



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



**BAJACALIFORNIA**  
GOBIERNO DEL ESTADO

# Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California

## Cuantificación Ambiental y Socioeconómica de las Políticas de Mitigación de GEI

CONTA 13-005  
PID 4160



Agosto 2015



## Índice

Socios del Programa .....	7
Miembros del Panel de Expertos de Baja California .....	7
Participación Pública en el Programa .....	8
Abreviaturas y Acrónimos .....	11
Capítulo 1. Antecedentes y visión general.....	15
1.1 Introducción .....	17
1.2 La región fronteriza México-Estados Unidos .....	19
Capítulo 2. Inventario y proyecciones de emisiones de GEI de Baja California.....	21
Capítulo 3. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California: Cuantificación Ambiental y Socioeconómica de Políticas de Mitigación de GEI .....	27
3.1 Fundamento y objetivo.....	29
3.2 Dinámica de las instituciones participantes .....	30
3.3 Descripción de la metodología.....	32
3.3.1 Conformación de base de datos .....	33
3.3.2 Evaluación de políticas.....	35
3.3.3 Panel de Expertos .....	38
3.3.4 Entrenamiento proporcionado al panel de expertos .....	39
3.3.5 Participación del Grupo Asesor y los Grupos Técnicos de Trabajo.....	39
3.3.6 Opciones de política para análisis microeconómico (descripción general).....	41
Capítulo 4. Sector Generación de Energía.....	43
4.1 Generalidades y antecedentes del sector .....	45
4.2 Retos y Oportunidades del sector.....	49
4.3 Políticas del sector.....	51
4.4 Metodología Utilizada (desafío de los cálculos).....	52
4.5 Resultados .....	53
4.6 Implicaciones en materia de política pública .....	54
Capítulo 5. Sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional .....	57
5.1 Generalidades y antecedentes del sector .....	59
5.2 Retos y Oportunidades del sector.....	60
5.3 Políticas del sector.....	61
5.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos).....	62

5.5 Resultados .....	63
5.6 Implicaciones en materia de política pública .....	65
Capítulo 6. Sector Transporte y Uso de Suelo .....	67
6.1 Generalidades y antecedentes del sector .....	69
6.2 Retos y oportunidades del sector.....	70
6.3 Políticas del sector.....	72
6.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos).....	73
6.5 Resultados .....	74
6.6 Implicaciones en materia de política pública .....	76
Capítulo 7. Sector agricultura, silvicultura y otros uso de suelo .....	79
7.2 Retos y oportunidades del sector.....	82
7.3 Políticas del sector.....	84
7.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos).....	85
7.5 Resultados .....	87
7.6 Implicaciones en materia de política pública. ....	89
Capítulo 8. Sector Manejo de Residuos .....	91
8.1 Generalidades y antecedentes del sector .....	93
8.2 Retos y oportunidades del sector.....	96
8.3 Políticas del sector.....	97
8.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos).....	98
8.5 Resultados .....	100
8.6 Implicaciones en materia de política pública .....	101
Capítulo 9. Resumen de resultados .....	103
9.1. Resultados del análisis microeconómico.....	105
9.2. Resultados macroeconómicos: creación de empleos y PIB economía verde.....	111
9.2.1. La Economía de Baja California .....	111
9.2.2. Modelo de Análisis Macroeconómico .....	113
9.2.3. Impacto Macroeconómico de las medidas de mitigación.....	114
9.2.4. Impacto Ambiental de las medidas de mitigación.....	118
Capítulo 10. Discusión de resultados.....	123
10.1 Acercamientos de política .....	125
10.2 Particularidades por sector, por política. ....	127

10.3 Implementación efectiva: opciones de financiamiento .....	131
Capítulo 11. Conclusiones generales .....	135
Bibliografía .....	139
Anexo 1. Descripción de las instituciones participantes.....	145
Anexo 2. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Generación de Energía .....	146
Anexo 3. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional.....	146
Anexo 4. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Transporte.....	146
Anexo 5. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Agricultura, Silvicultura y otros Usos de Suelo .....	146
Anexo 6. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Manejo de Residuos .....	146

### **Lista de Figuras**

Figura 1. Proceso del PEACC-BC Segunda Etapa .....	29
Figura 2. Diagrama de colaboración en la segunda etapa del PEACC-BC.....	31
Figura 3. Diagrama del esquema general de la segunda etapa del PEACC-BC .....	32
Figura 4. Intensidad energética del Agua.....	95
Figura 5. Participación porcentual del Producto Interno Bruto en los diferentes sectores .....	111
Figura 6. Participación de la Industria Maquiladora.....	112

### **Lista de Gráficas**

Gráfica 1. Emisiones brutas de GEI en Baja California por sector: 1990-2025 .....	25
Gráfica 2. Contribuciones por sector al aumento en las emisiones brutas en Baja California, 1990-2025: Proyecciones de casos de referencia (Con base en MTmCO <sub>2</sub> e).....	26
Gráfica 3. Generación de electricidad en Baja California por planta, 2003-2007 .....	45
Gráfica 4. Participación porcentual de combustibles para generar electricidad .....	46
Gráfica 5. Consumo de electricidad por sectores.....	47
Gráfica 6. Emisiones de GEI por tipo de combustible.....	48
Gráfica 7. Participación porcentual de los combustibles en la generación de electricidad de Baja California, 2000-2025. ....	49
Gráfica 8. Demanda de gas natural en Baja California, sector eléctrico, 2002-2027 (millones de pies cúbicos diarios).....	50
Gráfica 9. Participación de los diferentes energéticos en el consumo final del sector RCII.....	59
Gráfica 10. Escenario base de emisiones de CO <sub>2</sub> e del sector RCII en Baja California (2014-2030).....	60
Gráfica 11. Contribución porcentual de cada fuente, al total de las emisiones en la ZMT.....	69
Gráfica 12. Participación porcentual de Baja California en el Valor de la Producción Agropecuaria Nacional, 1980-2012 (Porcentaje) .....	81
Gráfica 13. Consumo de agua en Baja California, 2009.....	83
Gráfica 14. Generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos en Baja California, 2012 .....	93

Gráfica 15. Curva de costos de abatimiento para el 2020.....	107
Gráfica 16. Curva de abatimiento para Baja California para el año 2030 .....	109
Gráfica 17. Impacto de las políticas en el PIB estatal y el empleo .....	117
Gráfica 18. Abatimiento de MtmCO <sub>2</sub> e y VPN del PIB de Baja California, valores acumulados al 2030.....	119
Gráfica 19. Costo de efectividad y abatimiento de las políticas del PEACC-BC .....	126
Gráfica 20. Políticas principales del PEACC-BC .....	127
Gráfica 21. Escenario de mitigación del PEACC en el marco de la LGCC. ....	134

## Lista de Tablas

Tabla 1. Variables e indicadores del PEACC-BC.....	34
Tabla 2. Propuestas de política analizadas.....	36
Tabla 3. Resultados del análisis microeconómico del sector Energía.....	53
Tabla 4. Resultados del análisis microeconómico del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional.....	64
Tabla 5. Resultado del análisis microeconómico del sector Transporte .....	75
Tabla 6. Cultivos más importantes en el Estado por zona .....	82
Tabla 7. Resultados del análisis microeconómico del sector Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo .....	88
Tabla 8. Resultados del análisis microeconómico del sector Manejo de Residuos .....	100
Tabla 9. Comparación entre pronóstico y abatimiento para el 2020.....	106
Tabla 10. Comparación pronósticos y abatimiento para el 2030 .....	108
Tabla 11. Impacto de las políticas sobre el PIB del Estado (millones de pesos, 2012) .....	115
Tabla 12. Impacto de las políticas sobre el empleo del Estado (número de trabajos) .....	116
Tabla 13. Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas y rentabilidad de la política al 2030.....	120
Tabla 14. Fuentes de Financiamiento para las Políticas .....	132

## **Socios del Programa**

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) / Programa MLED

Centro de Estrategias del Clima (CCS)

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)

Iniciativa Climática Regional de América Latina (LARCI)

Regional Economic Models Inc. (REMI)

Universidad del Sur de California (USC)

## **Miembros del Panel de Expertos de Baja California**

### **El Colegio de la Frontera Norte**

**Dr. Carlos A. de la Parra Rentería**

Coordinador Local

**Dr. Alejandro Brugués Rodríguez**

Panel de Expertos. Análisis Macroeconómico

**Dr. Rigoberto García Ochoa**

Panel de Expertos. Generación de Energía/ Residencial, Comercial, Industrial e Institucional

**Mtra. Claudia Marcela Achoy López**

Panel de Expertos. Transporte y Uso de Suelos

**Mtra. Carolina del Rosario Sánchez Gastélum**

Panel de Expertos. Agricultura, Silvicultura y Otro Uso de Suelo / Gestión de Residuos.

**Mtro. Federico Antonio Martínez Aguilar**

Panel de Expertos. Generación de Energía/ Residencial, Comercial, Industrial e Institucional/  
Agricultura, Silvicultura y Otro Uso de Suelos/ Gestión de Residuos.

**Mtra. Mayra Patricia Melgar López**

Compilación de base de datos

## **Centro de Estrategias del Clima (CCS)**

**Juan Andrés Maldonado**

Transporte y Uso de Suelo

**Steve Roe**

Agricultura, Silvicultura y Otro Uso de Suelo / Gestión de Residuos.

**Hal Nelson**

Generación de Energía/ Residencial, Comercial, Industrial e Institucional

**Tom Peterson**

Generación de Energía

## **Universidad del Sur de California**

**Dr. Adam Rose**

Análisis macroeconómico

**Dra. Dan Wei**

Análisis macroeconómico

## **Participación Pública en el Programa**

### **Grupo Asesor**

*Generación de Energías*

Lic. Francisco Javier Orduño

Lic. David Muñoz Andrade

*Residencial, Comercial, Industrial e Institucional*

Oc. Francisco Javier López Lima

C.P. Juan Manuel Hernández

*Transporte y Uso de Suelo*

Ing. Manuel Guevara Morales

Arq. Daniel Rubio Díaz de la Vega

*Agricultura, Silvicultura y Otro Uso de Suelo*

M.C. Carlos Orozco Riezgo

Dr. Joaquín Contreras Gil



*Gestión de Residuos*

Q.I. Patricia Tovar Ávila  
Ing. Manuel Becerra Lizardi  
Ing. Patricia Ramírez

**Grupos Técnicos de Trabajo**

*Generación de Energías*

Ing. Marcos Valenzuela  
Ing. Alberto González  
Ing. Uri Glen López  
Ing. Cecilia Guillón

*Residencial, Comercial, Industrial e Institucional*

Ing. Jorge Torres Coto  
Arq. Alejandro Vega

*Transporte y Uso de Suelo*

Oc. Delia Castellanos  
Lic. Cesar Villegas Campoy  
Arq. Jorge Gutiérrez Topete  
Dr. Tito Alegría

*Agricultura, Silvicultura y Otro Uso de Suelo*

Dra. Gisela Montero Alpírez  
M.C. Jorge Iván Padilla

*Gestión de Residuos*

Dra. Sara Ojeda Benítez



## Abreviaturas y Acrónimos

AFOLU	Agricultura, Silvicultura, y Otro Uso de Suelos
AVR	Aceite Vegetal Residual
BAU	Business As Usual
CalCAP	Programa de acceso al capital de California
CCC	Consejo de Cambio Climático
CCS	Centro de Estrategias del Clima
CDS	Consejo de Desarrollo Sustentable
CEA- BC	Comisión Estatal del Agua de Baja California
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CH <sub>4</sub>	Metano
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CICESE	Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO	Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población y Vivienda
CONAVI	Comisión Nacional para la Vivienda
DOF	Diario Oficial de la Federación
EGC	Equilibrio General Computable
EL COLEF	El Colegio de la Frontera Norte
ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ES	Suministro de electricidad
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
GA	Grupo Asesor
GEI	Gases de Efecto de Invernadero
GTT	Grupos Técnicos de Trabajo
I	Industria
I-P	Insumo-Producto
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
LARCI	Iniciativa Climática Regional de América Latina
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LPMACC	Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MM	Modelos Macroeconómicos
MW	<i>Megawatt</i>
MWh	<i>Megawatt-hora</i>
NAMA	Acción Nacional Apropriada de Mitigación
NOM	Norma Oficial Mexicana
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
PASA	Promotora Ambiental SAB
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PE	Panel de Expertos
PEACC-BC	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California
PEB	Producto Estatal Bruto
PECC	Programa Especial de Cambio Climático

PIB	Producto Interno Bruto
PI+	Policy Insight Plus
PM	Programación Matemática
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RCII	Residencial, Comercial, Industrial e Institucional
REMI	Regional Economic Models Inc.
RPI	Reúso Potable Indirecto
SAGARPA Alimentación	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y
SEFOA	Secretaría de Fomento Agropecuario
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SF6	Hexafluoruro de azufre
SPA	Secretaría de Protección al Ambiente
tCO <sub>2</sub> e	Toneladas de dióxido de Carbono equivalentes
TRAC	Centro Estatal del Transporte de Washington
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USEPA	Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos
USC	Universidad del Sur de California
VPN	Valor Presente Neto
WIOD	Base de datos mundial de insumo-producto
WM	Manejo de Residuos
WWF	Fondo Mundial para Naturaleza
ZMT	Zona Metropolitana de Tijuana



# Capítulo 1. Antecedentes y visión general



El Colegio  
de la Progesta  
Norte





## 1.1 Introducción

En la temática ambiental contemporánea, el calentamiento global y el cambio climático se han convertido en el tema unificador de políticas en prácticamente todo el mundo. Al margen del debate científico sobre causas, orígenes o alcances del calentamiento global, existen apoyos internacionales y consenso para emprender esfuerzos que contribuyan a reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala nacional, regional y local. El debate Norte-Sur (W. Neil Adger et al, 2006) que influyó fuertemente en el resultado de la Cumbre de Río (1992) ha cedido conforme los organismos internacionales y las instituciones avanzan en la implementación de programas y en el desarrollo de mecanismos que facilitan a las economías emergentes participar con políticas nacionales.

La política mexicana en materia de cambio climático se basa en los preceptos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kioto. Considerando su condición de país No Anexo I, México ha desarrollado instrumentos de política y herramientas legales por encima de sus compromisos dentro de la Convención y el Protocolo (SEMARNAT, 2012).

En noviembre de 1997, tres años después de que la CMNUCC entrara en vigor, México presentó la primera comunicación nacional planteando una visión general de las circunstancias nacionales respecto al cambio climático, y dando a conocer los estudios realizados y las medidas – directas e indirectas– que se estaban tomando sobre el tema (SEMARNAP, 1997). La Segunda Comunicación Nacional se publicó en 2001 en un contexto importante ya que el Protocolo de Kioto había sido ratificado por unanimidad. En el 2006 se publicó la Tercera Comunicación Nacional, tres años después se publicó la Cuarta Comunicación Nacional y en 2012, México presenta la Quinta Comunicación Nacional, siendo así el primer país en desarrollo en presentarla.

