aumento en resumideros naturales.
	Estímulo a la instalación de ventiladores o equipos de aire acondicionado, suministrados con energía eléctrica ó térmica a partir de la radiación solar	Positiva. Reducción de emisiones.
Lluvias Intensas	Instrumentos jurídicos para asegurar calles limpias en zonas turísticas	No hay interacción
	Planeación para evitar la construcción de infraestructura turística en zonas con riesgo de inundación actual y a futuro	Potencialmente positiva. Conservación de cubierta vegetal.
Sequía	Estímulos económicos y fiscales para el ahorro de agua en infraestructura y servicios turísticos	Potencialmente positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.
	Promover programas de capacitación y entrenamiento de personal que oferta y entrega servicios turísticos, en temas de adaptación ante el cambio climático	Potencialmente positiva
	Planeación en el establecimiento de valores asociados a la carga turística a partir de la oferta de agua	Potencialmente positiva
	Fomento para la captación de agua de lluvia	Positiva. Protección de la cubierta vegetal.
	Fomento al ahorro en el consumo de agua por parte de la población visitante	Positiva. Eficiencia energética, reducción de emisiones.

**Cuadro 20:** Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector turismo

Las medidas de adaptación en el sector Turismo, interactúan en términos generales de manera positiva o potencialmente positiva con las medidas de mitigación orientadas a aumentar el secuestro de CO<sub>2</sub>, la disminución de la demanda energética eléctrica y del sector transporte, si se considera que las emisiones de GEI y de gases criterio podrían aumentar debido al caos vehicular originado por las inundaciones, particularmente en temporada de lluvias.

## CONCLUSIONES



### CONCLUSIONES:

El Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco corresponde al primer esfuerzo estatal por crear un instrumento técnico sobre la situación que guarda Jalisco ante los efectos negativos del Cambio Climático y que sea una fuente de información sólida para la toma de decisión.

La elaboración del documento corresponde al trabajo de cuatro equipos de investigación, Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Vulnerabilidad, Medidas Adaptación y Estrategias de Mitigación los cuales son conformados por:

- Un Grupo Núcleo (22 investigadores), en el cual se desarrolló un trabajo interdisciplinario permanente durante la duración del proyecto.
- Un Grupo de Especialistas externos nacionales e internacionales (12 especialistas), que desarrolló un trabajo de pares en un contexto multidisciplinario.
- Un Grupo de Estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado (19 tesis).

Este trabajo es el resultado del trabajo colaborativo entre instituciones educativas y el Gobierno Estatal. Este proyecto también permitió la titulación de 22 tesis, apoyando de esta manera, la formación de recursos humanos.

La efectividad de la estrategia y programas estatales de mitigación, depende de la ejecución de proyectos, de manera coordinada entre los niveles estatal y municipal.

En este sentido, es importante que los planes de acción climática municipales (PACMUN) incluyan objetivos y estrategias de mitigación que abonen al objetivo estatal, cuya ejecución sea medible, reportable y verificable bajo los mismos términos que los proyectos estatales.

Las estrategias de mitigación en el ámbito municipal pueden ser articuladas mediante programas y proyectos alineados a las medidas de mitigación estatales, pero habrán de considerarse las condiciones, necesidades y oportunidades características en cada municipio ó región intermunicipal.

Lo anterior significa que metodológicamente, los PACMUN habrán de incluir objetivos y estrategias de mitigación que metodológicamente sean planteados en congruencia con los objetivos y estrategias estatales.

## **INVENTARIO:**

El objetivo principal del inventario ha sido la presentación de información actualizada y útil para la toma de decisiones en el estado de Jalisco.

En términos generales y en base a los resultados, se concluye que durante el año 2010 se emitieron 42,001.22 Gg de CO<sub>2</sub>e y considerando los sumideros de CO<sub>2</sub> dentro del estado de Jalisco el balance neto total de emisiones de GEI fue de 37,957.12 Gg de CO<sub>2</sub>e. En 2010 el número de habitantes en el estado de Jalisco era de 7,350,682 habitantes, por lo tanto, las emisiones per cápita de GEI en el año 2010 fue de 5.16 toneladas de CO<sub>2</sub>e por habitante.

Sin incluir las emisiones de la actividad de uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura, USCUSyS, el 69% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e emitido en el año 2010 fueron de dióxido de carbono, el 25% de las emisiones del CO<sub>2</sub>e fueron de metano y el 6% restante, de óxido nitroso.

Las categorías de uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura (37%), energía (34%) y agrícola (18%) fueron las que emitieron mayor cantidad de GEI en el estado de Jalisco (aproximadamente 89% del total de las emisiones en el Estado). Consecuentemente, será necesario considerar estas tres categorías en los planes de acción para la mitigación de emisiones.

Particularmente los subsectores que generaron mayores emisiones de GEI fueron: cambios de uso de suelo a tierras de cultivo, transporte terrestre, fermentación entérica, uso de urea, sitios de eliminación de desechos gestionados, emisiones residenciales, manejo de estiércol y producción de cemento.

Cabe mencionar que la incertidumbre en este primer inventario de GEI en Jalisco, no ha sido estimada como establecen las guías de referencia debido a lagunas de información y carencia de series de datos o datos históricos. Sin embargo, la incertidumbre no solamente se presenta en las mediciones (datos de actividad) sino también en los factores de emisión y la metodología empleada.

Para futuros trabajos, será necesario realizar diagnósticos y evaluaciones de uso de suelo y cambio de uso de suelo más frecuentemente y con mejor escala de resolución.

A continuación se describen breves conclusiones por categoría del inventario:

### **• Energía**

En esta categoría el CO<sub>2</sub> es el principal GEI a considerar ya que contribuye con el 95% de las emisiones del sector energético, mientras que el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) son responsables del porcentaje restante.

Al identificar los combustibles más utilizados en el estado de Jalisco en orden descendente (no limitativo) tenemos: las gasolinas, el diésel, el combustóleo, el gas natural y el gas licuado. La gasolina automotriz representa el 59.7% de consumo de combustible en el Estado. Los vehículos a gasolina (2,421,000 ve-

hículos) representan en el año 2010 el 98% de los vehículos que circulan en el estado, de los cuales el 93% son particulares. El transporte es la actividad que más contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero en el sector energético en el estado de Jalisco.

### **• Industrias de la Energía**

Para fines de balance energético muchas de las emisiones indirectas que propicia el consumo de electricidad en el estado de Jalisco son cuantificadas en otros estados de la República ya que más del 95.3% de la electricidad que se consume en Jalisco es generada fuera de los límites estatales.

Esto hace que Jalisco este lejos de ser autosuficiente en el tema energético, por lo tanto, es necesario buscar nuevas fuentes para generación de energía que provengan de fuentes renovables que hagan de Jalisco, un estado sustentable y autosuficiente.

### **• Industrias manufactureras y de la construcción**

Las mayores emisiones de la categoría corresponden a la industria química (productos químicos), con 31% del total de las emisiones de la categoría; en segunda posición se encuentran los minerales no metálicos con 28% y en tercer lugar se encuentra la industria del procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco con 21%.

Como un apartado especial del presente inventario, la industria tequilera y de las bebidas alcohólicas, en el estado de Jalisco, contribuyeron en el año 2005 con una emisión de 320.65 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo cual corresponde a un 11.34% de las emisiones totales de las industrias manufactureras y de la construcción.

El sector industrial contrariamente a lo que se pudiera pensar, y en base a la información disponible, no contribuye de manera protagónica en las emisiones de GEI en el estado de Jalisco. Sin embargo, es importante resaltar que la información disponible corresponde al año 2005, no pudiendo conseguir información del año 2010, año base del inventario.

### **• Procesos industriales y uso de productos**

La producción de cemento en el estado de Jalisco tuvo una contribución significativa en el sector en las emisiones de GEI para el año 2005 (año de referencia considerado para esta actividad) al encabezar las emisiones de GEI en esta categoría seguida por la producción de cal. Con relación a esta actividad se puede concluir que el liderazgo que ha tenido la industria cementera mexicana en el extranjero se ve reflejado de manera nacional y particularmente en el caso del estado de Jalisco.

### **• Agricultura**

La fermentación entérica es la subcategoría que más contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub>e con el 54% del sector agricultura en Jalisco. Esto se explica porque el estado se ubica en:

- Primer lugar en ganado bovino para leche, porcino y ave (huevo y carne),
- Segundo lugar en ganado bovino para carne,

- Séptimo lugar en ganado ovino,
- Doceavo lugar en ganado caprino y
- Diecinueveavo lugar en guajolote

- **Uso de Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura**

En el caso de Jalisco es una de las principales actividades emisoras de dióxido de carbono y al mismo tiempo una de las pocas alternativas que se tiene como sumidero de este gas.

El balance promedio anual del periodo 2003-2008 de las emisiones (15,368 Gg de CO<sub>2</sub>), contra absorciones (4,044 Gg de CO<sub>2</sub>) da como resultado un balance anual de emisiones de 11,827 Gg de CO<sub>2</sub>. Al revisar la distribución geográfica de estas emisiones, la región de los Altos de Jalisco amerita una atención especial.