El contenido cada vez más especializado y puntual entre una Comunicación Nacional y otra se explica también dado el avance institucional que ha tenido el país. En el año 2005 se creó en México la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal relacionadas con la formulación e instrumentación de las políticas para la prevención y mitigación de emisiones de GEI, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos ante la CMNUCC (SEMARNAT, 2012).

En 2007 se dio a conocer públicamente la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), en la que se identifican oportunidades de mitigación y de adaptación (SEMARNAT, 2012: 30), con base en esta Estrategia, se desarrolló el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012<sup>1</sup>, el cual es un instrumento de política transversal del Gobierno Federal, elaborado de

---

<sup>1</sup>En abril de 2014, se presentó la actualización de este programa para el periodo 2014-2018 [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014)

manera voluntaria que busca la mitigación y adaptación al cambio climático, sin afectar el crecimiento económico.

El 6 de junio de 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y entró en vigor el 10 de Octubre de ese mismo año. Esta Ley define el marco institucional de las acciones de adaptación y mitigación en México. La LGCC establece, entre otros aspectos, la división de las responsabilidades entre los diferentes órdenes del gobierno (federal, estatal y municipal); la creación de la CICC, el Consejo de Cambio Climático y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Los instrumentos de planeación son: la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático y los programas de las entidades federativas y de los municipios (SEMARNAT, 2012:394). Así, los estados tienen un marco institucional para alinear objetivos en los diferentes sectores para contribuir con los objetivos de Cambio Climático a nivel Federal.

Asimismo, de la LGCC emana el Reglamento de la LGCC en Materia de Registro Nacional de Emisiones, publicado en el DOF en octubre de 2014. Este documento permite que la Administración Pública Federal pueda contar con información completa, detallada y a tiempo acerca de las emisiones de GEI (por tipo y fuente), lo que facilitará el establecimiento de instrumentos útiles y reales de política sectorial o industrial.

Por último, otro aspecto a destacar de la LGCC son las metas de reducción que se establecieron para el año 2020 y 2050. Para el 2020, la meta aspiracional es de reducir en 30 por ciento las emisiones con respecto a la línea base que es 2012, mientras que para el año 2050 se propuso reducir el 50 por ciento de las emisiones en relación con las emitidas en el año 2000. Para el cumplimiento de estas metas, se consideró la importancia de establecer un régimen internacional que proporcione mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en vías de desarrollo, donde se encuentre México.

Este documento contiene los resultados de un ejercicio de política pública con alto grado de concreción en la definición de acciones y sus consecuencias. En el marco de los esfuerzos nacional e internacional por mitigar emisiones de GEI, programas similares al presente tienen como objetivo final poner a disposición de tomadores de decisión información que les permita valorar el impacto económico de acciones que puedan emprender dentro de ese esfuerzo a nivel planetario por mitigar el cambio climático. El presente trabajo reporta los resultados del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California (PEACC-BC), en su etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), que retoma el trabajo realizado por tres instituciones académicas en Baja California, coordinadas por la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) para la Primera Etapa del PEACC, iniciada en 2008 como parte de una iniciativa nacional por auxiliar la participación de entidades federativas en la estrategia nacional ante el cambio climático.

A nivel estatal, cada entidad federativa estableció comisiones intersecretariales de Cambio Climático, o un órgano equivalente, para coordinar las políticas públicas en la materia, en congruencia con las del Gobierno Federal. El INECC, antes Instituto Nacional de Ecología (INE) es el organismo encargado de asesorar técnicamente a los estados en la elaboración de los

Programas Estatales ante el Cambio Climático (PEACCs), los cuales son instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas.<sup>2</sup>

Actualmente, todas las Entidades Federativas están avanzando en el desarrollo del conocimiento sobre el Cambio Climático, la mayoría de las entidades están elaborando sus respectivos Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático y otras, avanzan en la elaboración del Inventario Estatal de GEI.

## **1.2 La región fronteriza México-Estados Unidos**

Los región de la frontera México-Estados Unidos ha sido descrita por varios autores como una zona híbrida entre ambas economías y ambas culturas (Alfie, 2002). Los estados mexicanos que colindan con el país vecino han tenido una vinculación histórica con los estados de la frontera Sur de Estados Unidos (California, Arizona, Nuevo México y Texas) en su dinámica económica por más de un siglo. En términos de consumo energético, los seis estados fronterizos (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) exhiben patrones similares a estados de la Unión Americana, con altos consumos energéticos en el Sector Transporte derivado de tasas de vehículos particulares per cápita más elevados a estados del interior de la República.

El estado de Baja California también ha presentado diferentes esfuerzos para la reducción de GEI. De las estrategias más destacadas son la primera etapa del PEACC-BC 2008-2012; en 2012 se promulgó la Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático para el estado (LPMACC); y en este mismo año se instaló el Consejo para atender el cambio climático; en 2013 se retomó la segunda etapa del PEACC-BC.

La primera etapa del PEACC-BC fue un trabajo colectivo que combinó las capacidades técnicas, científicas y la experiencia social que se han desarrollado en Baja California. La SPA del estado de Baja California impulsó esta primera etapa con el apoyo de tres instituciones académicas en la entidad: el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y El Colegio de la Frontera Norte (El COLEF); las autoridades federales: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF). El propósito de este programa fue desarrollar escenarios regionales de cambio climático para el siglo XXI y evaluar los impactos y la vulnerabilidad de diferentes sectores socio-económicos del Estado, y establecer acciones de mitigación y adaptación.

La LPMACC fue de las primeras leyes a nivel estatal en el tema de cambio climático en promulgarse en México, situando a Baja California a la vanguardia para enfrentar este desafío climático. El principal objetivo de esta ley es la formulación e instrumentación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos adversos. Con la

---

<sup>2</sup><http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/peacc/>

LPMACC y el PEACC-BC el estado tiene dos instrumentos importantes y estratégicos para combatir el cambio climático.

Meses después de que se emitió la LPMACC el Gobierno del estado de Baja California instaló el Consejo de Cambio Climático (CCC). De este mismo modo, en 2014 se conformó el Consejo de Desarrollo Sustentable (CDS). El objetivo de ambos consejos es promover reformas y políticas públicas para enfrentar el cambio climático. El CCC está conformado por los Secretarios estatales; y el CDS está integrado por representantes de los tres niveles de gobierno y organizaciones de la sociedad civil.

La etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) del PEACC-BC, inició a principios de 2013 y estuvo coordinada por El COLEF, financiada a partes iguales por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y de USAID a través de su Programa de Desarrollo Bajo en Emisiones en México (MLED por sus siglas en inglés) y con fondos complementarios por la Iniciativa Climática Regional de América Latina (LARCI, por sus siglas en inglés), con la asesoría como consultor principal del equipo de expertos del Centro de Estrategias del Clima (CCS por sus siglas en inglés), los cuales cuentan con la experiencia de haber asistido en la elaboración de los Planes de Cambio Climático de más de 20 estados de Estados Unidos y en China.

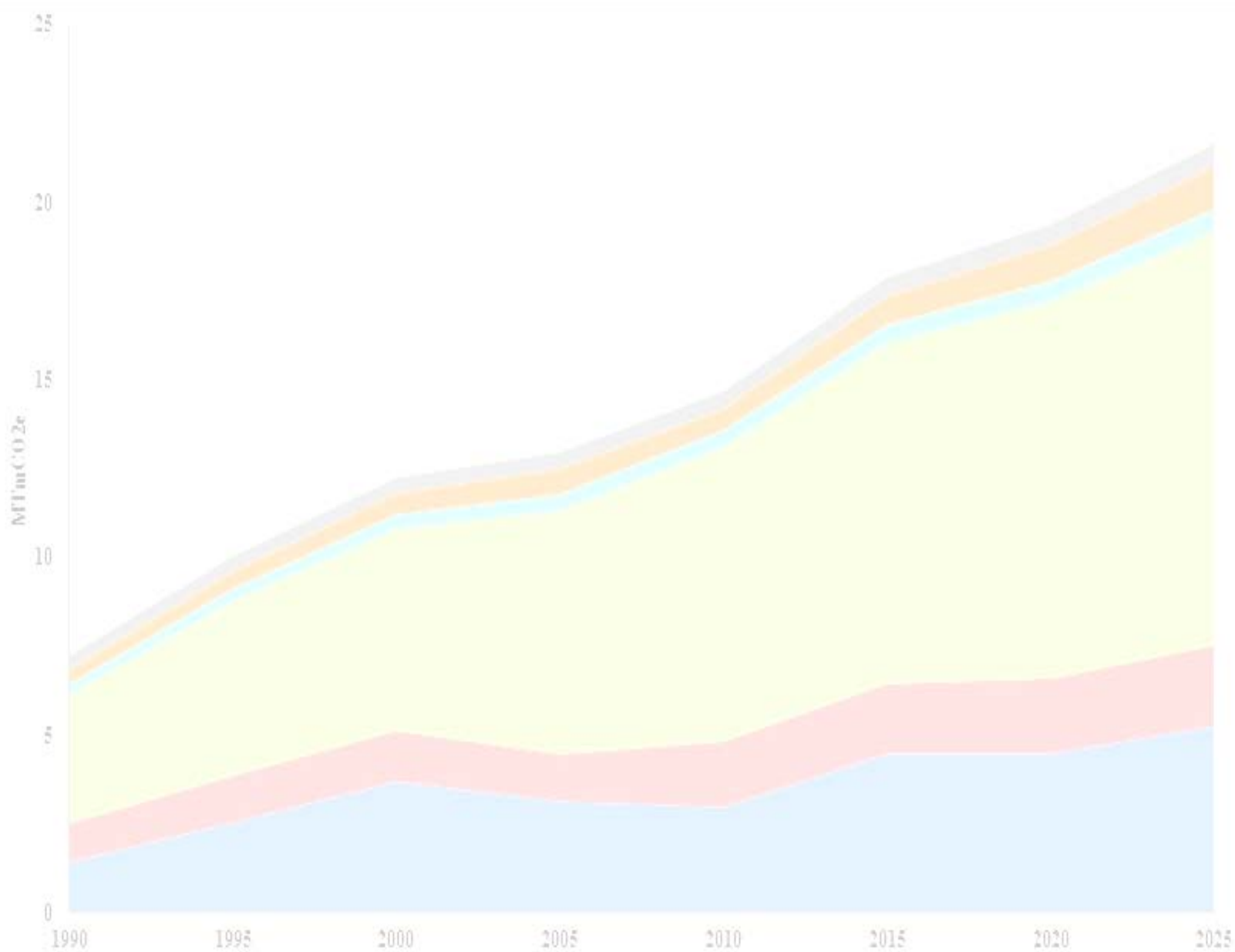
El propósito de esta nueva etapa fue establecer un panorama más preciso de lo que representará la adopción de cada una de las políticas de mitigación, seleccionadas como prioritarias en reducción de emisiones de GEI, en otros beneficios ambientales y en los costos (microeconómicos y macroeconómicos) que conlleven cada una de las medidas.

Las actual administración está consciente de la necesidad de la reducción de emisiones de GEI, por lo que se ha contemplado el tema del cambio climático dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2014-2019, en la temática de medio ambiente y desarrollo sustentable, inmerso en el eje de desarrollo económico sustentable.

En los capítulos siguientes, presentamos el desarrollo de este esfuerzo del Gobierno de Baja California y sus socios, iniciando por el inventario de emisiones de GEI (Capítulo 2) y el enfoque de la primera etapa del trabajo. Seguidamente, abordamos el objetivo de esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (Capítulo 3), la dinámica de participación de las instituciones responsables de este trabajo, la metodología utilizada y las instancias creadas para la participación social, las fuentes de información y las bases de datos utilizadas, y la arquitectura particular de los equipos de trabajo conformados. Luego de esta descripción de carácter general, el reporte presenta, capítulo por capítulo (Capítulos 4 – 8) la mecánica específica y los resultados de los cálculos en cada uno de los cinco (5) sectores en que se clasificaron las políticas de mitigación de GEI para el estado.

El reporte dedica un capítulo (Capítulo 9) para presentar los resultados del modelo macroeconómico aplicado a las 25 políticas de que se compone el PEACC-BC, más un capítulo (Capítulo 10) en la que se discuten dichos resultados y las implicaciones para el estado de Baja California. El capítulo final (Capítulo 11) contiene conclusiones y recomendaciones generales a partir de los hallazgos de este trabajo.

# Capítulo 2. Inventario y proyecciones de emisiones de GEI de Baja California





En el presente capítulo se describen brevemente algunos detalles del inventario *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025*, documento utilizado como base para la elaboración de la segunda etapa del PEACC-BC.

Los inventarios y proyecciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son instrumentos útiles que permiten una mejor gestión de la calidad del aire. Los resultados de las emisiones de GEI históricas y de los pronósticos permiten: 1) conocer las tendencias de la calidad del aire, y las principales fuentes emisoras y sumideros de carbono; 2) elaborar programas de gestión de la calidad atmosférica; 3) evaluar el cumplimiento de la normatividad aplicable; y 4) desarrollar proyectos de modelación para evaluar la calidad del aire (Rojas s/f).

En 1995 se preparó el primer Inventario Nacional de Emisiones de GEI (INEGEI) con año base 1990 (INE/ Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, 2005). Posteriormente se trabajó con los inventarios para el periodo 1990-2002 y 1990-2010. Cabe destacar que también se cuentan con diferentes actualizaciones entre los inventarios confeccionados. El INEGEI más reciente fue publicado en 2013 por el INECC, con el apoyo de la SEMARNAT, *Global Environment Facility*, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD/México).

En Baja California se han desarrollado tres inventarios. El primero fue elaborado por el Centro Mario Molina en 2007, el año base fue 2005; el segundo en 2010 lo desarrolló la COCEF y el CCS, con el apoyo de la SPA en representación del Gobierno del Estado; y el tercero, por El COLEF en 2012.

En esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) del PEACC-BC, se trabajó con el inventario COCEF-CCS-Gobierno de Baja California. Es importante mencionar que este inventario no consideró las estimaciones y proyecciones provenientes de las quemadas agrícolas, por lo tanto, esas cifras se tomaron del estudio realizado por El COLEF.

El inventario y pronóstico COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, es el resultado de las diversas acciones ante el cambio climático que ha venido ejecutando la COCEF en los estados fronterizos del norte de México. El análisis se realizó usando una serie de principios y lineamientos generales aceptados para los inventarios estatales, basándose en datos específicos sobre Baja California, en la medida de lo posible. Mientras que las cifras para las proyecciones de 2006-2025 fueron tomadas de una compilación de proyecciones sobre la producción de energía, consumo de combustible y otras actividades generadoras de GEI en el estado que se sustentan en las proyecciones oficiales del gobierno federal y en extrapolación de tendencias históricas.

Los gases analizados fueron los incluidos en el INEGEI y en la mayoría de los informes conforme al Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (S<sub>6</sub>F).

Para poder comparar entre sí todas las unidades de los diferentes GEI, todos los gases del INEGEI se convirtieron en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq.), que se obtiene al multiplicar la cantidad de emisiones del gas en cuestión por su valor Potencial de Calentamiento Global (PCG). Las estimaciones del CO<sub>2</sub> se basan en los valores de PCG listado en el Reporte de la Segunda Evaluación (SAR) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

El estudio organizó la información en seis sectores, las claves corresponden a sus iniciales en inglés:

- **Suministro de electricidad (ES):** para el caso de Baja California, se refiere a las emisiones de la fuente de alimentación del subsector suministro de energía;
- **Residencial, comercial e industrial (RCI):** incluye emisiones de GEI provenientes del consumo de energía en todas las edificaciones;
- **Industria (I):** este considera emisiones provenientes de la combustión de combustibles en los procesos industriales y sus construcciones;
- **Transporte:** incluye la quema de combustible de los vehículos de carretera (onroad), y transporte aéreo, ferroviario y embarcaciones marinas;
- **Agricultura, Silvicultura, y Otro Uso de Suelos (AFOLU):** considera las emisiones provenientes de la combustión de combustible y de todas las actividades asociadas con la producción agrícola y gestión ganadera; también incluye la silvicultura y otros usos del suelo, principalmente el secuestro de carbono;
- **Manejo de Residuos (WM):** este sector considera la gestión de los residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

Se buscó emplear metodologías simples y fáciles de interpretar. Para estimar las emisiones históricas se emplearon métodos flexibles que consideran las condiciones locales. Además, se siguieron los enfoques recomendados por el INECC, y los lineamientos aplicados en las directrices del IPCC, el organismo internacional que desarrolla los métodos coordinados para la realización de inventarios nacionales de GEI.

De esta misma forma, el cálculo de los pronósticos estuvo basado en proyecciones de referencia de las mejores fuentes nacionales, estatales y regionales disponibles. Igualmente, los datos se limitaron al área de consumo y producción de energía. En el caso de los sectores no-energéticos, para no usar modelos complejos se acudió al análisis sencillo de hojas de cálculo y extrapolaciones constantes de los índices de crecimiento de las tendencias históricas.

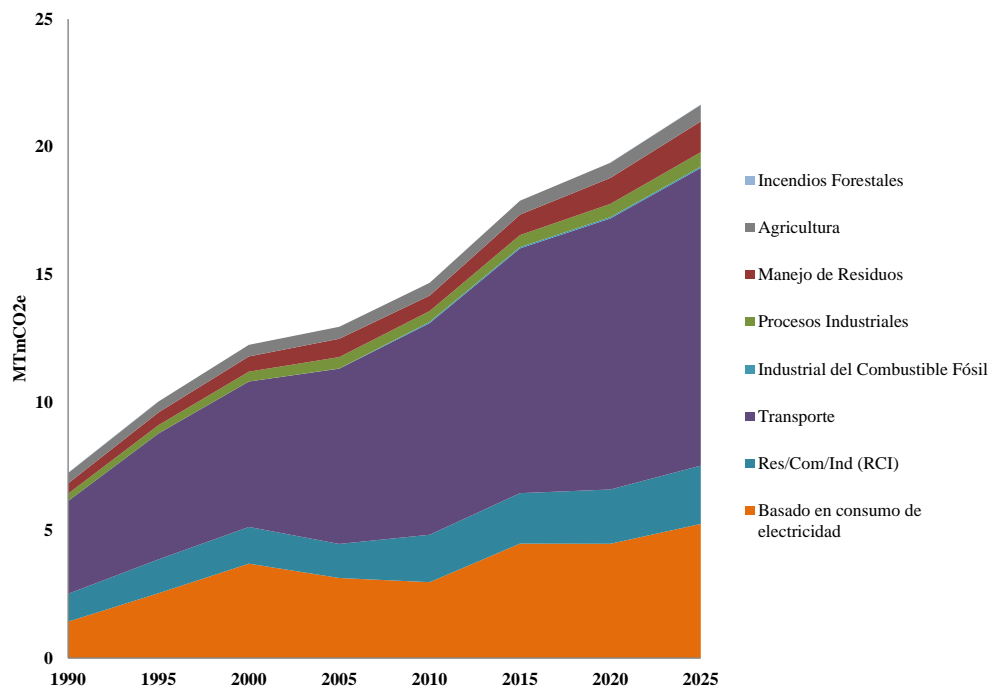
Para el proceso de elaboración del inventario se establecieron diferentes principios y lineamientos generales que fueron de utilidad para la obtención de datos más precisos y con mayor robustez. Se consideraron los siguientes elementos: transparencia en las fuentes, métodos y supuestos; consistencia con los sistemas estatales y nacionales actuales y futuros; prioridad a las fuentes de datos estatales y locales existentes; prioridad a las fuentes de emisiones



significativas; cobertura integral de gases, sectores, actividades estatales y periodos de tiempo; y el uso de estimaciones basadas en el consumo.

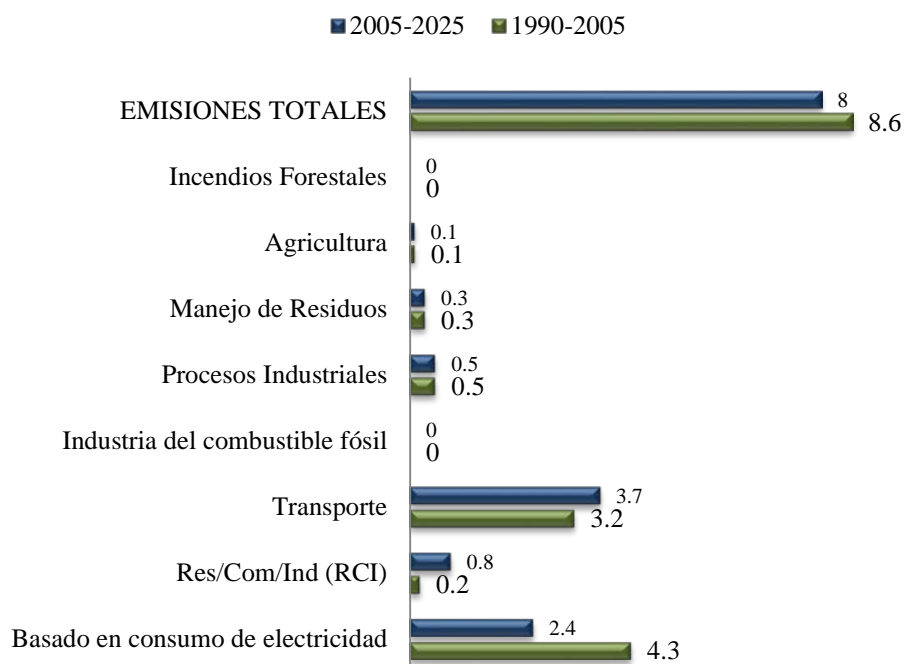
Los resultados del inventario y proyección de emisiones de GEI se estructuraron en cuatro formas de contabilidad: 1) emisiones por consumo, 2) emisiones por producción, 3) emisiones netas y, 4) emisiones brutas. En la Gráfica 1 se observan las emisiones históricas de GEI de 1990-2005 y los pronósticos de 2006-2025; la segunda presenta las contribuciones por sector de las emisiones de los dos periodos analizados en el inventario:

Gráfica 1. Emisiones brutas de GEI en Baja California por sector: 1990-2025



Fuente: Elaboración propia con datos de COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2010

Gráfica 2. Contribuciones por sector al aumento en las emisiones brutas en Baja California, 1990-2025: Proyecciones de casos de referencia (Con base en MTmCO<sub>2e</sub>)



Fuente: Elaboración propia con datos de COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2010

Los resultados mostraron que los aumentos más significativos para el periodo 1990-2005 se encuentran en los sectores de transporte y suministro de electricidad, mientras que el sector agrícola, la silvicultura y uso de suelo son los que emitieron los niveles más bajos de GEI.

En cuanto a las proyecciones, también es el Sector Transporte y Generación de Energía los que presentan los índices más altos de crecimiento en el periodo 2006-2025. Es importante destacar que las emisiones brutas de GEI en Baja California continúan incrementando constantemente año con año. Por ejemplo, en el periodo 1990-2025 aumentó un 285%.

Aunque en el reporte del inventario COCEF-CCS-Gobierno de Baja California hubo algunas actividades que no fueron consideradas para la contabilización, por la poca o nula disponibilidad de información a nivel local, como el caso de las quemas agrícolas o la explotación de productos madereros, los resultados de este inventario son de gran utilidad, ya que expone detalles en las actividades más emisoras y algunos sumideros de carbono. Así también, fue una herramienta clave para el desarrollo de la segunda etapa del PEACC-BC. El inventario y reporte completo de la primera etapa del PEACC-BC se encuentra disponible

en: <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/peacc/bc/index.html>

# Capítulo 3. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California:

## Cuantificación Ambiental y Socioeconómica de Políticas de Mitigación de GEI



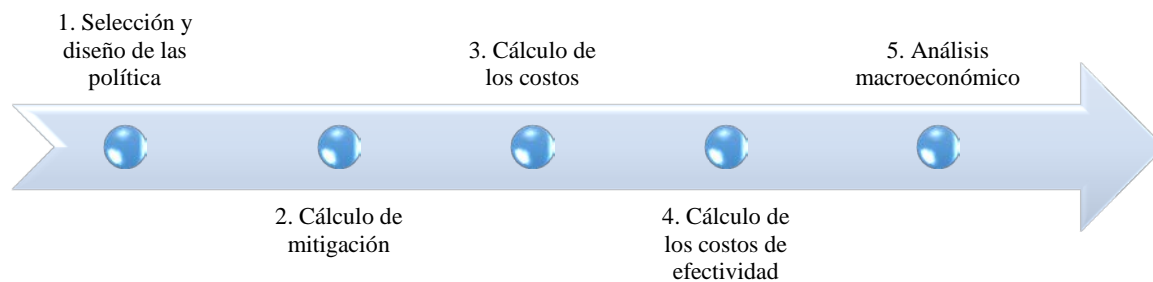


Este capítulo es una descripción del proceso de elaboración de la etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de los GEI del PEACC-B.C. Dentro de las secciones se narran los antecedentes, objetivos del proyecto, instituciones participantes, metodología empleada, resultados de los análisis, entre otros.

COLEF Esta etapa del PEACC se construyó a partir de las acciones y propuestas generales de mitigación identificadas en la primera etapa del mismo. Es importante mencionar que las acciones y propuestas de adaptación no fueron consideradas en esta etapa.

Los objetivos de esta etapa de cuantificación son: 1) establecer metas cuantificables y mecanismos de acción para cada propuesta de política; 2) identificar los actores correspondientes; y 3) cuantificar las reducciones de GEI, costos, beneficios e impactos de cada opción propuesta. Para lograr dichos objetivos, el organismo asesor (CCS) y El COLEF desarrollaron un plan de trabajo, los pasos de éste se muestran a continuación:

Figura 1. Proceso del PEACC-BC Etapa de Cuantificación



Fuente: Elaboración propia

### 3.1 Fundamento y objetivo

En 2009 el CCS colaboró con expertos e instituciones de los seis estados fronterizos del norte de México para desarrollar los inventarios estatales de GEI, con el año 1990 como referencia, y con proyecciones hasta 2025. Estos esfuerzos fueron el resultado de un trabajo de colaboración entre la COCEF, el CCS, y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Entre 2010 y 2014, la COCEF y el CCS trabajaron con el Gobierno del estado de Baja California, Coahuila, Chihuahua y Sonora para desarrollar la primera etapa de los Planes Estatales ante el Cambio Climático (PEACC o PECC). Como se mencionó en el capítulo 1 de

este reporte, la primera etapa permitió identificar una lista de acciones y propuestas generales para la reducción de GEI, los cuales fueron la base para esta cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI.

De los estados fronterizos que tienen lista la primera etapa del PEACC, Baja California es el primer estado en iniciar los trabajos para continuar con esta etapa de cuantificación. El equipo que forma parte de la elaboración de esta nueva etapa se planteó las siguientes metas:

- Desarrollar un PEACC que incluyera el diseño políticas de mitigación de GEI, con la cuantificación de acciones y resultados esperados y el análisis microeconómico para identificar reducciones de emisiones y los costos de implementar dichas políticas;
- Realizar un análisis macroeconómico para las propuestas de política de mitigación;
- Preparar un reporte final de la esta etapa de cuantificación del PEACC-BC.
- Mejorar la capacidad del gobierno estatal para planificar acciones ante el cambio climático, la cuantificación y el análisis económico de las propuestas de política.

### **3.2 Dinámica de las instituciones participantes**

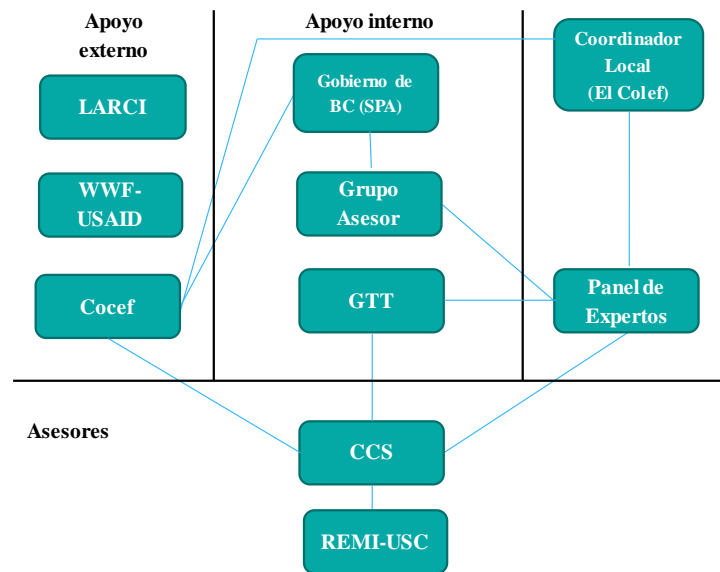
Las instituciones que trabajaron y apoyaron en la elaboración de esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI del PEACC-BC, fueron las siguientes:

- *Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*/ a través de su Programa de Desarrollo Bajo en Emisiones en México (MLED por sus siglas en inglés): proporcionó la mitad de los fondos para la contratación del CCS y del personal de Regional Economic Models Inc (REMI). Estos últimos dos organismos brindan asistencia técnica para proyectos relacionados con el medio ambiente y cambio climático.
- *Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)*: Aportó los recursos que fueron complementados por la otra mitad de USAID, para la realización de esta etapa de cuantificación. Fungió como coordinador de la segunda etapa del PEACC-BC.
- *Iniciativa Climática Regional de América Latina (LARCI)*: Fue a través de LARCI que el organismo ClimateWorks Foundation, se sumó a la iniciativa de USAID-COCEF para realizar este estudio y proveyó los recursos para contratar al coordinador local (El COLEF) y al Panel de Expertos.
- *El Colegio de la Frontera Norte (El COLEF)*: COLEF fue el coordinador local y el principal enlace entre los organismos participantes, así como el operador de todas las

actividades. Las funciones que cubrió El COLEF fueron; organización de las tareas; el trabajo directo con el Grupo Asesor (GA) y Grupos Técnicos de Trabajo (GTT); y la dirección de todas las labores realizadas por el Panel de Expertos (PE), que incluye la selección de las propuestas de política, diseño, análisis microeconómico y análisis macroeconómico.