Cabe señalar que es necesario realizar un esfuerzo por sistematizar el registro de información que realizan el INEGI, la CONAFOR y otras dependencias de gobierno para identificar los cambios que se generan en el transcurso de los años ya que las series que actualmente se disponen (Serie I elaborada entre 1979 y 1986, Serie II entre 1993 y 1998, Serie III entre 2002 y 2003 y Serie IV entre 2007 y 2008) no tienen una periodicidad definida y la resolución de la información así como las herramientas metodológicas no coinciden del todo entre una serie a otra.

Es necesario también un seguimiento sistematizado y periódico de la deforestación, las perturbaciones (plagas e insectos), remociones de madera y de leña, materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta), los incendios forestales, cambio de carbono en los suelos (orgánicos y minerales) todo esto producto del cambio de uso de suelo entre las principales tierras (tierras forestales, pastizales, tierras de cultivo, asentamientos y otras tierras).

Debido a la magnitud de las variaciones del uso de suelo así como de incendios, deforestación, y otros factores relacionados con la temática arriba mencionados, la contribución sobre el calentamiento global y principalmente el incremento sustancial que potencialmente se puede presentar en la vulnerabilidad tanto de los asentamientos humanos como de las actividades económicas puede ser importante.

A manera de ejemplo, de acuerdo a las estimaciones realizadas, la pérdida anual de carbono debido a la remoción de bosques y las emisiones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en las tierras forestales que permanecen como tales (FF) en el periodo 2002-2008, las emisiones totales por esta actividad en este periodo fueron de 16,050.20 Gg de CO<sub>2</sub>, es decir una magnitud nada despreciable que nos priva de servicios ambientales indispensables para fortalecer la resiliencia del Estado ante el cambio climático. Es decir, nuestra vulnerabilidad ante el cambio climático se incrementa de manera sensible.

- **Desechos**

De los resultados obtenidos en base a las Directrices del IPCC en el presente inventario, se estimaron para el año 2010 60.9 gigagramos de CH<sub>4</sub> provenientes de residuos sólidos urbanos en sitios de eliminación de desechos gestionados (es decir 1522.4 Gg de CO<sub>2e</sub> donde 52.6 gigagramos de CH<sub>4</sub> fueron generados

por residuos sólidos urbanos, y 8.3 Gg de metano emitidos por el manejo de residuos industriales), seguido en orden de magnitud por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas con 26.7 gigagramos de CH<sub>4</sub> (668.7 Gg de CO<sub>2e</sub>); se emitieron 8 Gg de dióxido de carbono por la incineración abierta de desechos. Finalmente las emisiones totales de CO<sub>2e</sub> en este sector para el año 2010 fueron de 2375.8 Gg de dióxido de carbono equivalentes; magnitud concordante con las actividades urbanas y rurales en las diferentes entidades del país.

Se establecieron valores de generación anual per cápita específicos para Jalisco, donde para el periodo de los años 2000 (generación per cápita de residuos de 0.94 kg/habitante/día) al 2010 (generación per cápita de residuos de 1.08 kg/habitante/día) se generó un incremento anual promedio de 140 gramos por habitante en la generación diaria per cápita de residuos.

Estas cifras conllevan un incremento del impacto de nuestra población sobre el medio ambiente y consecuentemente de nuestra contribución al calentamiento global. El hecho de no contar con sitios de disposición final de residuos adecuados, es decir, un reducido número de sitios de disposición final de residuos adecuadamente gestionados, la mitigación de emisiones de GEI de estas actividades es muy reducida y por lo tanto el impacto es relativamente significativo respecto a otros estados de la república dada la población que cuenta el estado de Jalisco.

## VULNERABILIDAD

Los resultados mostrados por PRECIS estiman que para el 2080 en el mejor de los escenarios la temperatura promedio aumentará de manera general en el estado al menos 3°C y en el peor 6°C (con la incertidumbre de sobreestimación de 1.7±0.3 °C); en el mismo sentido, las disminuciones de humedad se consideran entre el 10 y 15% con un incremento en la intensidad de las precipitaciones en los primeros años y descenso alarmante de las mismas en el resto del periodo conjuntamente con el aumento de temperatura en los suelos entre 3 y 6 °C.

Jalisco es uno de los estados más vulnerables a la variabilidad y al cambio climático debido a los factores de tensión múltiples y a su baja capacidad de adaptación. Jalisco tiene alto riesgo de vulnerabilidad en todos los sectores y regiones, sin embargo destacan las Regiones de Altos, Centro, Costa Norte y Sur con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático en sectores de agricultura, ganadería, agua, desarrollo urbano, salud, turismo, ecosistemas costeros, energía y vivienda, por lo que es de alta prioridad y urgencia trabajar en programas de adaptación y mitigación para reducir al mínimo los riesgos por efecto de variabilidad y cambio climático.

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Las regiones de Jalisco en orden de urgencia para establecer medidas de adaptación, son: 1. Altos Norte; 2. Centro; 3. Costa Norte; 4. Altos Sur; 5. Costa Sur; 6. Ciénega; 7. Sierra Occidental; 8. (empate) Norte, y Sureste; 9 (empate) Sierra Amula, Valles, y Sur.

La adaptación requiere medidas urgentes ciudadanas y de gobierno en los sectores de agricultura, ganadería, asentamientos humanos, selvas y bosques, y turismo, rel-

acionada a disminuir daños ante el incremento de frecuencia de periodos intensos de calor, lluvias torrenciales y periodos de sequía.

Las mejores medidas de adaptación al cambio climático para promover con agricultores y ganaderos de Jalisco son:

1. Realizar prácticas para captación de agua de lluvia, tanto de agua verde – agua en el suelo-, como agua azul – captación de agua en pequeñas obras de infraestructura;
2. Evitar el uso del fuego para la preparación del suelo, rebrote de pasto o zafra;
3. La plantación de árboles para sombra en potreros y cortina rompevientos en zonas agrícolas;
4. Implementar acolchado al suelo con residuos de cosecha en sistemas de labranza mínima, evitando el acolchado de plástico;
5. Manejo de especies y variedades de mayor resistencia a sequía y estrés calórico.

Las mejores medidas de adaptación al cambio climático para promover en poblaciones humanas vulnerables en Jalisco son:

1. Visitar de manera frecuente parques públicos y disminuir el uso del automóvil;
2. Pintar los techos de casa de color blanco;
3. Uso de tecnologías de bajo subsidio de agua y energía en vivienda;
4. Uso de parasoles en ventanas;
5. Establecer sistemas de ventilación cruzada en viviendas, áreas de trabajo y automóvil.

Las mejores medidas de adaptación al cambio climático para promover con el sector Turismo son:

1. Reducir el consumo y contaminación de agua con tecnologías y comportamientos comunitarios;
2. Establecer programas de entrenamiento en adaptación del cambio climático para actuar en condiciones de riesgo de incremento de calor, huracanes y periodos de sequía;
3. Incrementar las áreas verdes en los espacios e infraestructura turística;
4. Mantener el interior y exterior de espacios públicos, sin basura para evitar inundaciones;
5. Contar con sistemas de alerta temprana.

Las mejores medidas de adaptación al cambio climático para promover con gobiernos municipales:

1. Establecimiento de categoría de protección a las áreas productoras de alimentos con alta capacidad productiva y resiliencia que se encuentran amenazadas por la expansión urbana;
2. Prescripción del uso del fuego;
3. Mantenimiento de sistemas de Información y comunicación de riesgos por calor, lluvias intensas y sequía;
4. Planificación de uso de suelo y protección de los servicios de regulación de los ecosistemas;
5. Incremento de espacios públicos arbolados- parques públicos-;

6. Diagnóstico y monitoreo de efectos en la salud humana y de los ecosistemas en los periodos de anomalías de calor y sequía;
7. Sistemas de alerta temprana y comunicación de riesgos;
8. Cultura para el consumo responsable del agua;
9. Educación ciudadana para la valoración de los servicios de los ecosistemas;
10. Conservar la conectividad de corredores de vida silvestre.

El programa y acciones para la adaptación al cambio climático en Jalisco, requiere de manera imprescindible, una estrategia de comunicación, pues es un tema al cual los jaliscienses no identifican con precisión, ni el problema, ni la importancia de actuar para disminuir el daño e incrementar resiliencia. Esta estrategia de comunicación requiere cumplir varios objetivos: Cambio de comportamientos, Crear capacidades, Sensibilización, Generación de fondos, Cambio de política, Acceso a información, Dar voz a grupos sociales vulnerables, Participación ciudadana, Construir redes sociales, y Crear evidencia base local; lo anterior para crear un capital humano y social que posibilite implementar la estrategia de adaptación.

## MITIGACIÓN

En el escenario de desarrollo actual, incremento del PIB significa incremento proporcional de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Transitar hacia una economía baja en carbono supone emprender iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero sin detrimento del desarrollo económico, ó en el mejor de los casos en beneficio del mismo.

La meta de mitigación para Jalisco consiste en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, 30% para el año 2030 y 50% para el 2050, con referencia a las emisiones del 2010; y para alcanzarla, la estrategia implica la aplicación de las Medidas de Mitigación que se proponen en esta sección del PEACC Jalisco, las cuales fueron seleccionadas a partir de las Medidas de Mitigación Nacionalmente Aceptadas (NAMAs).