- *Centro de Estrategias del Clima (CCS)*: Es una entidad consultora estadounidense, especializada en el desarrollo de planes de acción climática en estados de la Unión Americana (State Climate Action Plans o CAPs), que fue contratada por la COCEF y USAID para proveer la asistencia técnica al Panel de Expertos de El COLEF.
- *Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPA)*: Autoridad estatal en materia ambiental del Gobierno del estado de Baja California y principal usuario del proyecto.
- *Regional Economic Models Inc. (REMI)*: Diseñador de modelos econométricos, con base operativa en Massachusetts y Washington, D.C., Estados Unidos de América, y proveedor del modelo macroeconómico regional utilizado en este proyecto.
- *Universidad del Sur de California (USC)*: A través de personal académico de “Price School of Public Policy” y “School of Policy, Planning and Development” brindaron la asesoría para el análisis macroeconómico de las políticas seleccionadas.

Figura 2. Diagrama de colaboración en la segunda etapa del PEACC-BC



Fuente: Elaboración propia

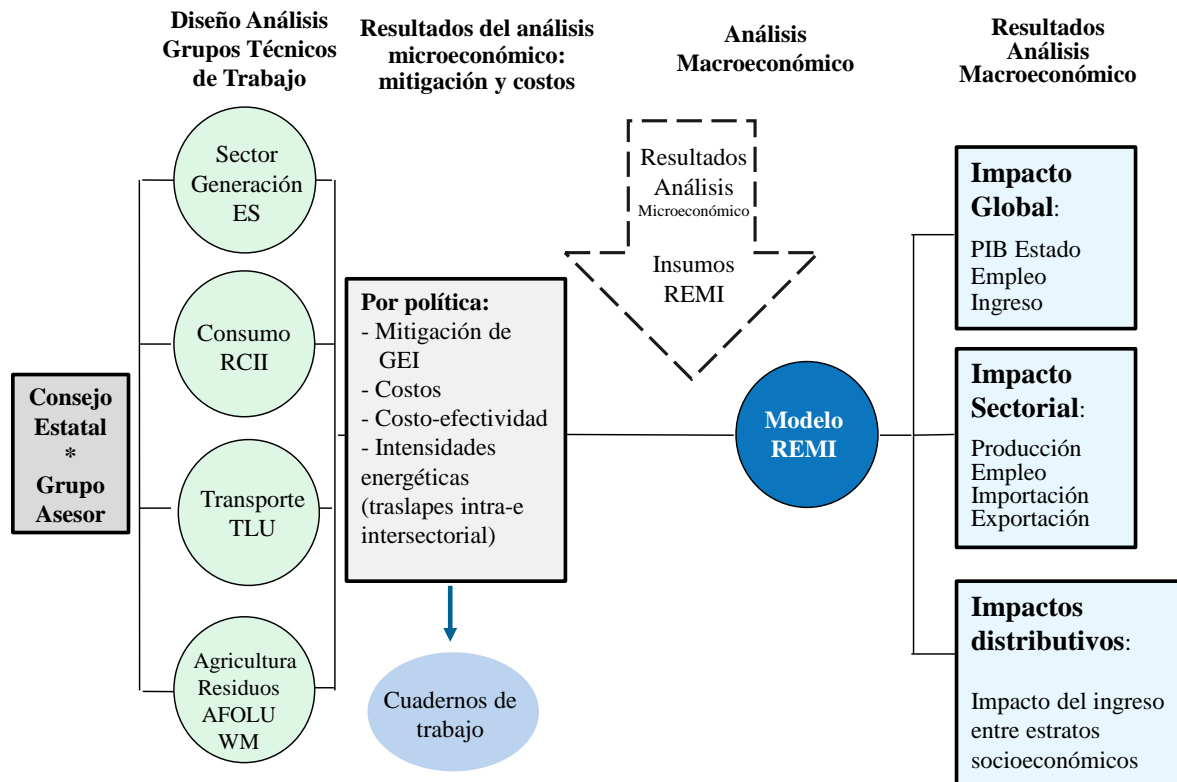
### 3.3 Descripción de la metodología

El propósito de esta sección es detallar la metodología general empleada para la elaboración de este estudio. Los detalles específicos del análisis de cada una de las propuestas de política seleccionadas serán presentados en los apartados correspondientes a cada sector.

El proceso general utilizado fue creado por el CCS y se basó en cinco etapas fundamentales: 1) selección y diseño de políticas; 2) cálculo de mitigación, estimación de las emisiones de GEI a reducir con la implementación de las políticas; 3) cálculo de los costos de implementación; 4) cálculo de los costos de efectividad; y 5) análisis macroeconómico para establecer los impactos indirectos, mediante la herramienta del modelo de simulación macroeconómica REMI.

Las cinco etapas del proyecto fueron desarrolladas por personal académico de El COLEF, con el soporte técnico y asesoría de los Expertos del CCS y el apoyo de los Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) de Baja California.

Figura 3. Diagrama del esquema general de la segunda etapa del PEACC-BC



Fuente: Elaboración propia con datos de Wei y Rose, 2014



El análisis fue construido con estimaciones simples y directas, enfocado en la solidez, consistencia y transparencia de la información. Se emplearon fuentes disponibles y confiables a nivel municipal, estatal y federal y en todas las situaciones se hizo un esfuerzo por interpolar y adecuar dichos datos a las condiciones actuales del estado de Baja California.

La temporalidad para la ejecución del proyecto (2014-2030) fue propuesta por El COLEF y los GTT. El documento base para los cálculos fue el *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025*, presentado por la COCEF, el CCS y el Gobierno del Estado en 2010.

El diseño de las propuestas de política se realizó mediante la elaboración de una ficha técnica-descriptiva por cada política que se integró, siguiendo los formatos del CCS; estos fueron elaborados por el Panel de Expertos (PE) con la asesoría de los GTT, y la guía del CCS. Este paso fue fundamental para el proceso, porque en él se definieron las metas de reducción de emisiones de GEI, los tiempos, mecanismos de acción, y las posibles fuentes de financiamiento, entre otros componentes.

Para los cálculos del análisis microeconómico, la mayoría de los factores de emisión fueron tomados del IPCC, mientras que el resto provenían de estudios a nivel nacional o internacional. Las bases de datos comunes para todos los sectores del estado de Baja California, fueron colocadas en una hoja de cálculo que estuviera disponible para todos los sectores, y de esta manera, evitar duplicidades de datos.

De esta misma forma, hubo un esfuerzo por estandarizar la metodología sugerida para todas las propuestas de política, especialmente en la etapa de diseño y análisis microeconómico. No obstante, existieron algunos casos particulares donde se tuvieron que realizar adecuaciones para ajustar las bases de datos o la metodología de contabilización de emisiones considerada al principio, especialmente en las políticas del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional y el sector de Energía.

### **3.3.1 Conformación de base de datos**

La información estadística que fue utilizada en esta etapa del PEACC-BC, estuvo compuesta por una serie de variables e indicadores que incorporó datos de población, economía, energía, vivienda y urbanización, transporte, agricultura, ambiente y agua. Para su generación, se utilizaron informes y bases de datos como los Censos Generales de Población y Vivienda; Censo Agrícola, Ganadero y Forestal y Anuarios Estadísticos e información económica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía); proyecciones de población, proyecciones de los hogares y viviendas de CONAPO (Consejo Nacional de Población y Vivienda); prospectivas del

sector (energético, eléctrico, de gas natural y Gas LP, petróleo crudo y petrolíferos); Balances Nacionales de Energía; Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables; así como datos del Sistema de Información Energética de la SENER (Secretaría de Energía); compendios de estadísticas ambientales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); portal de emisiones de eficiencia energética y emisiones vehiculares; Informes mensuales de la Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA-BC); Programa de Obras de Inversión del sector eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); y datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa); planes municipales de desarrollo de Baja California, entre otros.

La mayor parte de los datos utilizados son a nivel estatal, aunque algunos fueron a nivel ciudad, municipal y nacional. Dependiendo de la disponibilidad de información, se incorporó información del año 1990, 2000 y 2010 a la fecha y en serie de años; además, en la medida de lo posible, se incluyeron proyecciones al 2025, 2027, 2030 o 2050. Dentro de las variables e indicadores utilizados se pueden mencionar la población total y proyecciones de población para años futuros, el Producto Interno Bruto (PIB), consumo de energía por sector, ventas de energía, ventas y precios de combustibles, producción agrícola, población ganadera, rellenos sanitarios, consumo de agua, entre otras (ver tabla 1). Cabe mencionar que para el desarrollo de algunas políticas el acceso a la información fue difícil por el detalle y características de las mismas; sin embargo, para evitar la ausencia de datos, se procedió al ajuste de la información y el cálculo de estimados. En este sentido, se recurrió a estudios nacionales e internacionales como el *Development of Baseline Data and Analysis of LifeCycleGreenhouse Gas Emissions of Petroleum-Based Fuel* del National Energy Technology Laboratory; información del Annual Energy Outlook; Upstream GHGs for Commercial and Fertilizers de USEPA, entre otros.

Tabla 1. Variables e indicadores del PEACC-BC

Secciones	Información
<b>Población</b>	- Población urbana y rural - Proyecciones
<b>Economía</b>	- PIB total y por sectores - Tasa de inflación
<b>Energía</b>	- Consumo de energía por sector - Margen de la reserva - Balance de energía - Principales centrales: capacidad efectiva, generación bruta y factor de planta - Ventas sectoriales

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precio medio facturado por tarifa del Sistema Eléctrico Nacional</li> <li>- Costo unitario de generación de electricidad por tipo de planta</li> <li>- Energía renovable (proyectos solares, proyectos eólicos potenciales)</li> <li>- Emisiones de CO<sub>2</sub> por sector</li> <li>- Ventas de combustibles</li> <li>- Precio de productos refinados (gasolina, diésel)</li> <li>- Demanda gas natural por sector, gas LP</li> <li>- Precios de gas natural, gas LP</li> </ul>
<b>Vivienda y urbanización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viviendas particulares y proyecciones</li> </ul>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de motorización</li> <li>- Vehículos</li> </ul>
<b>Agricultura y ganadería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficie agrícola</li> <li>- Producción agrícola</li> <li>- Índice de precios de materias primas consumidas con servicios en la industria química</li> <li>- Población ganadera (bovino, ovino, caprino porcino)</li> <li>- Generación de estiércol de ganado</li> </ul>
<b>Ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenos sanitarios</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Superficie erosionada</li> <li>- Producción de plantas para reforestación</li> <li>- Número de árboles utilizados para reforestación</li> </ul>
<b>Agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de agua por sector</li> <li>- Consumo de agua por municipio de B.C.</li> <li>- Agua residual</li> <li>- Costo de tratamiento de aguas residuales</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con información de la primera etapa del PEACC-BC

### 3.3.2 Evaluación de políticas

Dentro de los productos de la primera etapa del PEACC-BC figuran las acciones y propuestas generales de adaptación y mitigación al cambio climático. Éstas fueron divididas en siete temáticas: 1) recursos hídricos, 2) asentamientos urbanos y vivienda, 3) agricultura y ganadería, 4) protección civil, 5) política urbana estatal, 6) biodiversidad terrestre y 7) energía.

La mayoría de las acciones y propuestas en la primera etapa del PEACC-BC se reconocieron como acciones de adaptación al cambio climático, y sólo el 16% de estas propuestas son de mitigación. Las acciones se encuentran en cuatro temáticas o sectores: 1) asentamientos urbanos y vivienda, 2) agricultura, 3) ganadería, y 4) energía.

Las acciones de adaptación al cambio climático, aunque muy pertinentes y necesarias para el Estado, están fuera del alcance del presente trabajo<sup>3</sup>. Por ello, en esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI del PEACC-BC, sólo se consideraron las acciones y propuestas de mitigación. Cabe destacar que en la primera etapa la mayoría de las temáticas relacionadas con recursos hídricos se abordaron como aspectos de adaptación. Por ello, para esta segunda etapa se hicieron algunas adecuaciones para analizarla desde un enfoque de mitigación y que el tema de recursos hídricos no quedara fuera.

Derivado de las acciones y propuestas de mitigación, el Coordinador Local, con apoyo de los Grupos Técnicos de Trabajo (GTT), definieron las 25 propuestas de política. Estas propuestas se dividieron en seis sectores estratégicos:

- Generación de Energía;
- Residencial, Comercial, Industrial e Institucional;
- Transporte y Uso de Suelo;
- Agricultura, Silvicultura y otros Usos de Suelo;
- Gestión de Residuos; y
- Temas transversales.

Cabe la aclaración que el sector denominado “Temas Transversales” contiene aquellas políticas que son necesarias para el desarrollo de un PEACC, pero que no pertenecen a un sector específico y no corresponden a acciones desarrolladas en el presente con emisiones de GEI cuantificables. A continuación se presenta una lista con las propuestas de política que fueron analizadas. Las claves corresponden a las abreviaturas utilizadas en inglés.

Tabla 2. Propuestas de política analizadas

Sector	Política
<b>Generación de Energía</b>	
<b>ES-1</b>	Generación de electricidad a partir de Micro Hidroeléctricas
<b>ES-2</b>	Diversificación de la Matriz Energética
<b>ES-3</b>	Energía renovable para edificios públicos
<b>ES-4</b>	Paneles fotovoltaicos en viviendas existentes
<b>Residencial, Comercial, Industrial e Institucional</b>	
<b>RCII-1</b>	Mejorar la eficiencia energética de nuevas edificaciones

<sup>3</sup> Las acciones de mitigación se definen como aquellas que son adoptadas para reducir los riesgos de la población ante los efectos del cambio climático. En contrapartida, las acciones de mitigación son ejecutadas para reducir o eliminar emisiones de GEI. Por especificación contractual con las entidades financiadoras, los alcances del proyecto se restringieron a sólo acciones de mitigación.

<b>RCII-2</b>	Mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas a través de equipos y enseres eficientes
<b>RCII-3</b>	Incrementar la eficiencia energética de edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial
<b>RCII-4</b>	Eficiencia energética en el sector industrial
<b>RCII-5</b>	Uso de calentadores solares en el sector residencial
<b>RCII-6</b>	Uso de calentadores de paso en el sector residencial
<b>Transporte y Uso de Suelo</b>	
<b>TLU-1</b>	Control del Carbono Negro
<b>TLU-2</b>	Combustibles Alternativos
<b>TLU-3</b>	Mejorar la eficiencia vehicular
<b>TLU-5</b>	Crecimiento inteligente
<b>TLU-6</b>	Eficiencia energética de la flota vehicular gubernamental
<b>Agricultura, Silvicultura y otros Usos de Suelo</b>	
<b>AFOLU-1</b>	Gestión de excretas porcinas
<b>AFOLU-2</b>	Gestión de excretas a partir del ganado bovino lechero
<b>AFOLU-3</b>	Aprovechamiento de la paja de trigo para la generación de electricidad
<b>AFOLU-4</b>	Producción de bioetanol a partir de sorgo dulce
<b>AFOLU-5</b>	Manejo del ganado de pastoreo
<b>AFOLU-6</b>	Forestación Urbana
<b>Manejo de Residuos</b>	
<b>WM-1</b>	Gestión del metano de rellenos sanitarios
<b>WM-2</b>	Reúso Potable Indirecto de agua
<b>WM-3</b>	Reúso de agua
<b>WM-4</b>	Producción de biodiesel a partir de aceite vegetal residual

Fuente: Elaboración propia

Después de elegir la lista de las propuestas de política, se inició con el diseño de cada una de ellas. Esta etapa fue ejecutada por el Panel de Expertos (PE), el cual contó con la asesoría de los Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) y la guía de los facilitadores del Centro de Estrategias Climáticas (CCS). Para esta tarea se siguió el formato guía propuesto por el CCS, que ellos identifican como *template o ficha técnica-descriptiva*.