Se seleccionaron aquellas con la mejor relación costo beneficio para Jalisco. El Potencial de Mitigación fue calculado a partir de los datos de actividad y de las emisiones en cada sector del IPCC, expuestas en el capítulo de Inventario. El costo ó beneficio económico fue calculado a partir del precio por tonelada de CO<sub>2</sub>.

La lista incluye 34 medidas (2 para el sector Agropecuario, 24 para el sector de Energía y Transporte, 1 para el Sector Industrial, 3 para el sector de Residuos y 4 para el sector USCUSys), con un potencial de mitigación combinado equivalente a 48,936,136 TonCO<sub>2</sub>/año, cuyo Costo@Beneficio es jerarquizado y presentado de manera gráfica en la Curva de Costos de Abatimiento.

La evaluación del impacto de las medidas de mitigación supone información generada a partir de la elaboración periódica de inventarios de emisiones, con datos de actividad que sean cada vez más precisos y en consecuencia de mejor utilidad para fines de mejora continua.

Desde el punto de vista económico, el habilitador para las medidas de mitigación lo constituyen los Mecanismos de Mercado, como instrumentos de política ambiental orientados a influir en el comportamiento de la sociedad y los sectores productivos, al modificar los costos ó incentivos a las actividades que generen ó tiendan a reducir las emisiones de GEI. Los Mecanismos de Mercado tienden a modificar los precios de los bienes ó servicios con la finalidad de incluir la valoración del medio ambiente en el desarrollo de políticas públicas, y finalmente en la toma de decisiones.

Se proponen los siguientes Mecanismos de Mercado:

1. Creación de impuestos a las emisiones de GEI:
  - Como herramienta para definir la responsabilidad por los costos ambientales asociados
  - Por ejemplo, un impuesto a la quema de combustibles fósiles
2. Etiquetamiento de los recursos recaudados:
  - Para financiar la implementación transparente y efectiva de las medidas de mitigación y adaptación
3. Promoción del desarrollo y registro de proyectos en los mercados de carbono:
  - Por ejemplo, Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), para implementar medidas de mitigación
4. Promoción de la compra de certificados de reducción de emisiones y captura de carbono entre las empresas, con opción a deducir impuestos
  - Por ejemplo, Mercado de Carbono Forestal y Pago por Servicios Ambientales (PSA)

El desarrollo y aplicación de los instrumentos de mercado, y finalmente la articulación adecuada de las medidas de mitigación propuestas, implicaría en el corto y mediano plazo:

- Para el año 2018.
  - o Recuperación de biogás en los sitios de disposición final en centros urbanos del estado con más de 50 mil habitantes, mediante inversiones en infraestructura.
- Para el 2020.
  - o La conclusión de los programas orientados al fomento al transporte no motorizado.
  - o La conclusión de 8 líneas de transporte BRT para la Zona Metropolitana de Guadalajara, en concordancia por lo planteado en la Ley General de Cambio Climático.
  - o La modernización del Parque Vehicular.
  - o Los programas necesarios para aumentar la captura de carbono, particularmente en el sector forestal, como REDD+.
- Para el año 2024.
  - o La generación de por lo menos un 35% de la energía que consume el estado a partir de fuentes limpias.

La elaboración de este documento contó con varias barreras.

- Para algunos casos específicos del Inventario de Emisiones de GEI (IEGEI),

no fue posible contar con información confiable y el cálculo de la incertidumbre relacionada a los resultados por sector aparece todavía como muy amplio, consecuencia del nivel Tier 1 y a la fuente de la información.

- Se han detectado también diferencias en la información que tienen las distintas dependencias del Gobierno a los tres niveles.
- El acceso a la información de ciertos sectores se ve obstaculizada por la falta de transparencia general.
- Es difícil hacer una comparación con los resultados de los PEACC de otros estados puesto que se utilizaron distintas metodologías del IPCC (1996 vs. 2006, diferencia en la aplicación de los factores de emisiones, diferencias en el cálculo de incertidumbres).

Por lo tanto, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Necesidad de establecer un sistema de información generalizada a todos los sectores productivos del estado, que sea accesible y transparente. Existen en otros países, modelos de instrumentos legales que obliguen la generación de datos medibles, reportables y verificables por parte de todos los sectores productivos, que podrían aplicarse a Jalisco.
- Establecimiento de factores de emisión que correspondan a la realidad geofísica y climática local, para obtener mayor precisión en los cálculos.
- Definición de indicadores de seguimiento por sector, que corresponden a los datos necesarios para poder entender a futuro las tendencias en cuanto a generación de gases a efecto invernadero, como las de vulnerabilidad del estado.
- Organización de una reunión nacional de los estados que han desarrollado un PEACC, de manera a intercambiar información y experiencias.

Consideramos que es necesario darle seguimiento a lo elaborado en este PEACC. Primero, que sirva como base para el avance de políticas en materia ambiental. En segundo lugar, es importante llevar este estudio a un nivel de mayor profundidad para poder entender mejor el papel que juega Jalisco en el Cambio Climático.

## BIBLIOGRAFÍA

### Equipo Inventario

Ayala Mata, M. Á. (2014). Elaboración del primer Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la producción pecuaria y agrícola en el Estado de Jalisco. (UAG, Ed.) Zapopan, Jalisco, México: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Carrillo Takahashi, S. M. (2014). Estimación de Gases de efecto invernadero por las categorías energía, procesos industriales y uso de productos según el IPCC en Jalisco en el año 2005. (UAG, Ed.) Zapopan, Jalisco, México: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Castillo, A. D. (18 de abril de 2012). Desechos especiales, 10,000 toneladas diarias. Milenio Edición Jalisco .

COEPO 1950-2010, P. d. (2012). Pirámides de Población de Jalisco 1950-2010. Recuperado el 10 de mayo de 2012, de <http://coeпо.app.jalisco.gob.mx/swf/Piramides-depoblacion/jalisco.swf>

Comisión Estatal del Agua. (2010). La Realidad del Agua en Jalisco. En P. M. Osés (Ed.). Guadalajara.

Comisión Estatal del Agua Jalisco. (2010). Agenda del Agua 2030. Propuestas del Gobierno del Estado de Jalisco . Jalisco, México.

Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. (2009). Programa Especial de Cambio Climático. México.

CONABIO. (2012). Portal de geoinformación. Retrieved 2012 йил 25-07 from CONABIO: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONAGUA. (2011). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2011. México: SEMARNAT.

CONAGUA. (2011). Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua, Estado de Jalisco. . Registro Público de Derechos del Agua . México.

Cortinas, C. (2011). Responsabilidad Ciudadana Respecto de la Emisión de Gases con Efecto de Invernadero (GEI) Asociada al Manejo de Residuos. México.

Desechos, D. d. (2006). IPCC - Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Recuperado el 2011, de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

Dupont. (10 de agosto de 2011). Dupont. Recuperado el julio de 2012, de <http://www2.dupont.com/>: [http://www2.dupont.com/Mexico\\_Country\\_Site/es\\_MX/Media\\_Center/comunicados\\_prensa\\_dupont/2011/produccion\\_dioxido\\_titanio.html](http://www2.dupont.com/Mexico_Country_Site/es_MX/Media_Center/comunicados_prensa_dupont/2011/produccion_dioxido_titanio.html)

Fernández Salcedo, N. (18 de abril de 2012). Desechos especiales, 10,000 toneladas diarias. (A. d. Castillo, Entrevistador) Guadalajara: Grupo Milenio.

Fundación Biodiversidad; Gestoras de Residuos y Recursos Especiales, Asociación de Empresas; per l' Environnement, Enterprises. (2010). Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades de gestión de residuos. España.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, IPCC. (2006). Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 5 Desechos. Recuperado el 2011, de <http://ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2008). Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambio climático 2007 Informe de síntesis. Ginebra, Suiza.

INE. (2012). Recuperado el 2012, de Cambio Climático en México INE PNUD: [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx](http://cambio_climatico.ine.gob.mx)

INE. (2011). Avances de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. Recuperado el 2011, de <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/index.html>

INE. (2010). Estudio de emisiones y Actividad vehicular en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México: SEMARNAT.

INE. (2011). Glosario de términos en Cambio Climático. Recuperado el 2011, de Cambio Climático en México INE PNUD: [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/glosario.html](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/glosario.html)

INE. (2010). México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D.F., México: Instituto Nacional de Ecología.

INE, UNAM: Centro de Estudios sobre la Atmósfera. (2007). Manejo del Proceso de Elaboración del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Manual para los Estados. México.

INE, Universidad Veracruzana, UNAM: Centro de Ciencias de la Atmósfera. (2009). Guía para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). México.

INEGI. (2010). Diccionario de datos uso del suelo y vegetación. Serie IV. Escala 1:250,000. Aguascalientes: INEGI.

INEGI. (2009). Guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250,000. Serie III. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2012). Módulo 6. Residuos Sólidos Urbanos. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Institute for Local Self-Reliance; Global Anti-Incinerator Alliance/Global Alliance for Incinerator Alternatives; Eco-Cycle. (2008). Stop Trashing the Climate. Full Report. (I. f. Self-Reliance, Ed.) EU.