La ficha técnica-descriptiva es un instrumento que facilita el diseño de las propuestas de política. Su objetivo es hacer explícitas las metas para cada política de una manera cuantificable, establecer los años de ejecución, identificar actores involucrados en la implementación y desarrollar los mecanismos de acción, entre otros. Los componentes de este documento son los siguientes:

- Descripción
- Metas
- Temporalidad
- Parte involucradas
- Supuestos básicos de diseño
- Mecanismos de acción

- Políticas o programas involucrados con el tema
- Tipo de GEI reducidos
- Costos
- Bibliografía
- Método de cuantificación
- Incertidumbres clave
- Costos y beneficios adicionales
- Viabilidad.

En esta etapa se responden las preguntas más importantes de cada una de las propuestas: cuánto, quién (es), cuándo y cómo. Se requiere de conocimiento del tema para tener las respuestas a estas preguntas. El proceso de elaboración de esta etapa fue de 4 meses, en un inicio esta tarea estuvo a cargo de los GTT, pero al final, el PE fue el que respondió estas preguntas y los demás puntos del formato guía.

### **3.3.3 Panel de Expertos**

El Panel de Expertos (PE) se le denomina al grupo de especialistas que se encargó de la realización de los análisis requeridos durante el estudio. Este grupo es la parte operativa del proyecto, y está conformado por (1) analistas de política de distintas disciplinas, que operan como los técnicos expertos en su diseño y cuantificación, y (2) los economistas que incorporan las reglas de la economía para reconocer los valores económicos (costos y beneficios) en distintos tiempos. Los primeros son conocedores de uno o varios sectores, y cuentan con experiencia en el análisis de información y la búsqueda de datos; los segundos son expertos en el desarrollo de modelos econométricos y la matriz de Insumo-Producto.

Los técnicos expertos llevan a cabo el diseño de cada una de las propuestas de política (desarrollo de las fichas técnico-descriptivas) y el análisis microeconómico, con esto se establecen los impactos directos de dichas propuestas; y los economistas se encargan del modelo macroeconómico para conocer los impactos indirectos.

El trabajo de los especialistas es guiado por los Expertos del CCS y asesorado por los miembros de los GTT. Los economistas llevan a cabo el análisis macroeconómico utilizando el modelo de simulación REMI, desarrollado por la empresa del mismo nombre, y el trabajo es auxiliado por los expertos de la Universidad del Sur de California (USC).

El PE de esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI del PEACC-BC, estuvo conformado por seis integrantes. Tres de ellos son los especialistas de los diferentes sectores, dos economistas encargados del modelo econométrico REMI, y una

analista de información, experta en las diferentes bases de datos de la región fronteriza. El PE es supervisado por el coordinador local quien se encargó de organizar las reuniones de trabajo, monitorear avances y el enlace entre el PE, los GTT, la COCEF y MLED.

### **3.3.4 Entrenamiento proporcionado al panel de expertos**

El PE recibió tres diferentes talleres durante la ejecución del proyecto y tuvieron como sede las instalaciones de El COLEF en Tijuana.

- El primero fue de carácter introductorio y fue impartido por personal del CCS. Este taller se realizó en septiembre de 2013. Se mostró de una manera general las etapas del proyecto, especialmente la lista con las propuestas de política y los componentes para llevar a cabo su diseño. Asistieron los integrantes de los Grupos Técnicos de Trabajo y personal de la COCEF.
- El segundo taller fue para la capacitación del análisis microeconómico. El objetivo del taller fue capacitar al PE para la realización del análisis microeconómico, utilizando la metodología diseñada por el CCS. Se realizó en enero de 2014 con una duración de tres días y fue impartido por personal del CCS. A dicho taller asistieron representantes de la COCEF.
- El último taller tuvo el objetivo de capacitar al PE en el modelo econométrico REMI. Se llevó a cabo en mayo del mismo año y tuvo una duración de dos días. La capacitación estuvo a cargo de los investigadores de la Universidad del Sur de California y personal de la empresa REMI. Dentro de los participantes también estuvo un representante de la COCEF y los Expertos del CCS.

### **3.3.5 Participación del Grupo Asesor y los Grupos Técnicos de Trabajo**

#### *Los Grupos Técnicos de Trabajo*

Los Grupos Técnicos de Trabajo se constituyeron para brindar asesoría al Panel de Expertos en temas especializados y consultas concretas. Los GTT fueron integrados con profesionales activos y experimentados en cada uno de los seis sectores que otorgaron su visión y retroalimentación de manera honoraria. Ejemplos de temas e información consultada a integrantes de los GTT son: los datos más actualizados de la producción de paja de trigo por hectárea en el valle de Mexicali; el consumo energético final del sector industrial de Baja California; o alguna metodología específica. En el esquema general de desarrollo de un PEACC, los integrantes de los GTT son

los conocedores de los sectores productivos y sociales en su dimensión más interna, son especialistas de su actividad. Constituyen, además, un elemento de participación pública en el proyecto, típicamente un funcionario público de alguno de los tres niveles de gobierno, empresario, académico o integrante de alguna organización de la sociedad civil.

Al principio se consideró que los GTT serían los encargados del diseño de las propuestas de política. Sin embargo, conforme el proyecto se fue desarrollando, el coordinador local determinó que la opción más adecuada sería que el PE fuera el responsable de realizar esta actividad, y los GTT solamente facilitarían la asesoría necesaria.

El objetivo es que estos expertos sectoriales organizados en los GTT, puedan proveer datos y estadísticas con la mejor calidad y robustez posible al PE para que éstos tengan la seguridad que cuentan con los datos más reales para llevar a cabo el diseño de las propuestas de política y el análisis microeconómico y macroeconómico.

La etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI del PEACC-BC, contó con seis GTT, uno por cada sector desarrollado, en donde cada GTT estuvo conformado por un número de 4 a 6 integrantes aproximadamente.

#### *Grupo Asesor*

El Grupo Asesor (GA) fue el encargado de revisar y aprobar los resultados de los estudios realizados por el PE. Se integró originalmente por 15 miembros, aproximadamente de uno a tres asesores por sector, con o sin conocimiento sobre el cambio climático, pero conocedores de alguna materia que repercute sobre el cambio climático y las políticas seleccionadas en particular, con representación en alguno de los diferentes sectores en cuestión. Los integrantes provinieron de alguno de los tres niveles de gobierno, de la empresa, la academia o de la sociedad civil.

A diferencia de los GTT, el GA no asistió al PE en consultas o dudas con alguna información o metodología. Sin embargo, debido a su involucramiento con el tema, pudo apoyar con la facilitación de algún dato requerido, o proporcionar soporte de una manera muy general.

El apoyo del GA fue primordial al iniciar esta etapa del PEACC-BC para seleccionar las propuestas de política; al final del diseño para verificar la viabilidad de éstas; y al terminar el proyecto para discutir resultados y crear consenso sobre los mismos en los diferentes círculos de la sociedad. La dinámica de trabajo más adecuada para el GA fue mediante la realización de breves reuniones organizadas por el coordinador local y el Gobierno del estado de Baja California.



### 3.3.6 Opciones de política para análisis microeconómico (descripción general)

El principal objetivo del análisis microeconómico es determinar los impactos directos de cada una de las propuestas de política en materia de reducción de GEI, sus costos y los ahorros de su implementación. La ejecución de este análisis estuvo a cargo del PE y fue guiado por los Expertos del CCS, quienes diseñaron esta metodología y se contó con la asesoría de los GTT.

La elaboración del análisis microeconómico fue un proceso meticuloso, que requirió de gran precisión y en la forma más completa posible. Los resultados obtenidos de este estudio son los datos que se procesan posteriormente en el modelo econométrico REMI, para la identificación de impactos macroeconómicos a nivel estatal. El tiempo de ejecución para el caso del estado de Baja California fue de, aproximadamente 6 meses, pero podría variar según la disponibilidad de información y de los integrantes de los GTT.

La cuantificación de cada propuesta de política fue procesada en hojas de cálculo del programa informático *Excel* de *Microsoft Corp.* Estos documentos fueron identificados como Cuadernos de Trabajo o *Workbooks* (en inglés) y se dividieron en dos secciones: de emisiones y la financiera.

En la primera sección se estiman las cifras totales de GEI que las propuestas de política podrían reducir con su correcta implementación. En esta parte del estudio se suman todas las emisiones posibles que se generan en el desarrollo de las actividades involucradas y se cuantifican las reducciones que podrán ser alcanzadas mediante la política propuesta. Además, se hace una comparación entre la sumatoria de las reducciones y las emisiones provenientes de un escenario nulo o BAU<sup>4</sup>, y con estos datos se conoce con exactitud el nivel de éxito de la propuesta de política en materia de emisiones. En ese sentido, los resultados del diseño, cálculo o cuantificación de la reducción teórica de emisiones, y del análisis microeconómico arrojan una visión de cuáles serán las políticas con mayor potencial de abatimiento de emisiones, y cuáles plantean el menor costo de abatimiento por cada tonCO<sub>2</sub>-eq.

En los siguientes apartados se reportan los resultados de las 25 políticas seleccionadas, sector por sector, iniciando con el sector generación de energía (ES).

---

<sup>4</sup> El Business As Usual (BAU) o “negocios como de costumbre” se refiere a continuar los sistemas o actividades como se han venido trabajando, sin cambios ni mejoras.



# Capítulo 4. Sector Generación de Energía





## 4.1 Generalidades y antecedentes del sector

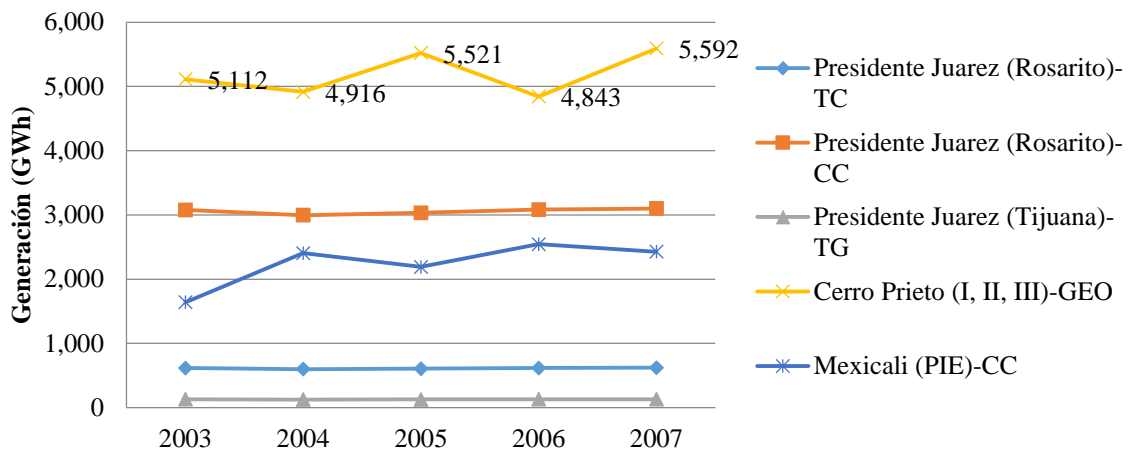
El sector energético es uno de los elementos clave de toda economía, pues tiene una relación directa con la actividad productiva, generalmente a mayores niveles productivos mayor energía consumida.

Incrementos en la demanda de energía, en su mayoría por los sectores industrial y residencial, fomenta el consumo y explotación de petróleo y gas natural, dos recursos básicos y de importancia actual, pues de ellos depende el abastecimiento de energía a nivel mundial.

El estado de Baja California no produce ni procesa algún tipo de petrolífero y, ya que no existen reservas probadas, tampoco produce gas natural. En todo caso, el estado es consumidor de combustibles, principalmente para la generación de electricidad pues es considerado como autogenerador y es regulado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los municipios con mayor consumo de energía son Tijuana y Mexicali. Juntos representan el 82% del consumo energético total en el estado. Para abastecer la demanda de energía eléctrica de la entidad, la infraestructura con la que se cuenta es de cuatro centrales geo-termoeléctricas, una central de ciclo combinado, una de vapor, tres de turbo gas y un parque eólico en la Rumorosa, que en conjunto ofertan una capacidad de 2591.43 MW de generación eléctrica (Muñoz y Vázquez, 2012).

Gráfica 3. Generación de electricidad en Baja California por planta, 2003-2007



Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2007.

La generación de electricidad a nivel estatal se concentra básicamente en Rosarito y Mexicali, este último posee características geográficas que le permiten producir electricidad a través de fuentes renovables de energía, de ahí la existencia de la planta geotérmica en el municipio conocido como Cerro Prieto, que es la segunda planta de este tipo más grande del mundo y como

se observa en la gráfica anterior, la principal generadora de electricidad en Baja California aportando el 46% del total producido.

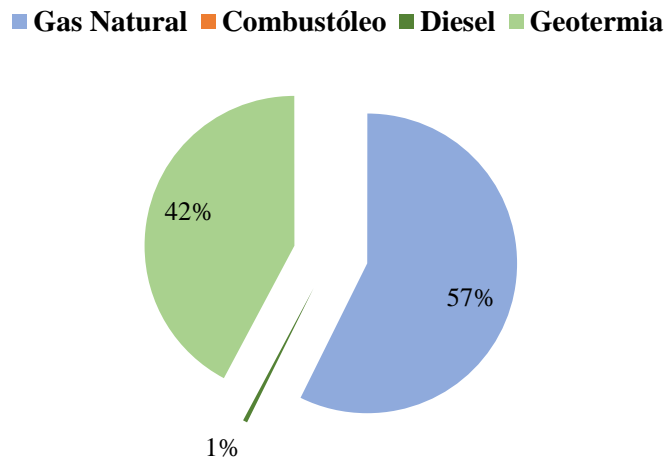
Dada la distribución de las plantas a lo largo del estado, se ha establecido una división de dos áreas para las subestaciones y líneas de transmisión, estas son: Zona Costa y Zona Valle, la primera con una capacidad instalada de 1400 MW y la segunda con 1298.5 MW, es decir, una capacidad total de 2698.5 (Muñoz, *et al*, 2012), sin embargo, la capacidad total establecida en Baja California llega a ser de 3000 MW si se considera la electricidad que aporta el sector privado.

Las empresas privadas establecidas en la entidad son dos, InterGen y Sempra Energy, con una planta en Mexicali cada una. Ambas plantas son de ciclo combinado, operan con gas natural y su principal mercado de destino es California en Estados Unidos. La exportación de la electricidad de estas empresas, se hace a través de una conexión de dos líneas de 230KV. A pesar de que se exporta electricidad, las centrales públicas en Baja California, pertenecientes a la CFE, no son suficientes para satisfacer la demanda interna del Estado, motivo por el cual se tiene la necesidad de importar desde Estados Unidos. Este déficit en el abastecimiento ha motivado el crecimiento de la capacidad instalada.