Intergovernmental Panel on Climate Change, I. (2001). Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Summary. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Recuperado el 2011, de Task Force on National Greenhouse Gas Inventories: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/0\\_Overview/Vo\\_2\\_Glossary.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/0_Overview/Vo_2_Glossary.pdf)

IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report. Recuperado el 7 de enero de 2014, de <http://www.ipcc.ch>: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts-sp.pdf>

IPCC. (2008). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. (M. K. Eggleston H.S., Ed.) Japan.

ISWA. (2010). Residuos y Cambio Climático. Libro Blanco de ISWA.

Jaramillo, V. J. (2004). El Ciclo del Carbono. En J. Martínez, & A. Fernández, Cambio climático: una visión desde México (págs. 77-85). México, D.F., México: Instituto Nacional de Ecología; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ley General de Cambio Climático. (2012). Obtenido de Cámara de Diputados: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

Lucatello, S., & Rodríguez Velázquez, D. (Edits.). (2011). Las dimensiones sociales del cambio climático: un panorama desde México: ¿cambio social o crisis ambiental? México: Instituto Mora, Universidad Nacional Autónoma de México.

Maguire, D., Goodchild, M., & Rhind, D. (1991). En An overview and definition of GIS. In Geographical Information Systems: principles and applications (págs. 9-20). London: Longman.

Núñez de Castro, I. (2000). "Investigación" en Cortina / Cornill (dir). Diez palabras clave en ética de las profesiones. Verbo Divino.



OECD. (2012). [www.oecd-ilibrary.org](http://www.oecd-ilibrary.org). Recuperado el 28 de agosto de 2012, de OECD Ilabrary.

Organización Panamericana de la Salud. (2002). Evaluación regional de los servicios de residuos sólidos.

Periódico Oficial del Estado de Jalisco. (17 de Marzo de 2012). Periódico Oficial del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México: Estado de Jalisco.

Pfaff-Simoneit, W., Nassour, A., & Nelles, M. (2012). Sectoral Approaches In Solid Waste Management To Link Climate Change Mitigation And Development. Alemania.

Reynolds, C., & Smith, D. (1990). Academic Principles of Responsibility. En W. W. May, & A. C. Education (Ed.), *Ethics and Higher Education* (págs. 37-38).

Rodríguez Villavicencio, A. (2013). Estimación de emisiones de Gases de Efecto Inveradero provenientes de desechos en el estado de Jalisco. (UAG, Ed.) Zapopan, Jalisco, México: Universidad Autónoma de Gaudalajara.

Rubí, M. (29 de enero de 2013). EPN instala Comisión Intersecretarial de Cambio Climático . *El Economista* .

Salas Reyes, R. (2013). Inventario de gases de Efecto Invernadero del Sector Industrial del Estado de Jalisco. (UAG, Ed.) Zapopan, Jalisco, México: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (2012). Sistema Nacional de Información Ambiental. Recuperado el 11 de mayo de 2012, de SNIARN: <http://semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

SEDESOL. (2012). Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Jalisco. SEDESOL, Dirección General de Infraestructura y Equipamiento en Zonas Urbano-Marginadas. México: Dirección de Infraestructura Urbana Básica.

SEMADES. (2012). Propuesta de Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Jalisco . Jalisco, México.

SEMARNAP. (1997). MÉXICO, Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México: SEMARNAP.

SEMARNAT. (2012). Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático 2009 - 2012. (D. G. Climático, Ed.) México.

SEMARNAT, INECC. (2012). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención

Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático . México.

SEMARNAT, INE. (2009). MÉXICO, Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. Obtenido de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/615.pdf>

UNEP. (2012). The Emissions Gap Report 2012, A UNEP Synthesis Report. United Nations Environment Programme . Nairobi: UNEP.

UNFCCC. (2012). Clean Development Mechanism. Recuperado el mayo de 2012, de Clean Development Mechanism (CDM): [cdm.unfccc.int](http://cdm.unfccc.int)

United Nations Environmental Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre. (2010). *Waste and Climate Change: Global trends and strategy framework*.

United Nations; Framework Convention on Climate Change. (2012). Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its seventeenth session, (pág. 63).

Uriarte Camacho, J. A. (2013). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energía para el estado de Jalisco 2000-2010. Guadalajara, Jalisco, México: UAG.

### **Equipo Vulnerabilidad:**

Aguilar, A. G. 2003. Los asentamientos humanos y el cambio climático en México un escenario futuro de vulnerabilidad regional. Gay, C. (Ed). México: una visión hacia el Siglo XXI. El cambio climático en México. UNAM. Disponible en <http://www.atmosfera.unam.mx/cambio/libro.html>

Anthony, K.R.N., D.I. Kline, G. Díaz-Pulido, S. Dove y O. Hoegh-Guldberg. 2008. Ocean acidification causes bleaching and productivity loss in coral reef builders. *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]* 105(45): 17442-17446.

Arellano, L.U. 2004. Análisis Espacio-Temporal de las variables Hidrológicas: Detección de Heterogeneidad a Gran Escala Temporal. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Tesis de Maestría, Unidad Mérida, Yucatán, México.

Barba-Macías, E., J. Rangel-Mendoza y R. Ramos-Reyes. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencias*. 22 (2):101-110.

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., 2008: *El Cambio Climático*

y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.

Bindoff, N.L., J. Willebrand, V. Artale, A. Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, Le Quéré, S. Levitus, Y. Nojiri, C.K. Shum, L.D. Talley, y A. Unnikrishnan, 2007. Observations: oceanic climate change and sea level. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Avery, M. Tignor, and H.L. Miller eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, pp. 385-432.

Bojórquez, L.A. 1989. Methodology for prediction of ecological impacts under real conditions in Mexico. *Environmental Management*. 13(5):545-551.

Bowerman, B.L. O'connell, R.T.(1979) *Time series and Forecasting*. Miami University

Horvat, L. Kokoszka, P. and Reeder, R. (2011) Estimation of the mean of functional time series and a two sample problem. [8 de agosto del 2011] *Archiv.org*

Bruun, P. 1962. Sea-level rise as a cause of shore erosion. *ASCE J. Waterways and Harb. Div.* 88. 117-130.

Canziani O. y S. Díaz. 2000. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Capítulo 6: América latina. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Cervino, J.M, R.L. Hayes, S.W. Polson, S.C. Polson, T.J. Goreau, R.J. Martinez y G. W. Smith. 2004. Relationship of *Vibrio* Species Infection and Elevated Temperatures to Yellow Blotch/Band Disease in Caribbean Corals. *Applied and Environmental Microbiology*. 70(11): 6855-6864.

Chang, I. 2005. *Indicadores de Vulnerabilidad y Desastres para América Latina Producto 3: Resumen Ejecutivo e Informe Final*. Disponible en: [http://www.disasterinfo.net/lideres/spanish/panama2005/presentaciones/facilitadores/isaias\\_chang\\_urriola/informefinalconsindvd/informe\\_final\\_y\\_resumen\\_ejecutivo.doc](http://www.disasterinfo.net/lideres/spanish/panama2005/presentaciones/facilitadores/isaias_chang_urriola/informefinalconsindvd/informe_final_y_resumen_ejecutivo.doc)

Church, J.A. y N.J. White. 2006. A 20th century acceleration in global sea-level rise, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01602, doi:10.1029/2005GL024826.

Church, J.A., J.M. Gregory, P. Huybrechts, M. Kuhn, K. Lambeck, M.T. Nhuan, D. Qin y P.L. Woodworth. 2001. Changes in sea level. pp.639-693. In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C. A. Johnson (eds.), Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2007, "Estadísticas del Agua en México. Edición 2007." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2010. Normales climatológicas 1971-2000. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Comisión Nacional del Agua (CNA). Secretaría de Medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=188&tmpl=component](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=188&tmpl=component).

Conde, C., K. Lonsdale. 2006. Participación de las Partes Interesadas en el Proceso de Adaptación. En: Lim, B., E. Spanger-Siegfried (ed.). 2006. Marcos de Políticas de Adaptación. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. PNUD, GEF. Cambridge Univ. Press. 47-66.

Conde, C. 2003. Cambio y Variabilidad Climáticos. Dos Estudios de Caso en México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias (Física de la Atmósfera). Posgrado en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 227 pp.

Conde, C., C. Gay (coordinadores). F. Estrada, A. Fernández, F. López, M. Lozano, V. Magaña, B. Martínez, O. Sánchez, J. Ramírez, J. Zavala, D. Zermeño (colaboradores). 2008. Guía para la Generación de Escenarios de Cambio Climático a Escala Regional. Primera Versión. Noviembre 2008. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. 105 pp. 14 Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. 2008. Programa de Acción Climática. Ciudad de México 2008-2012. Resumen. Gobierno del DF. 22 pp.

Conde C., R. Ferrer, S. Orozco, 2006. Climate change and climate Variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study. *Atmósfera*. 19(3):181-194.

Conde, A.C.(sin año). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. pp 157 – 171.

Cutter, S.L., J. B. Boruff y W. Lynn. 2003. Social vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*. 84(2):242-261.