El incremento en el consumo de electricidad repercute en el uso de combustibles, principalmente de gas natural el cual se comenzó a usar a partir de 1999 en la zona Costa y en 2003 en la zona Valle, siendo actualmente el combustible de mayor demanda, este energético llegó para reemplazar al combustóleo y reducir emisiones de GEI.

Antes de 1999, el 75% de la electricidad de Baja California era producida con vapor geotérmico (Muñoz, *et al*, 2012), el cual, hasta la fecha ha sido desplazado por el uso de gas natural que, en 2012 representó el 57% del total de combustibles empleado para generar electricidad.

Gráfica 4. Participación porcentual de combustibles para generar electricidad en Baja California, 2012



Fuente: Elaboración propia con datos de COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2010

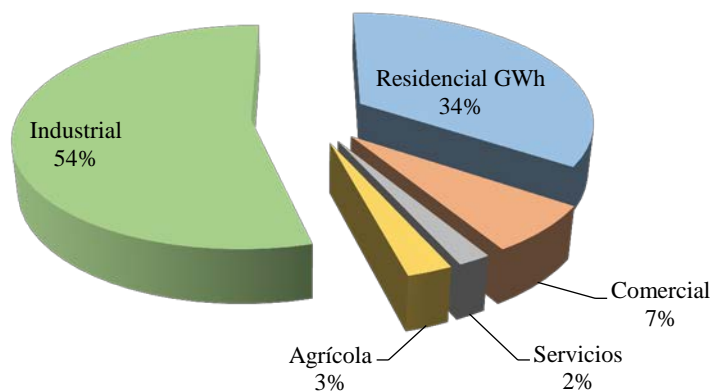
El incremento en el consumo de gas natural se debe a las tecnologías empleadas para generar electricidad, las cuales reemplazaron el combustóleo y aumentaron su eficiencia con el uso del nuevo combustible, pasando de 18.4% hasta un valor 26.8% de eficiencia en la actualidad.

A pesar de que se ha elevado la eficiencia en la producción de electricidad y que empresas privadas exportan a California, la infraestructura con la que cuenta el sector público de Baja California no permite satisfacer en un 100% la demanda, principalmente en la zona Valle, que es de alto consumo y se incrementa en los periodos de verano debido a las características climáticas del lugar.

Dado el crecimiento poblacional y la actividad industrial de la región, se ha incrementado la cantidad consumida de electricidad, para el caso de Mexicali esta ha sido del 6% y para Tijuana de un 4.4% anual, ambos municipios consumen el 82% de la electricidad en el Estado (Muñoz, *et al.* 2012), es decir, se tiene una creciente necesidad de electricidad y déficit en el suministro, principalmente en periodos de alto consumo.

Por sectores, el de mayor consumo es el industrial con el 54%, seguido del residencial con el 34%, el comercial 7% y de servicios y agrícola con el 5%, (Muñoz, *et al.* 2012), es decir, la actividad industrial consume más de la mitad de la electricidad que se produce a nivel local, ello está asociado con la presencia de nuevas empresas intensivas en el uso de electricidad.

Gráfica 5. Consumo de electricidad por sectores



Fuente: Elaboración propia con datos de Muñoz, *et al.*, 2012

En lo que respecta al sector industrial, Mexicali consume el 45% de la electricidad, Tijuana el 42%, Ensenada el 7% y el resto lo consumen Tecate y Rosarito. Con los datos anteriores, se observa que las ciudades más grandes del Estado son las que absorben los mayores volúmenes de electricidad, principalmente para actividades productivas.

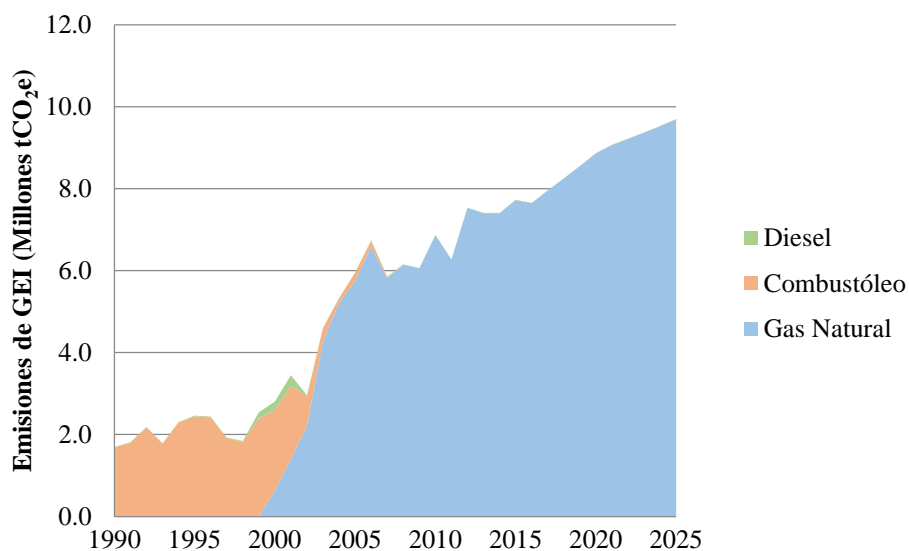
Por región, el consumo de electricidad está distribuido en la siguiente proporción: 49% Mexicali, Tijuana 33.5%, Rosarito 0.8%, Tecate 1.1% y Ensenada 8.1%. Sin embargo, el consumo de combustibles tiene repercusiones ambientales, ya que su uso emite gases que contaminan la atmósfera, principalmente bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Dado que el consumo de gas natural se ha incrementado desde el año 1999 hasta la fecha, las emisiones generadas por el uso de ese combustible lo han hecho también, y debido a la necesidad de continuar generando electricidad, se espera que la tendencia sea a la alza.

Muños et al, 2012, señala que para 1990 las emisiones de  $\text{CO}_2$  alcanzaron 1.8 millones de toneladas, de las cuales el 78% se le atribuye al uso del combustóleo en Rosarito, y que con la sustitución de este combustible por gas natural se esperaban reducciones en las cantidades emitidas de GEI, sin embargo, el aumento en la generación de electricidad, motivado por la creciente demanda, requiere de mayor consumo de combustible lo cual provocó que para 2010 las emisiones de  $\text{CO}_2$  se elevaran hasta 3.7 millones de toneladas aun empleando gas natural como combustible.

La siguiente gráfica muestra la reducción total del consumo de combustóleo y un incremento notable de las emisiones generadas por el gas natural, llegando a producir cerca de 10 millones de toneladas métricas de  $\text{CO}_2\text{e}$ . Las emisiones proyectadas para el 2025, son consecuencia del incremento en el número de plantas generadoras de electricidad en Baja California y, del creciente consumo de gas natural para su operación, esto ha desplazado a la geotermia como combustible principal y modificado la Matriz Energética del Estado, todo esto es motivado por la constante necesidad de producir electricidad, dada la creciente demanda de consumo principalmente por los sectores industrial y residencial.

Gráfica 6. Emisiones de GEI por tipo de combustible



Fuente: Elaboración propia con datos de COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2010



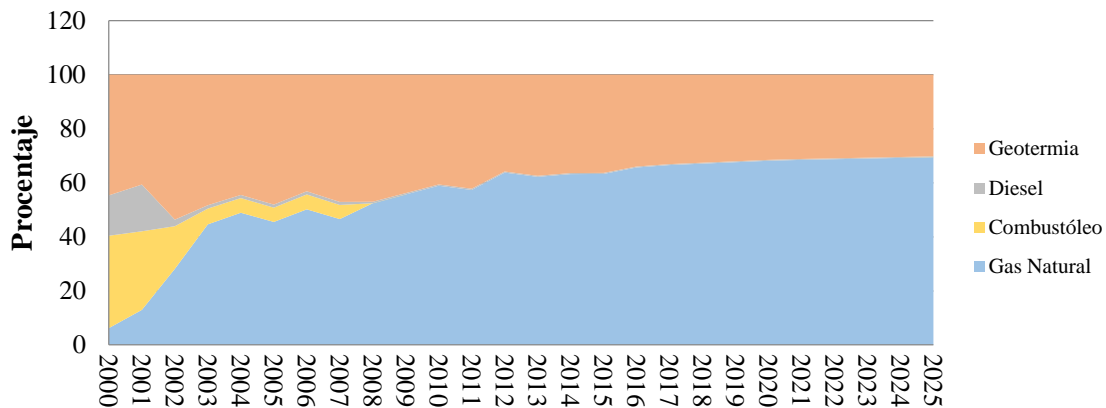
No es únicamente el sector generador de electricidad quien emplea combustibles en sus procesos productivos, lo mismo ocurre con otros sectores y de igual forma emiten GEI, por su participación porcentual respecto a emisiones se tiene que: el Sector Transporte aporta el 59%, el de Generación de Energía 29%, residencial 6%, industrial 3%, agrícola 2% y comercial y servicios 1%.

Los datos anteriores muestran que las principales actividades, sobre todo productivas, generan efectos negativos en el ambiente, lo cual está ligado en gran medida a la constante demanda que la sociedad tiene de determinados bienes o servicios, como el caso de la electricidad, y dado que la población se mantiene creciente es y será necesario el uso de combustibles para garantizar el nivel de producción que satisfaga la creciente demanda. Esto no significa que los GEI necesariamente tengan que seguirse incrementando, para ello actualmente existen fuentes de energía renovable que permiten abatir esa problemática e incluso ir más allá con impactos positivos en la actividad económica.

#### 4.2 Retos y Oportunidades del sector

Para el estado de Baja California el no estar conectado a la red eléctrica del país ya es un reto, pues ha tenido que ser autosuficiente en cuanto a la generación de electricidad, la cual procede de dos fuentes principales: 1) la energía geotérmica, es decir, la planta de Cerro Prieto; y2) la del uso de gas natural provenientes de Estados Unidos. Esta última ha sido la fuente más empleada durante los últimos 15 años, por lo que los volúmenes de importación han sido crecientes, y que refleja una creciente dependencia de este combustible, el cual se comenzó a usar a partir del año 2000 donde su contribución en la generación de electricidad no era significativa, ya que tan sólo representaba un 0.06% (SENER, 2012). En la siguiente gráfica se observa la evolución que ha tenido la participación de los combustibles.

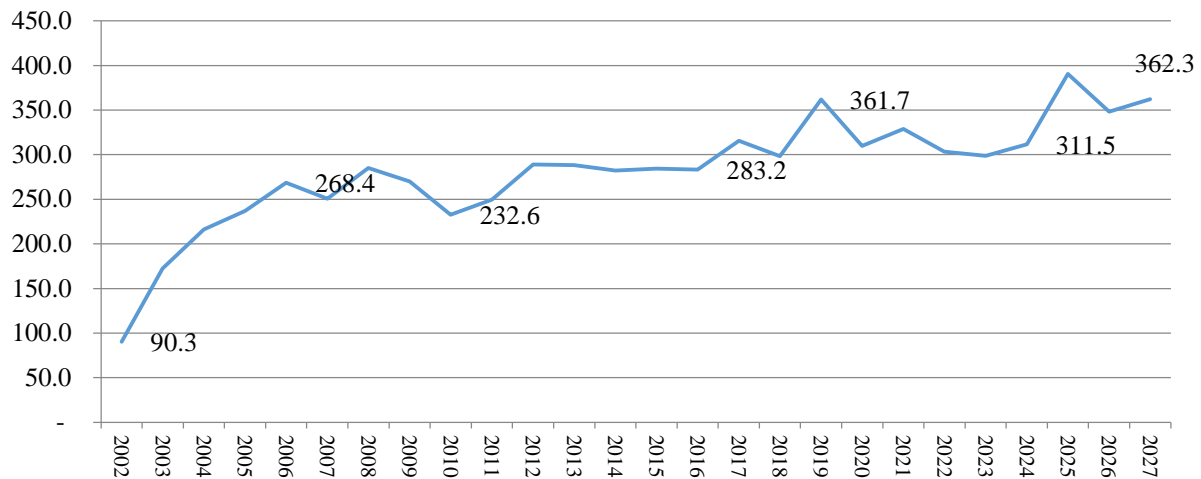
Gráfica 7. Participación porcentual de los combustibles en la generación de electricidad de Baja California, 2000-2025.



Fuente: Elaboración propia con datos de Muñoz, et al, 2012.

De la gráfica se observa que desde el año 2000, se ha incrementado la participación de gas natural en la producción de electricidad, pasando de un 6% hasta un 57% en 2012 (Muñoz, et al, 2012), perspectivas de la SENER (2014) muestran que la tendencia creciente en el uso de este combustible se mantendrá al menos hasta el 2027, aunque los volúmenes podrían variar según la tecnología que se emplee o por un factor externo, como inestabilidades económicas.

Gráfica 8. Demanda de gas natural en Baja California, sector eléctrico, 2002-2027 (millones de pies cúbicos diarios)



Fuente: Elaboración propia con datos de SENER-Prospectiva de gas natural y Gas L.P. 2013-2027

Con el creciente consumo de este combustible se está satisfaciendo la demanda en el Estado, sin embargo, no todos los efectos son positivos, pues a mayor consumo, mayores niveles de emisiones se generarán, con repercusiones negativas para el ambiente, la evolución en las emisiones, por tipo de combustible, se observa en la Gráfica 6, donde las emisiones producidas por el gas natural son cercanas a los 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

El reto para Baja California, motivado por el cuidado al ambiente, es disminuir la dependencia de gas natural para la generación de electricidad empleando fuentes renovables de energía, esto sin alterar la producción actual a base de combustibles fósiles y al mismo tiempo diversificando su Matriz Energética.

Por razones económicas, sociales y culturales, la oferta de electricidad y derivados del petróleo en Baja California no puede ser reducida de forma significativa. Una alternativa para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros GEI, sin afectar el suministro ni el consumo es buscar fuentes renovables de energía eléctrica potenciales en el Estado.

Entre las opciones de fuentes renovables potenciales en Baja California, se encuentra la energía eólica, la solar, la hidráulica, la geotérmica, la mareomotriz y la generada a partir de biomasa, de las antes mencionadas dos son las que actualmente sobresalen por su uso a nivel estatal: la

energía eólica producida en la Rumorosa y la energía geotérmica producida en Cerro Prieto, con capacidades de 10 y 720 MW respectivamente.