Day, J., J. Jacob, Yáñez-Arancibia, A., Martínez, A., S. Miranda, Tejeda-Martínez, A., C. A. Ochoa y C.M. Welsh. 2008. 2a Panel Internacional sobre Cambio Climático: La Zona Costera y su Impacto Ecológico, Económico y Social. Disponible en: <http://www.inacol.edu.mx/inacol/imagenesvolatiles/cambioclimatico/Conclusiones%202do%20Panel%20Cambio%20Clim%20E1tico.pdf>

Díaz, M. M. y C.C. Díaz. 2001. El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas. *Departamento de Geografía Universidad de Alcalá. Serie Geográfica* 10(2002): 27 – 41.

Díaz J, García-Herrera R, Trigo M. R, Linares C. 2006 The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?. *International Journal Biometeorology*. (Vol 50): 159–166.

Duke, N.C., M.C. Ball, y J.C. Ellison. 1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangrove. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 27:47.

Ellison, J.C. y D.R. Stoddart. 1991. Mangrove ecosystem collapse during predicted sea level rise: Holocene analogues and implications. *J. Coastal Res.* 7: 151-165

European Commission. (2013). *Adapting infrastructure to climate change*. Brussels: European Commission.

Flores-Verdugo, F. 2001. Procesos ecológicos en los humedales. En: Abarca, F. y J. Herzig (Eds.). *Manual para el manejo y conservación de los humedales de México*. Producción especial bajo colaboración de la SEMARNAP, US Fish & Wildlife Serv. Arizona Game & fish Dep.

Frattini, R. A. 2002. Vulnerabilidad de las zonas costeras próximas a grandes centros urbanos. AA - AGOSBA – ILPLA –SIHN.

García Cueto O. R., Tejeda Martínez A., Jauregui Ostos E ; 2008, " Heat waves in an arid city the northwest of México: currently trenes and climate change scenarios"; México (inédito), pp. 13.

Gardner-Outlaw, T. and R. Engelman, 1997, "Sustaining Water, Easing Scarcity: A Second Update.", Revised Data for the Population Action International Report, *Sustaining Water: Population ans the future of Renewable Water Supplies*, Population Action International-Population and Environment Program, Washington, D.C.

Gómez, J.J. 2001. Vulnerabilidad y medio ambiente. Seminario Internacional. Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 20 y 21 de junio. CEPAL/CELADE/ONU. 36 p.

Greenpeace (2010). *México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*.

Harvell, C.D., C.E. Mitchell, J.R. Ward, S. Altizer, A.P. Dobson, R.S. Ostfeld y M.D. Samuel. 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296:2,158–2,162.

Hernández, A.H. 2007. Calentamiento global y zonas costeras: peligrosa combinación. *Ecofronteras*, 31 agosto.

Hyndman, R.J., y Y. Fan, 1996: Sample quantiles in statistical packages. *The American Statistician*, 50, 361-367.

INEGI (2003), "Climatología", recuperado el 9 de enero de 2003, de Carta de Climas [<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/cartas/climatol.cf-m?c=320>].

*Integración de la Adaptación en la Cooperación para el Desarrollo; Guía sobre políticas*. París: OCDE.

IPCC, 2007. Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (AR4) en inglés. Y su documento de síntesis: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (equipo de redacción Principal: Pachaury, R.K. y Reisinger, A (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

Lluch, D., D. Lluch-Belda, S. Lluch-Cota, J. López-Martínez, M. Nervárez-Martínez, G. Ponce-Díaz, G. Salinas-Zavala, A. Vega-Velázquez, J. R. Lara-Lara, G. Hammann y J. Morales. 1999. Las pesquerías y El Niño. En: *Los impactos de El Niño en México*. Ed. Magaña, R. V. O. CCA/UNAM y DGPC/SEGOB. México. 229 p.

Magaña C., Ochoa C., Salas G., Salazar S., Welsh C., 2008. Guía para la Elaboración de Programas Estatales de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC). Tercera Versión Corregida y Aumentada. Noviembre, 2008. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Veracruzana. 83 pp.

Martinez Julia y Adrián Fernandez, 1997. Cambio Climático: una visioón desde México. INE-SEMARNAT, México. 2004. 1. Mearns Lo, Rosenzweig C, Goldberg R. "Mean and Variance Change in Climate Scenarios: Methods, Agricultural Applications, and Measures of Uncertainty". *Climatic Change* 35: 367-396.

Mendoza, M.V., Villanueva E. E. y Maderey, E.L. 2008. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el Cambio Climático Global. En: *Cambio Climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (Compiladores) SEMARNAT, Instituto de Ecología, septiembre 2008. Cuarta reimpresión.

Pannier, F. 1992. El ecosistema de manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical. *Ciencia*. 43:11-113.

Robinson, R. A., H.Q.P. Crick, J.A. Learmonth, I.M.D. Maclean, C.D. Thomas, 2008. *Traveling through a warming world: climate change and migratory species*. *Endangered Species Res.* Published online June 17, 2008. 13pp.

Sáenz, A. 2000. Servicios ambientales de los manglares: ¿Qué perdemos cuando los transformamos? Greenpeace. Expedientes ambientales. Manglares bosques costeros. 53 p.

SEMARNAT-INE/PNUD. 2006, Tercera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio, México.

Titus, J.G. 1987. Sea level rise and wetland loss: an overview Greenhouse effect; sea level rise and coastal wetlands, EPA (Environmental Protection Agency), EUA, pp. 1-35.

Villers, L y I. Trejo. 1995. Vegetación actual de México y escenario aplicando un incremento de 2°C en temperatura y disminución del 10% en la precipitación. In SEMARNAP-UNAM-US Country Studies. México ante cambio climático.

Segundo Taller de Estudio de País, México.

Wilson S, Hassell D, Hein D, Jones R and Taylor R, 2009. Installing and using the Hadley Centre regional climate modelling system, PRECIS. Version, 1.8.1. Precip MetOffice UK.

Yáñez, A, R.R. Twilley y A. L. Lara-Domínguez. 1998 b. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2):3-19 3.

Zhang X, Yang F, 2004. Rclimdex (1.0) Manual de Usuario. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de el Niño. CIIFEN.

Zhang, X., G. Hegerl, F.W. Zwiers, y J. Kenyon, 2004: Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. *J. Climate*, submitted

#### **Equipo Adaptación:**

Adriaanse, A. (1993) Environmental Policy Performance Indicators: A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands. The Hague: Sdu,

Amaya Acuña, F.G. (2014). Medidas de adaptación a impactos del cambio climático ante la vulnerabilidad hídrica en Jalisco. (Tesis inédita de Licenciatura de Biología). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Armstrong, D.V. (1994). Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Dairy Science*. 77 (7), 2044-2050.

Barbosa Carmona X. (2013). Análisis de la Capacidad Adaptativa al Cambio Climático del Sector Productor de Leche en Encarnación de Díaz y Diseño de una Estrategia de Comunicación. (Tesis inédita de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

BBC Media Action. (2013). Communicating Climate Change: What You Can Do. London: BBC.

Caminos Serrano, L.G. (2013). Expansión Urbana, Transporte y Accidentes Vehiculares en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga en la Primera Década del Siglo XXI. (Tesis inédita de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

CICC. (2007). Estrategia Nacional de Cambio Climático. México: SEMARNAT

CONAFOR. (2013). Reporte Semanal de Resultados de Incendios Forestales. (Informe anual de la Gerencia de Protección contra Incendios Forestales) México: SEMARNAT

CONAPO. (2011). Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. México: Consejo Nacional de Población.

Crooks, K. y Sanjayan, M. (Eds.). (2006). Connectivity Conservation. Cambridge: Cambridge University Press

Curiel Ballesteros, A. y Garibay Chávez M. G. (2006). Limitantes al Desarrollo Sustentable en Jalisco; Marco para una agenda educativa participativa. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

DARA and The Climate Vulnerable Forum. (2010). Climate Vulnerability Monitor 2010; The State of the Climate Crisis. Madrid: DARA.

Davydova Belitskaya, V. (2013). Diagnóstico y Proyecciones Climáticas en Jalisco. (Informe al proyecto de Adaptación PEACC-JAL). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

De la Torre, J. A. (2009). Estimación poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y abundancia relativa de sus presas en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México. (Tesis inédita de Maestría). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Díaz Vázquez, J. (2012). Servicios Ecosistémicos Culturales y de Regulación en el Parque Bosque Colomos para el Bienestar Social. (Tesis inédita de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Ditor, M. (2001). Guidelines for the Development of Sustainability Indicators. Ottawa: Environment Canada.

FAO. (1980). Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Roma: FAO.

Fernández Bremauntz, A. (2008). Amenazas del Cambio Climático en México. (Informe del Curso sobre Cambio Climático en el marco de Cátedra Enrique Beltrán en Conservación, Desarrollo Sustentable y Biodiversidad). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Frumkin, H., Frank, L., Jackson, R.J. (2004). Urban Sprawl and Public Health: Designing, Planning, and Building for Healthy Communities. Washington: Island Press.

Gordon, C.J. (2005). Temperature and Toxicology; An integrative, comparative, and

Environmental Approach. Boca Raton: Taylor & Francis.

Granados Sánchez, D. y López Ríos, G.F. (2000). Sucesión Ecológica; Dinámica del ecosistema. Chapingo: UACH.