Además de las alternativas renovables de energía que existen, es posible, dada las características geográficas y de infraestructura de Baja California, explotar otras opciones que de igual forma tengan bajo impacto en las emisiones de GEI, como por ejemplo:

- 1) La energía mareomotriz es una de las alternativas factibles de ser aprovechadas en el Estado, se estima una capacidad de 800 MW (Muñoz et al, 2012) provenientes de las mareas que se forman en el Golfo de California.
- 2) La energía solar, representa una alternativa de gran potencial, ya que existen zonas consideradas como “de mayor incidencia de radiación solar” con más de 5.8 kWh/m<sup>2</sup>/día (CFE, 2009), específicamente, el municipio de Mexicali, donde la generación de energía con uso de paneles solares reduce el uso de fuentes no renovables de energías.
- 3) Otra opción, aprovechando los canales y las corrientes de agua existentes en el valle de Mexicali, son las micro hidroeléctricas, con un potencial de al menos 5MW (Quintero y Rivas ,1995), esto en la capital del Estado, ya que otra potencial fuente para esta tecnología es la presa El Carrizo con estimaciones de hasta 60 MW (Quintero y Sweedler, 2005).
- 4) La eólica una alternativa ya empleada en Baja California, actualmente genera 10 MW en la Rumorosa, cantidad factible de incrementarse pues, otra zona propicia para la generación eólica es la sierra de San Pedro Mártir. (SENER y GTZ, 2006).
- 5) La opción menos explorada, por lo menos a nivel estatal, es aquella basada en el uso de residuos agrícolas, cuyo potencial bioenergético para Baja California asciende a 2,739,272 Gj/año (Valdez-Vázquez, *et al*, 2010), principalmente en el valle de Mexicali como uno de los principales generadores de residuos agrícolas del Estado.

Las alternativas para la generación de energía eléctrica en Baja California a partir de fuentes renovables son variadas, todas son factibles de aplicar, sin embargo, la decisión de recurrir a determinada medida no se basa en gustos ni preferencias, en este caso se deben considerar los costos que se involucran al implementar cierta medida, así como los beneficios directos a los usuarios e incluso los impactos de la economía estatal.

La decisión de usar alguna fuente renovable de energía no debe afectar la oferta de electricidad, debe en todo caso, reducir la dependencia de las importaciones de electricidad y combustibles para su generación, así como representar ahorro para los consumidores y al mismo tiempo reducir las emisiones de GEI, lo cual implica un reto para el sector público y una oportunidad para seguir incursionando en la generación de energías limpias.

### **4.3 Políticas del sector**

Dentro de las propuestas establecidas como medidas que apoyen la mitigación de GEI, el sector Generación de Energía del PEACC-BC propone 4 medidas de política:

- 1) *Generación de electricidad a partir de Micro Hidroeléctricas (ES-1)*: esta política tiene el objetivo de incrementar en 35 MW la generación de electricidad en el Estado durante el periodo de tiempo de 2016 a 2022, mediante la construcción y operación de plantas micro hidroeléctricas, aprovechando las corrientes de agua u otros flujos que proporcionen la presión suficiente para la generación de electricidad.
- 2) *Diversificación de la Matriz Energética (ES-2)*: el objetivo es diversificar el 15% de las fuentes de energía en el Estado, ya que en su mayoría se produce con el uso de gas natural, y lo que se busca es emplear fuentes renovables, lo cual proporciona mayor estabilidad, sustentabilidad e incremento en la oferta de energía, se reduce el consumo de hidrocarburos y se reducen las emisiones de GEI, el periodo de implementación considerado es del 2014 al 2020.
- 3) *Energía renovable para edificios públicos (ES-3)*: el objetivo de esta política es producir 15 MW de energía renovable en los edificios públicos de Baja California, mediante sistemas e instalaciones que operen sin combustibles fósiles, el periodo considerado de implementación es 2014-2020.
- 4) *Paneles fotovoltaicos en viviendas existentes(ES-4)*: esta política busca incrementar el uso y generación de energías renovables en el sector residencial de Baja California mediante la compra e instalación de paneles fotovoltaicos, que en total sean capaces de generar 20 MW de electricidad, ello con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivados de la generación de electricidad, el periodo de implementación es 2014-2020.

Como se observa, cada una plantea medidas para generar electricidad a partir de fuentes renovables, para analizar la conveniencia de su aplicación, dos son los elementos claves que se tomaron en consideración: las emisiones evitadas y los costos asociados a la implementación.

#### **4.4 Metodología Utilizada (desafío de los cálculos)**

Para las emisiones se tomó como referencia información proporcionada por la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Estatal de Energía de Baja California, principalmente en el consumo de combustibles por cada MWh generado. Así mismo, se emplearon datos del Inventario de GEI para Baja California, elaborado en 2012, principalmente datos referentes a emisiones por cada tipo de combustible empleado para generar electricidad.

Teniendo las emisiones y la electricidad generada, se construyó un elemento clave para el sector, este es la intensidad de carbono para la electricidad expresado en tCO<sub>2</sub>e/MWh, a partir del cual es posible medir la cantidad de CO<sub>2</sub>e que se emite por cada MWh de electricidad que se genera a

partir de combustibles fósiles. Para ello fue necesario construir proyecciones para el 2030, año límite de aplicación para el análisis de la política, lo cual implicó búsqueda en las fuentes de información antes mencionadas, donde en algunos casos existen proyecciones, y para los casos donde no, se tuvo la necesidad de construirlas.

Una vez obtenidos los datos de emisiones se procedió a conseguir información sobre costos específicos de cada política, y con estos se calcularon los costos por reducción en emisiones, es decir, se obtuvo un costo de efectividad, expresado en  $\$/tCO_2e$ , que se interpreta como el costo monetario de reducir una tonelada de  $CO_2e$ .

Otro dato importante que se obtuvo fue el Valor Presente Neto (VPN), el cual mide si la inversión realizada se maximiza a lo largo del periodo de tiempo establecido y si generarán beneficios o no. Este cálculo fue de forma individual y se tomaron en cuenta todos los costos asociados a cada política así como una tasa de descuento del 5%.

La complicación para estos cálculos se encontró al momento de identificar costos específicos para Baja California, ya que algunas de las tecnologías consideradas en las políticas no se producen necesariamente en el Estado, por lo que se tuvo que recurrir a datos nacionales, y cuando estos seguían siendo limitados, respecto a la información que proporcionaban, se recurrió a fuentes o estudios internacionales que apoyaran en la búsqueda de costos.

#### 4.5 Resultados

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada una de las políticas del Sector Generación de Energía, los datos indican reducciones en las emisiones de  $CO_2e$  para los años 2020 y 2030, así como el valor acumulado que se espera alcanzar para el año 2030, y finalmente el costo total de efectividad para cada política.

La opción que mayores niveles de reducción presenta es la ES-2, referente a la diversificación de la Matriz Energética, que contribuye con el 92% en la mitigación de GEI, la aplicación conjunta de las políticas traería para 2030 una reducción de 17 millones de toneladas de  $CO_2e$ .

Tabla 3. Resultados del análisis microeconómico del sector Energía

Clave	Nombre de la política	GEI reducidos ( $TgCO_2e$ )			Año Base 2012 MX\$	
		Reducción anual		Acumulado	Rentabilidad VPN	Costo Efectividad
		2020	2030	2030	2014-2030 \$Millón	$\$/tCO_2e$
ES-1	Generación de electricidad a partir de Micro Hidroeléctricas	0.05	0.07	0.78	\$231	\$294
ES-2	Diversificación de la Matriz Energética	0.94	1.3	16.0	\$7,062	\$440
ES-3	Energía renovable para edificios públicos	0.01	0.02	0.22	\$6.9	\$31
ES-4	Paneles fotovoltaicos en viviendas existentes	0.018	0.025	0.30	\$150	\$505
<b>Total</b>		<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>17</b>	<b>\$7,449</b>	<b>\$439</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

Respecto al costo de efectividad se observa que la política con menores costos es la ES-3, el valor obtenido es de \$31/tCO<sub>2</sub>e, es decir, reducir cada tonelada de GEI, para esta política, implica un costo de \$31 pesos, sin embargo, es la opción que menores emisiones reduce. Con esto se observa, además, que en el caso del sector Generación de Energía entre mayores volúmenes de mitigación se tienen mayores costos.

Al igual que se incurre en costos, existen ahorros derivados de la reducción en el consumo de electricidad generada a partir de fuentes no renovables, ya que esto implica menor consumo de gas natural y ahorros en operación y mantenimiento de las tecnologías que de él dependen para su funcionamiento.

De forma agrupada, se observa que los ahorros que se obtendrían, para 2030, son de \$7,449 millones de pesos por el uso de fuentes alternativas de energía, siendo nuevamente la opción ES-2 la que mayores ahorros aporta al sector.

Los resultados en cuanto al abatimiento de emisiones son factibles de mejorarse, para ello es necesaria la participación de otro sector, el cual representa la parte de la demanda de energía, cuyas acciones repercutirán en cantidad entregada de electricidad, este sector es RCII (Residencial, Comercial, Industrial e Institucional).

Sí se combinan las medidas de mitigación entre el sector ES y el RCII los volúmenes evitados de GEI serán mayores y se tendrá mejores impactos positivos al ambiente, desde luego ello se tendría que analizar para considerar la factibilidad de implementar medidas conjuntas existentes en cada sector, ya que ello de igual forma implica costos.

#### **4.6 Implicaciones en materia de política pública**

Cada política presenta, en diferentes cantidades, reducciones de GEI, sin embargo la decisión de su implementación es tarea del gobierno estatal, quien debe considerar aquellas políticas clave que cubran los requerimientos de mayor importancia, en materia ecológica y económica, desde luego no todas las opciones pueden ser aplicadas, por lo menos en el mismo periodo de tiempo, sin embargo, aquellas que sean elegidas proporcionarán beneficios para el Estado y su población.

No todas las medidas planteadas significan costos directos para el Estado, con excepción de la implementación de tecnologías para la generación de electricidad en edificios públicos (ES-3), debido a que cada opción de política plantea el supuesto de que el 100% de las inversiones provendrán del sector privado.

La participación del gobierno estatal será, para este caso, de regulación en el funcionamiento y operación de las tecnologías y sus propietarios, con el fin de que vigilar que se cumpla con los niveles de producción de electricidad necesarios para la región.

Así mismo, será el gobierno estatal el encargado de vigilar los permisos para el establecimiento de las nuevas plantas generadoras, con el fin de que su establecimiento no perjudique el bienestar de las comunidades aledañas.

Con lo anterior, se busca el éxito en la implementación de las políticas, de forma tal que las mismas no afecten de ningún modo a la sociedad, y que por el contrario le traiga beneficios no sólo en el aspecto ambiental, sino también en el económico y social.

La combinación de los beneficios derivados de las medidas de mitigación, pondrían a Baja California como un ejemplo nacional en cuanto a la generación de electricidad mediante fuentes renovables y en cuanto al autoabastecimiento para el consumo de los sectores Residencial y Comercial.





# **Capítulo 5. Sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional**



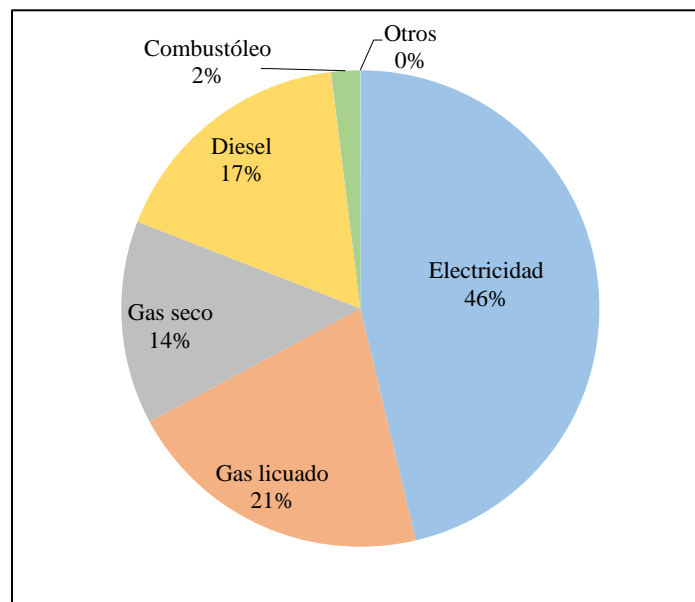


## 5.1 Generalidades y antecedentes del sector

El estudio de las emisiones de GEI del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional (RCII) deriva en el análisis de uno de los sectores más intensivos en los usos finales de energía en México que, como consecuencia, presenta quizás el mayor potencial de mitigación al cambio climático.

La participación de los diferentes energéticos en el sector RCII muestra que la electricidad, con 46 % del consumo total es el más importante del sector, seguido de gas licuado (21%), diésel (17%), gas seco (14%), y combustóleo (2%). La participación que tiene cada energético en el consumo final es un elemento de análisis fundamental para el cálculo de las emisiones del sector RCII en Baja California.

Gráfica 9. Participación de los diferentes energéticos en el consumo final del sector RCII

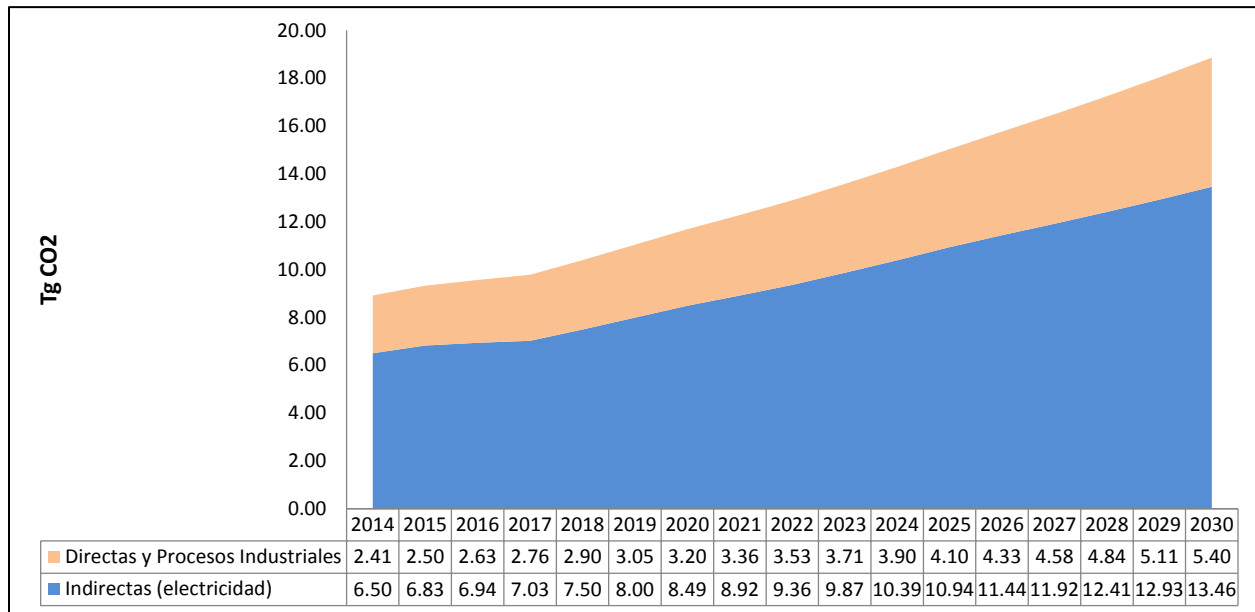


Fuente: Elaboración propia con información de Muñoz y Campbell (2012: 90)

En este sentido, hay tres categorías de emisiones vinculadas al sector RCII: 1) emisiones directas, 2) procesos industriales, y 3) emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad. Las emisiones directas proceden de fuentes donde se genera una actividad (en sitio) que implica la quema de combustibles fósiles, principalmente gas natural, gas licuado y carbón. Las emisiones de procesos industriales corresponden al hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), perfluorocarbonos (PFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) que se producen en los procesos de fabricación de equipos eléctricos y semiconductores. Las emisiones indirectas, por su parte, se producen con la quema de combustibles que, en el caso de la electricidad, sucede en las centrales de generación. La metodología para cuantificar las emisiones corresponde al Nivel 1 establecido por el IPCC (2006).