Haro Castillo, B.E. (2013) Morbilidad y Mortalidad por Dengue, Asociada a Eventos de Lluvias Intensas e Inundaciones en la Zona Metropolitana de Guadalajara. (Tesis inédita de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco. Sistema de Consulta Límites Municipales. Zapopan: Gobierno del Estado de Jalisco. Recuperado de: <http://sitel.jalisco.gob.mx/mapageneral/>.

INECC. (2010). Procedimiento para el levantamiento y cartografía de las unidades superiores de los paisajes a escalas 1:50,000–1:250,000. En INECC, Unidades de Paisaje. México: INECC.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Marco Geoestadístico Nacional. Aguascalientes: INEGI. Recuperado de: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Censo de Población y Vivienda 2010. Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL versión 2.2. Aguascalientes: INEGI. Recuperado de: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis. Washington: Island Press.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., y Maltz E. (2002). Heat Stress in Lactating Dairy Cows: a review. *Livestock Production Science*, (77), 59-91.

Ley de Desarrollo Rural Sustentable de 2001, Última Reforma DOF 12-01-2012, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

Liu, S.Y., Kawachi, I., Glymour, M.M. (2012). Education and inequalities in risk scores for coronary heart disease and body mass index: evidence for a population strategy. *Epidemiology*, 23(5), 657-64.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2012). A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15 (3), 401-415.

Moilanen, A. y Hanski, I. (2006). Connectivity and metapopulation dynamics in highly fragmented landscapes. En Crooks, K. y Sanjayan, M. (Eds.). (2006).

Connectivity Conservation. Cambridge: Cambridge University Press  
OECD. (2003). OECD Environmental Indicators; Development, measurement and use. Reference Paper. Paris: OECD.

ONU. (1992). Agenda 21. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.  
Ruiz Corral, J.A., González Acuña, I.J., Regalado Ruvalcaba, J.R., Vizcaíno Vargas, I. y González Eguiarte, D.R. (2003). Recursos Edafo-climáticos para la Planeación del Sector Productivo en el Estado de Jalisco. Libro Técnico 2. Guadalajara: INIFAP-CIR-PAC.

Ruiz Corral J. A. y Regalado Ruvalcaba, J. R. (2013). Cambio Climático y su Impacto sobre la Producción de Alimentos de Origen Agrícola. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. Guadalajara: Sistema de Información Geográfica Ambiental del Gobierno del Estado de Jalisco. Recuperado de: <http://siga.jalisco.gob.mx/moet/>.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2009). Forest resilience, Biodiversity, and climate change; A Synthesis of the Biodiversity/Resilience/Stability Relationship in Forest Ecosystems. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Segnestam, L. (2000). Desarrollo de Indicadores; Lecciones Aprendidas de América Central. Washington: CIAT-Banco Mundial –PNUMA.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2013). Atlas Agroalimentario 2013; con los pies en la tierra. México: SAGARPA.

Urbina Soria, J. (2013). Cambio climático y comportamiento humano: Percepción social de las causas, consecuencias, vulnerabilidad y opciones de adaptación. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Villafán Figueroa, N.I. (2013). Amenaza de Sequía y Exceso de Humedad para la Producción de Maíz Blanco de Temporal en el Contexto del Cambio Climático en Jalisco; Implicaciones para la seguridad alimentaria. (Tesis inédita de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Villalpando, F. y García, E. (1993). Agroclimatología del Estado de Jalisco. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Vincent, K. (2007). Uncertainty in Adaptive Capacity and the Importance of Scale. *Global Environmental Change*, (17), 12–24.

West, J.W. (1987). Managing and Feeding Lactating Dairy Cows in Hot Weather. Georgia: University of Georgia.

WRI. (2003). Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Washington: World Resources Institute.

#### **Equipo Mitigación:**

Ayala Mata, M. A. (2014). Elaboración del primer inventario de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la producción pecuaria y agrícola en el estado de Jalisco. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Balderas Torres, A. (2013) Diseño de mecanismos de mercado para la mitigación del cambio climático. IV Simposio Internacional del Carbono en México, Universidad Autónoma Chapingo, Programa Mexicano del Carbono, ITESM, COLPOS. 21 al 24 de Mayo 2013, Texcoco, México.

Balderas-Torres, A., Skutsch, M., Lovett, J.C. (2013). Retos para la valoración de los servicios forestales de mitigación del cambio climático. En Salcedo-Pérez, E. et al. (Ed.) 'Recursos Forestales en el Occidente de México: Manejo, Producción y Aprovechamiento Tomo II', AMAYA Ediciones, Universidad de Guadalajara, México.

Balderas-Torres A. y Skutsch M. 2012. Splitting the Difference: A Proposal for Benefit Sharing in Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+). Forests. 3(1):137-154. (Open Access: <http://www.mdpi.com/1999-4907/3/1/137/>).

Carrillo Takahashi, S. M. (2014). Estimación de Gases de Efecto Invernadero por las Categorías Energía, Procesos Industriales y Uso de Proctos según el IPCC y en Jalisco en el año 2005. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

CDM – Executive Board . (22 de febrero de 2012). CLEAN DEVELOPMENT

(CDM-SSC-PDD) MECHANISM PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM. Trojes Hydroelectric Project. UNFCCC.

CDM – Executive Board. (2012). PROJECT DESIGN DOCUMENT (PDD). Chilatán Hydroelectric Project. México: UNFCCC/CCNUCC.

CDM - Executive Board. (2012). PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM-PDD). BRT Macrobus Guadalajara, Mexico. UNFCCC.

CDM – Executive Board. (2013). PROJECT DESIGN DOCUMENT (PDD). Shandong Province Jinjiang Biodiesel Production Project. UNFCCC/CCNUCC.

CFE. (2013). Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica administrados al 31 de diciembre de 2013.

Coase, R.H. (1960). The problem of social cost. Journal of Law and Economics, 3, pp. 1-44.

DOF, 2013. DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley del Impuesto al Valor Agregado; de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios; de la Ley Federal de Derechos, se expide la Ley del Impuesto sobre la Renta, y se abrogan la Ley del Impuesto Empresarial a Tasa Única, y la Ley del Impuesto a los Depósitos en Efectivo (Continúa en la Tercera Sección). Diario Oficial de la Federación. 11 de Diciembre de 2013. México, D.F.

CONAFOR. (2008). Transferencia de Tecnología y Divulgación sobre Técnicas para el Desarrollo Humano y Forestal Sustentable. Estufa Ahorradora de Leña. Zapopan.

CONAFOR (2010). Visión de México sobre REDD+. Comisión Nacional Forestal, México.

CONAGUA. (2011). Estadísticas del agua en México, edición 2011. México DF: Subdirección General de Programación.

CONUEE. (2010). Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público Municipal. Secretaría de Energía.

Cortés, C. (2013). Desarrollo de Estrategias de Mitigación sugeridas para el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático PEACC. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

De Jong, B. et al., (2010). Greenhouse gas emissions between 1993 and 2002 from land-use change and forestry in México. Forest Ecology and Management, 260, pp. 1689-1701.

Engel, S., Pagiola, S., Wunder, S. 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. Ecological Economics 65: 663-674.

Fenhann, J. 2013. CDM and PoA Pipeline overview. UNEP-Risoe. Disponible en línea en:<http://www.cdmpipeline.org/>, último acceso el 7 de Febrero de 2014.

German Aerospace Center. (2005). Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region. Stuttgart: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2013). Monitoreo de Indicadores del Desarrollo de Jalisco. Recuperado el 2013, de Secretaría de Planeación Administración y Finanzas: <http://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/indicador/consultarDatos/182>

Gómez Reyes, V. G. (2014). Inventario de las Emisiones y las Absorciones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector USCUSyS (Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura) del Estado de Jalisco (1993-2008). Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Heath, J., Binswanger, H.P., 1996. Natural resource degradation effects of poverty

are largely policy-induced: the case of Colombia. *Environment and Development Economics* 1, 65–84.

Hanley, N., Shogren, J.F. y White, B. (1997). *Environmental economics in theory and practice*. MacMillan, England.

Hiriart Le Bert, G. (2011). *Evaluación de la Energía Geotérmica en México*. México DF: Comisión Reguladora de Energía.

INE. (27 de agosto de 2007). *Generación y composición de los residuos sólidos municipales*. Recuperado el 2013, de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/128/cap3.html>

INE, SEMARNAT. (28 de 10 de 2010). *Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional*. México DF, México.

INEGI. (2005). *Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://sc.inegi.org.mx/sistemas/cobdem/>

INEGI. (2012). *Anuario Estadístico de Jalisco 2012*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Gobierno del Estado de Jalisco.

INEGI. (2013). *Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos*. Recuperado el 2014, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://sc.inegi.org.mx/sistemas/cobdem/index.jsp>

INEGI (2010). *Conjunto nacional de uso de suelo y vegetación a escala 1:250,000 Serie IV*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

Ley General de Cambio Climático. (2012). México DF: Diario Oficial de la Federación.

IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds). Published: IGES, Japan.

Mata Sandoval, J. C. (14 de octubre de 2009). *El Programa Especial de Cambio Climático. México ante el Cambio Climático y el Programa GEI México*. México.

ORNL. (2013). *2012 Vehicle Technologies Market Report*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory.

OCDE. (2010). *Integración de la Adaptación en la Cooperación para el Desarrollo; Guía sobre políticas*. París: OCDE.

PECC (2008). *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Peters-Stanley, M., & Hamilton, K. (2012). *Developing Dimension: State of Voluntary Carbon Markets 2012*. Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance.

Peters-Stanley, M., & Yin, D. (2013). *Maneuvering the Mosaic State of the Voluntary Carbon Markets 2013*. Forest Trends' Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance.

PROFECO. (octubre de 2010). *Estudio de calidad: aceites vegetales comestibles*. Revista del Consumidor, págs. 36-47.

Ramos Cortés, C., Carmona Morales, R., Cano Leal, P., & Semadeni Mora, I. (1996). *Estaciones de Transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas*. México, DF: Instituto Nacional de Ecología.

Rodríguez Villavicencio, A. M. (2013). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de desechos en el estado de jalisco*. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Salas Reyes, R. (2013). *Inventario de gases de efecto invernadero del sector industrial del estado de jalisco*. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

SCT. (2013). *Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012*. México, D.F.: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SEDEMA. (2010). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y carbón negro de la ZMVM 2008*. México D.F.: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

SEMARNAT. (2013). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*. México DF.

SEMARNAT, 2013. *Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2014*. Diario Oficial de la Federación. Martes 31 de Diciembre de 2013. México, D.F.

SEMARNAT, CCE, CESPEDS, WRI, WBCSD. (s.f.). *Factor de Emisión Eléctrico 2012*. Recuperado el 2013, de Programa GEI México: <http://www.geimexico.org/factor.html>

SENER. (2011). *Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos*. México.

UN (2010). *Report of the Secretary-General's high-level advisory group on climate change financing*. United Nations, New York.

López, M., 2011. *Opportunities for Voluntary Agreement on Climate Change Mitigation in the Industrial Sector of Jalisco-Mexico*. M.Sc. Thesis. Mater in Environmental

and Energy Management, November 2011. Centre for Studies in Technology and Sustainable Development. University of Twente, Enschede, The Netherlands.

U.S. Department of Energy. (17 de enero de 2006). Geothermal Power Plants — Meeting Clean Air Standards. Recuperado el 2013, de Office of Energy Efficiency & Renewable Energy: [http://www1.eere.energy.gov/geothermal/geopower\\_cleanair.html](http://www1.eere.energy.gov/geothermal/geopower_cleanair.html)

U.S. Department of Energy. (2012). Hybrid and Plug-In Electric Vehicle Emissions Data Sources and Assumptions. Obtenido de Alternative Fuels Data Center: [http://www.afdc.energy.gov/vehicles/electric\\_emissions\\_sources.html](http://www.afdc.energy.gov/vehicles/electric_emissions_sources.html)

UNEP. (2011). Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.

UNFCCC, 2013. Programmes of Activities Registered. UNFCCC. Disponible en línea en: <http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/registered.html>, último acceso el 7 de Febrero de 2014.

Uriarte Camacho, J. A. (2013). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energía para el Estado de Jalisco 2000-2010. Zapopan: Universidad Autónoma de Guadalajara.

US EPA. (2010). LFG Energy Project Development Handbook. Recuperado el 2013, de Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/lmop/publications-tools/handbook.html>

Watergy México, A.C. (2011). Estudio de Sistemas de Bombeo Agropecuarios en México. (C. / GIZ, Ed.) México, D.F.: CONUEE.

Wohar, M. (1988). Alternative versions of the Coase theorem and the definition of transaction costs. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 27 (1), pp. 3-19.

Zerbe, R.O. (1980). The problem of social cost in retrospect. *Research in Law and Economics*, 2, pp. 83-102.

## GLOSARIO

**CIAT:** Centro Internacional de Agricultura Tropical

**CICC:** Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

**CNA:** Comisión Nacional del Agua

**COEPO:** Comisión Estatal de Población

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

**CONAGUA:** Comisión Nacional del Agua

**CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal

**CONAPO:** Comisión Nacional de Población

**CRE:** Certificados de Reducción de Emisiones

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno

**DOF:** Diario Oficial de la Federación

**ETCCDMI:** Climate Change Detection Monitoring and Indices

**FIPRODEFO:** Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco

**FIRCO:** Fideicomiso de Riesgo Compartido

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**IEGEI:** Inventario Estatal de Gases a Efecto Invernadero

**ENAREDD+:** Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal

**EM:** Ecosistemas del Milenio



**IITEJ:** Instituto de Información Territorial

**INE:** Instituto Nacional de Ecología

**INEGI:** Instituto nacional de Estadística y Geografía

**LED:** Light-Emitting Diode

**LGCC:** Ley General de Cambio Climático

**LIEPS:** Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios

**MCG:** Modelos de Circulación General /Modelos Climáticos Globales

**MCR:** Modelos Climáticos Regionales (MCR)

**MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio

**MEA:** Millennium Ecosystem Assessment

**NCDC:** National Climate Data Centre

**NAMA:** Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

**ODU:** Factor de Oxidación en Uso, del inglés Oxidised During Use,

**PECC:** Plan Especial de Cambio Climático

**PK:** Protocolo de Kioto

**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**PoA:** Programas de Actividades

**PRECIS:** Providing REgional Climates for Impact Studies

**PROVAR:** Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con Esquemas de Riesgo Compartido

**PSA:** Pago por Servicios Ambientales

**PTAR:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

**RCP:** Rutas de Concentración Representativa

**REDD+:** Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal

**RME:** Residuos de Manejo Especial

**SEMARNAT:** Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SIG:** Sistema de Información Geográfica

**SEDS:** Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos

**SMN:** Servicio Meteorológico Nacional

**UNFCCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

**USCUSyS:** Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y silvicultura

**ZMG:** Zona Metropolitana de Guadalajara

## LISTA E IDENTIFICACIÓN DE FIGURAS

Núm. de figura	Nombre	Página	Núm. de figura	Nombre	Página
1	Emisiones de GEI por sector en Jalisco en el año 2010.	20	33	Ubicación de Ugas con uso predominante de ecosistemas naturales	107
2	Principales emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e) por subsector del Inventario	21	34	Tipos de vegetación de Jalisco	109
3	Enfoques para el desarrollo de estimaciones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC. Fuente: Tesis	23	35	Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático en Unidades de Gestión Ambiental con Ecosistemas Naturales	110
4	Numero de vehículos nuevos registrados en Jalisco 2000-2008.	30	36	Ubicación de Ugas con uso predominante agrícola	114
5	Total acumulado de vehículos registrados en Jalisco 2000-2008.	30	37	Temperatura máxima media en el temporal de 2004, año fresco vs 2009 año caluroso	115
6	Consumo de energía en transporte 2005-2010.	31	38	Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático en Unidades de Gestión Ambiental con uso agrícola predominante.	117
7	Consumo de combustibles en transporte terrestre por municipio 2009	31	39	Ubicación de Ugas con uso predominante ganadero	117
8	Consumo de energía en sector residencial, comercial/institucional y agrícola, 2005-2010.	33	40 a,b,c	Ubicación de Ugas con uso predominante ganadero	121
9	Estimaciones de Gases Efecto Invernadero históricos para el sector Agricultura en Jalisco	39	41	Valores de Índice de Temperatura Humedad de 2001 a 2010. Todos los años, Encarnación de Díaz presenta niveles de riesgo para el ganado vacuno.	121
10	Fermentación entérica histórica Jalisco 1990 – 2010.	41	42	Prioridad y Urgencia para implementar programas de adaptación al Cambio Climático	122
11	Emisiones de CO <sub>2</sub> por aplicación de Urea.	43	43	Ubicación de Ugas con uso predominante de Asentamientos Humanos.	123
12	Cobertura del suelo de Jalisco en 2007 representado en 21 clases.	45	44	Ubicación de Ugas con uso predominante de Asentamientos Humanos.	123
13	Cobertura del suelo de Jalisco en 2007 representado en las clases propuestas por el IPCC.	45	45	Distribución de desastres hidrometeorológicos y asociados en Jalisco.	124
14	Cambios de las tierras entre 2002 y 2007 para las clases propuestas por el IPCC.	46	46	Municipios afectados por número de desastres hidrometeorológicos en los últimos 20 años en Jalisco.	124
15	Promedio de materia orgánica correspondiente a las distintas clases de cobertura del suelo.	47	47	Marginalidad de los asentamientos humanos de Jalisco.	125
16	Emisiones de dióxido de carbono por remoción de madera de los bosques 2003-2008	50	48	Marginalidad de los asentamientos humanos de Jalisco.	126
17	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) remoción de madera combustible 2003-2008	50	49	Capacidad adaptativa al cambio climático por educación en Jalisco.	126
18	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) por perturbaciones 2003-2008 en Gg de CO <sub>2</sub>	50	50	Vulnerabilidad ante el cambio climático por densidad poblacional.	128
19	Emisiones/Remociones netas de CO <sub>2</sub> entre Serie III y Serie IV.	51	51	Vulnerabilidad al cambio climático por población de niños.	128
20	Generación de Residuos per Cápita (kg/día) en Jalisco 2000 – 2010.	53	52	Vulnerabilidad al cambio climático por población de adultos mayores.	128
21	Temperaturas promedio de las Normales Climatológicas del periodo 1971-2000.	58	53	Vulnerabilidad por seguridad en servicios de salud.	128
22	Precipitación promedio de las Normales climatológicas del periodo 1971-2000.	58	54	Tendencia de cambio de temperatura en Jalisco para la mitad del siglo XXI	131
23	Humedad relativa promedio de las Normales climatológicas del periodo 1971-2000.	58	55	Municipios donde se presenta una tendencia de incremento en la intensidad de la lluvia.	132
24	Comportamiento de la temperatura promedio de enero a diciembre al 2080 para el escenario A1B	69	56	Tendencia de cambio de precipitación en Jalisco para la mitad del siglo XXI.	132-133
25	Comportamiento de la temperatura promedio de enero a diciembre al 2030 para el escenario A2.	70	57	Núcleo de la red semántica para Cambio Climático de los Jaliscienses.	141
26	Regiones de comparación de reanálisis de resultados de NOAA y PRECIS.	77	58	Núcleo de la red semántica para Adaptación al Cambio Climático de los Jaliscienses.	142
26.1	Imagen de NOAA JUL1986	77	59	Temas y Objetivos para una Estrategia de Comunicación para la Adaptación al Cambio Climático en Jalisco.	143
26.2	Imagen de PRECIS JUL1986	77	60	Comportamiento de emisiones de GEI y PIB nacionales. Elaborada a partir de (INEGI, 2013; SEMARNAT, 2013)	149
26.3	Serie de tiempo	79	61	Emisiones nacionales en función del PIB nacional. Elaborada a partir de (INEGI, 2013; SEMARNAT, 2013)	149
27	Indicadores de cambio climático global observados	80	62	Emisiones nacionales en función de la población total.	150
28	Las proyecciones del nivel global del mar se levantan sobre el siglo XXI en relación con 1986-2005 de la combinación del conjunto CMIP5	82	63	Proyección de Emisiones y Escenario de Mitigación a Nivel Nacional	150
29	Escenarios de zonas inundadas en las costas de Jalisco	84	6A	Proyección de Emisiones y Escenario de Mitigación para Jalisco.	151
30	Situación actual del nivel del mar en las costas de Jalisco.	86	65	Curva de abatimiento para el estado de Jalisco con base en las medidas propuestas.	160
31	Regiones inundadas por elevación de 1 m nivel del mar en las costas de Jalisco.	86	66	Evolución del registro de proyectos MDL en (a) México y (b) Jalisco por tipo de proyecto para el periodo 2005-2013.	169
32	Regiones inundadas por elevación de 2 m nivel del mar en las costas de Jalisco.	87	67	Marco de Referencia para el mapeo de Acciones Climáticas: Portafolio de Acciones Climáticas	188

## LISTA E IDENTIFICACIÓN DE TABLAS

Núm. de tabla	Nombre	Página	Núm. de tabla	Nombre	Página
1	Total de Vehículos Registrados por tipo de combustible, 2008.	26	20	Generación y disposiciones de residuos sólidos urbanos en Jalisco 2000-2011.	52
2	Emisiones de CO <sub>2</sub> e generadas por las industrias manufactureras y de la construcción en el estado de Jalisco.	28	21	Resultados de las estaciones de una selección de municipios.	59
3	Emisiones de GEI por tipo de industria (Gg) del gas correspondiente, año 2005.	29	22	Indicadores de cambio climático obtenidos mediante RCLimdex.	60-61
4	Emisiones de Gases a Efecto Invernadero en Transporte 2005-2010.	32	23	Resultados de las estaciones de una selección de municipios.	62-63
5	Emisiones de Gases a Efecto Invernadero en Transporte por tipo de gas, 2010.	32	25	Medidas de mitigación medibles propuestas para el Estado de Jalisco.	158-159
6	Consumo de energía por tipo de combustible en sector residencial, comercial/ institucional y agrícola, 2010.	33	26	Principales características de los diferentes mecanismos de mercado como opciones de política pública ambiental (modificado de Balderas Torres, 2013).	163
7	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en sector residencial, comercial / institucional, agricultura / silvicultura / pesca, 2005-2010.	33	27	Impuesto a las emisiones de GEI de los principales combustibles fósiles aprobada en la Reforma Fiscal 2014 (Basado en DOF, 2013).	167
8	Emisiones de GEI en sector residencial, comercial, agrícola 2010.	34	28	Distribución de la recaudación anual esperada por el impuesto a las emisiones de GEI de los combustibles fósiles en el Estado de Jalisco con base en la información del inventario y la Reforma Fiscal 2014.	167
9	Emisiones de CO <sub>2</sub> e del sector industrial en Jalisco.	34	29	Proyectos MDL en desarrollo en México y en Jalisco por tipo de proyecto. Elaboración propia con información de Fenhann (2013).	170
10	Emisiones de CO <sub>2</sub> e en Jalisco para algunos sectores industriales Tabla basada en datos de Datagen (COAs) (2005)	37	30	Contribución de proyectos MDL y PoA a la reducción de emisiones en México y en Jalisco durante el primer periodo de acreditación de las actividades.	172
11	Emisiones de CO <sub>2</sub> MD en Jalisco para algunos sectores industriales	38	30A	Requerimientos para la implementación de un programa de PSA estatal en la totalidad de los bosques primarios con base en INEGI, 2010 (Serie IV).	174
12	Total de emisiones de CO <sub>2</sub> en Jalisco por actividades industriales.	38	31	Potencial para un mercado de captura de carbono forestal considerando valores de contenido de carbono en vegetación primaria y secundaria publicados en de Jong et al. (2010).	174
13	Comparación de emisiones del Estado de Jalisco vs Veracruz.	40	32	Ahorro estimado y niveles de inversión requerida para la implementación de las medidas de mitigación en el Estado de Jalisco con base en la curva de costos.	177
14	Emisiones históricas desglosadas sector Agricultura en CO <sub>2</sub> equivalentes.	41	33	Medidas de mitigación del cambio climático que ya están siendo implementadas en Jalisco por diferentes organizaciones.	179
14A	Emisiones históricas desglosadas sector Agricultura en CO <sub>2</sub>	42	34	Razones por las que las organizaciones en Jalisco han implementado medidas de mitigación (pregunta abierta).	180
15	Emisiones de CH <sub>4</sub> por gestión de estiércol para Jalisco 2010.	42	35	Razones por las que las organizaciones en Jalisco no han implementado medidas de mitigación (pregunta abierta).	180
16	Matriz de cambios y permanencias entre 1993 a 2002 para categorías a las propuestas por el IPCC.	46	36	Importancia relativa de los factores que facilitarían la implementación de medidas de mitigación entre organizaciones de Jalisco.	181
17	Matriz de cambios y permanencias entre 2002 a 2008 para categorías a las propuestas por el IPCC.	47	37	Importancia relativa de los incentivos económicos más importantes para la implementación de medidas de mitigación entre organizaciones de Jalisco.	182
18	Tierras que permanecieron como tales entre las serie III (2002) a la serie IV (2008).	48	38	Características que debería tener un programa voluntario de mitigación del cambio climático de acuerdo a la opinión de organizaciones de Jalisco.	182
19	Remociones de dióxido de carbono en Tierras Forestales 2002-2008 en Gg de CO <sub>2</sub> .	49			

## LISTA E IDENTIFICACIÓN DE CUADROS

Núm. de cuadro	Nombre	Página	Núm. de cuadro	Nombre	Página
1	Resultados 1er región	79	11	Criterios de evaluación para calificar las mejores medidas de adaptación para Jalisco.	134
2	Resultados 2da región	79	12	Medidas de adaptación al cambio climático para el sector de agricultura y ganadería de Jalisco.	135
3	Resultados 3er región	79	13	Medidas de adaptación al cambio climático para asentamientos humanos de Jalisco.	136
4	Unidades de estudio	104-105	14	Medidas de adaptación al cambio climático para bosques y áreas naturales protegidas de Jalisco	137
5	Criterios básicos para indicadores que definan ecosistemas naturales de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático	110	15	Medidas de adaptación al cambio climático para el sector turismo de Jalisco	138
6	Distribución de municipios principales según su susceptibilidad a sufrir daño ante el cambio climático por condición de sus ecosistemas naturales.	113	16	Problemas limitantes a la sustentabilidad de Jalisco, priorizados desde la sociedad	141
7	Criterios básicos para indicadores que definan ecosistemas agrícolas de alta prioridad y urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático.	115	17	Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector agricultura y ganadería.	189
8	Criterios para definir categorías de indicadores para identificar áreas ganaderas susceptibles a sufrir daño ante el cambio climático.	118	18	Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector asentamientos humanos.	190
9	Distribución de los municipios con uso predominante ganadero en relación a la susceptibilidad	122	19	Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector bosques y áreas naturales.	191
10	Medidas de adaptación de acción personal y gubernamental consideradas como prioritarias por los actores sociales de Jalisco.	133	20	Amenaza, medida de adaptación e interacción con mitigación en el sector turismo	192