Con este marco de referencia, el escenario tendencial estimado del sector RCII en Baja California muestra que, las emisiones directas se incrementan en 124 % en el período analizado, pasando de 2.41 Teragramos de CO<sub>2</sub>e en 2014 a 5.40 Teragramos en 2030 (Gráfica 10). Las emisiones indirectas, por su parte, pasan de 6.53 a 13.46 Teragramos en el mismo período, lo cual representa un crecimiento de 107%.

Gráfica 10. Escenario base de emisiones de CO<sub>2</sub>e del sector RCII en Baja California (2014-2030)



Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Retos y Oportunidades del sector

Vale la pena destacar que una de las ventajas del esfuerzo que significa hacer planes estatales de acción climática, es el reconocimiento de las especificidades económicas, sociales, culturales y medioambientales de cada estado o región. En el caso de Baja California, se presenta lo que se puede llamar, una polarización de zonas climáticas. El municipio de Mexicali, con una población de 936,826 habitantes (INEGI, 2010), equivalentes al 29.7% del total de la población estatal, se localiza en una zona climática muy seca y desértica con temperaturas que alcanzan los 50°C en los meses de verano; mientras que los municipios de Ensenada, Rosarito, Tijuana y Tecate, que en conjunto tienen una población aproximada de 2,218,244 habitantes (INEGI, 2010), equivalentes al 70.3% del total estatal, se encuentran en una zona con clima seco mediterráneo. Este escenario deriva en grandes diferencias del consumo energético de todos los sectores dependiendo de la zona climática en que se encuentren, todo esto generado principalmente, por el consumo necesario para el confort térmico de edificios, industrias, oficinas y viviendas. Aunado a lo anterior, en México no se cuenta con información oficial de los usos finales de energía en los sectores residencial, comercial, público e industrial, lo cual representó un reto

metodológico importante para estimar los usos finales de energía, emisiones derivadas y potencial de mitigación en el sector RCII.

Para superar este reto metodológico, se hizo indispensable adaptar y mejorar una serie de estrategias metodológicas que permitieran estimar los usos finales de energía en todos los sectores de las dos zonas climáticas de Baja California. De esta manera, se pudo contar con información más precisa para conocer los principales factores determinantes del consumo final de energía y emisiones derivadas en todos los sectores, condición necesaria para el diseño e implementación de las diferentes políticas de mitigación, así como para la toma adecuada de decisiones.

El estudio y análisis realizado en el sector RCII resultó en la selección de una serie de políticas de mitigación relacionadas con el ahorro y eficiencia energética, políticas que tienen que ver con sustitución de equipos ineficientes, códigos de construcción de edificaciones, diseño arquitectónico sustentable en nuevas edificaciones y sustitución de combustibles fósiles por energía solar, este último referido al uso final de calentamiento de agua. Se destaca que este tipo de políticas son las que presentan costos menores para su implementación y, en términos generales, resultan en costos negativos cuando el análisis financiero se realiza en el mediano plazo.

### 5.3 Políticas del sector

Este sector se conforma de seis políticas de mitigación que a continuación se describen brevemente.

- 1) *Mejorar la eficiencia energética de nuevas edificaciones (RCII-1)*: Esta política tiene como objetivo mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas mediante la aplicación de la norma oficial de eficiencia energética “NOM-020-ENER-2011”<sup>5</sup>, con ello se busca reducir en 23% el consumo de energía por metro cuadrado de las nuevas edificaciones durante el período 2014-2020. La mayor parte de esta reducción corresponde al uso de ventiladores y aires acondicionados en el área de Mexicali.
- 2) *Mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas a través de equipos y enseres eficientes (RCII-2)*: El objetivo general de esta política es reducir adicionalmente un 15% la energía por metro cuadrado que demanden las nuevas viviendas, el periodo de implementación es 2014-2020. El supuesto principal de esta política es que, el uso de equipos y enseres tecnológicamente más eficientes, reducirá el consumo de electricidad, gas seco y gas licuado de las nuevas viviendas.

---

<sup>5</sup>La finalidad de esta norma es mejorar el diseño térmico de edificios para reducir el consumo de energía necesario para el confort térmico de las viviendas, tema que cobra relevancia en la zona que cubre la ciudad de Mexicali por las razones climáticas expuestas en el apartado de retos y oportunidades de este capítulo.

- 3) *Incrementar la eficiencia energética de edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial (RCII-3)*: Esta política plantea, mediante los supuestos explicados en la política de RCII-1 respecto a la normatividad oficial mexicana, reducir el consumo de electricidad, gas seco y gas licuado en viviendas existentes, y ampliar estas metas a las edificaciones del sector comercial. El objetivo general de esta política es reducir en 15% la energía por metro cuadrado que demandan las edificaciones existentes, el periodo de implementación considerado es 2014-2020.
- 4) *Eficiencia energética en el sector industrial (RCII-4)*: Esta política obedece al reconocimiento de que los procesos productivos en buena parte de la industria de Baja California son ineficientes. El objetivo general de esta propuesta es reducir la intensidad energética del sector industrial (de manera especial en motores, sistemas de automatización e iluminación) en 13% del valor actual, lo cual significa pasar de 0.043 a 0.038 Kilowatt-hora por peso producido. Tomando en cuenta que el sector industrial es el sector más intensivo en el uso de electricidad y el segundo más intensivo en el uso de energía en general, se contempla que el logro de esta meta producirá una reducción significativa de CO<sub>2</sub> respecto a la línea base estimada. Para la implementación de la política considera un periodo de tiempo que va de 2016-2022.
- 5) *Uso de calentadores solares en el sector residencial (RCII-5)*: Esta política plantea el uso de calentadores solares en viviendas de Baja California, lo cual produciría una reducción significativa en el consumo de gas licuado que se traduciría a su vez en una importante reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>e. El objetivo general de esta meta es reducir en 45% el consumo de gas licuado destinado al calentamiento de agua de las viviendas nuevas y existentes cuyo periodo de implementación va del 2014 al 2020.
- 6) *Uso de calentadores de paso en el sector residencial (RCII-6)*: Orientada al sector residencial, con la instalación de calentadores de paso, esta política busca el consumo eficiente de Gas LP empleado para calentar agua, el objetivo generales que 35% del total de viviendas en Baja California cuenten con un calentador de paso. Con esta tecnología se busca, sin alterar la cantidad demanda de agua, reducir en las viviendas los volúmenes consumidos de Gas LP, ello impactará de manera directa en la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero, el periodo de implementación de la política es 2014-2020.

#### **5.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos)**

El impacto de cada una de las políticas se midió considerando las toneladas de CO<sub>2</sub>e mitigadas y los costos en que incurre por su implementación, estos últimos se ven influenciados por el tipo de tecnología, la operación, mantenimiento y fuentes de financiamiento.

Uno de los elementos claves e importantes para la cuantificación son los objetivos, que son la guía para obtener resultados que se expresan en términos de costo de efectividad para cada política, es decir, el costo de reducir una tonelada de CO<sub>2</sub>e y se representa como \$/tCO<sub>2</sub>e, que puede estar en términos positivos o negativos. Un valor positivo significa que por cada tonelada reducida se incrementarían los costos, por el contrario, un valor negativo indica que cada tonelada reducida, por la aplicación de la política, significará ahorros monetarios.

Para obtener el costo de efectividad, dos son los datos indispensables que se requiere cuantificar: la reducción de emisiones a lo largo del periodo de tiempo establecido por cada política y el Valor Presente Neto que se obtiene considerando todos los costos y ahorros en que se incurre para cumplir con el objetivo planteado.

Las principales complicaciones para obtener resultados están relacionadas con: 1) el cálculo de emisiones abatidas durante la temporalidad de la aplicación de la política y 2) detectar los costos en que se incurren.

El cálculo de emisiones, principalmente en el sector residencial, tuvo que ser diferenciado en dos regiones, Mexicali y el resto de Baja California. Esto se debe a que las condiciones climáticas en la capital del Estado inducen a un mayor consumo de electricidad, sobre todo en la época de verano que es cuando se demanda mayor refrigeración en los hogares, motivo por el cual no se tomó un promedio o cifra representativa a nivel estatal, sino que, se hicieron cálculos de emisiones por región.

No siempre fue posible obtener datos específicos de costos para todas las políticas, la mayor complicación se dio en el sector Industrial, pues no existe información disponible sobre los usos finales<sup>6</sup> de energía por tipo de tecnología, ante esto se recurrió a casos internacionales que proporcionaran datos de referencia que pudiesen ser aplicados en las políticas.

Con lo anterior, la estructura básica de la metodología aplicada para cada política se dividió en: el cálculo de emisiones abatidas, ahorros consecuencia de la política y costos en que se incurren, todos ellos necesarios para obtener el costo de efectividad.

## **5.5 Resultados**

Para las seis políticas analizadas en el sector RCII, en la tabla 4 se muestran resultados de la reducción de emisiones para los años 2020 y 2030, la reducción acumulada de emisiones correspondiente al período 2012-2030, así como los ahorros netos y costos de abatimiento de cada política. La aplicación en conjunto de estas seis políticas de mitigación produciría los siguientes resultados:

---

<sup>6</sup> Los usos finales permiten estimar el costo por incremento en la eficiencia de la maquinaria y equipo

- Una reducción de 1.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año 2020 y 1.9 millones al 2030. Esto significa un acumulado de 22.76 millones de toneladas en el período analizado (2012-2030).
- Se generaría un ahorro neto de poco más de 32 mil millones de pesos al año 2020.
- El costo promedio por tonelada de abatimiento de CO<sub>2</sub> de las seis políticas de mitigación es de \$1,523.00.

Tabla 4. Resultados del análisis microeconómico del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional

Clave	Nombre de la política	GEI reducidos (TgCO <sub>2</sub> e)			Año Base 2012 MX\$	
		Reducción anual		Acumulado	Rentabilidad (VPN)	Costo Efectividad
		2020	2030	2030	2014-2030 \$Millón	\$/tCO <sub>2</sub> e
<b>RCII-1</b>	Mejorar la eficiencia energética de nuevas edificaciones	.02	.02	.26	-\$309	-\$1,172
<b>RCII-2</b>	Mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas a través de equipos y enseres eficientes	.02	.02	.43	-\$290	-\$675
<b>RCII-3</b>	Incrementar la eficiencia energética de edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial	.58	.58	8.20	-\$10,592	-\$1,342
<b>RCII-4</b>	Eficiencia energética en el sector industrial	.27	.73	6.1	-\$11,771	-\$1,915
<b>RCII-5</b>	Uso de calentadores solares en el sector residencial	.44	.44	6.1	-\$8,800	-\$1,435
<b>RCII-6</b>	Uso de calentadores de paso en el sector residencial	.14	.14	2.0	-\$3095	-\$1,559
<b>Total</b>		<b>1.5</b>	<b>1.9</b>	<b>23</b>	<b>-\$35,217</b>	<b>-\$1,523</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

Vale la pena señalar que, existen otras consideraciones que se toman en cuenta durante la cuantificación de cada una de las políticas y otras que, por la complejidad o especificidad en que incurre son excluidas del presente análisis, sin embargo, se toman las medidas necesarias para incluir los elementos suficientes para la estimación y obtención de resultados.

La estimación del potencial de mitigación relacionado con las políticas propuestas en el sector RCII, requiere un análisis exhaustivo que permita identificar posibles interrelaciones entre los distintos sectores considerados en este proyecto. Un claro ejemplo de esto es que, la implementación de políticas encaminadas a modificar la Matriz Energética en el sector Generación de Energía, conduciría a una reducción del Índice de Carbonización en la generación



de electricidad de Baja California, situación que disminuiría el potencial de mitigación de las diferentes políticas en el sector RCII ya que se generaría cada vez menos CO<sub>2</sub> por unidad de energía producida.

Tomando esto en consideración, cabe destacar que se identificaron posibles interrelaciones entre los sectores ES y RCII, por lo cual se procedió a realizar las estimaciones necesarias, todo esto dentro del marco metodológico utilizado, para evitar redundancias entre sectores y políticas así como la doble contabilidad de emisiones.

Se destaca también que, las políticas de ahorro y eficiencia energética propuestas en el sector RCII pueden generar impactos positivos en otras áreas que, si bien es imposible cuantificarlos por el momento, generan un entorno que favorece la implementación de este tipo de políticas. El supuesto teórico que sustenta este argumento es que, al disminuir el consumo, se reducen también las necesidades de generación de electricidad y, por consiguiente, las emisiones de gases de efecto invernadero, produciendo una serie de ventajas como mejorar la rentabilidad económica y competitividad, reducir la dependencia de las importaciones de electricidad (con lo cual se mejora la seguridad energética) y, optimizar el uso de las reservas de recursos naturales en la generación de electricidad.

La complejidad conceptual y metodológica que implica analizar este tipo de interrelaciones ha establecido una visión que separa y diferencia la mitigación al cambio climático de otras dimensiones inmersas en este fenómeno, como lo son la salud, seguridad y empleo. Reconociendo esta problemática, se destaca que en los últimos años se han desarrollado una serie de trabajos que señalan y cuestionan esta visión dominante (Smith *et al.*, 2001; Venema y Cisse, 2004; Tompkins y Adger, 2005; Robinson *et al.*, 2006; Klein *et al.*, 2007; y Goklany, 2007), y han cuantificado una serie de interrelaciones significativas entre las diferentes dimensiones que abarca el tema de afrontar al cambio climático. Una constante que aparece en todos estos estudios es la necesidad de que, con un enfoque interdisciplinario, se construya un cuerpo de conocimiento más sólido en este tema.

## **5.6 Implicaciones en materia de política pública**

Para lograr los objetivos de mitigación es importante la participación de los tres niveles de gobierno pues, se requiere un agente que regule el cumplimiento de los objetivos y parámetros planteados para cada una de las políticas, sin embargo, antes de establecer normas y lineamientos a seguir, la primer tarea es decidir, con base en los resultados, cuál política o conjunto de ellas debe aplicarse, esta tarea le corresponde a los gobiernos y sus representantes.

Habiendo elegido aquella medida o medidas, factible(s) no sólo en términos ambientales o económicos, sino también, de impacto social, es necesario vigilar, mediante normas, leyes o reglamentos que se cumpla. Es decir, la participación del gobierno (estatal y/o federal) y sus instituciones es ser el agente rector y, en algunos casos, de fondeo de la política de mitigación.

Para el sector RCII, la política donde existe participación directa del gobierno, mediante financiamiento, es la de RCII-5 “Uso de calentadores solares en el sector residencial”, pues contribuye con apoyo en la adquisición del equipo a instalar, esto mediante el programa PROCALSOL<sup>7</sup>, lo cual representa costos para el gobierno federal, así mismo, se encarga de vigilar que se cumplan con las normas de construcción de los equipos.

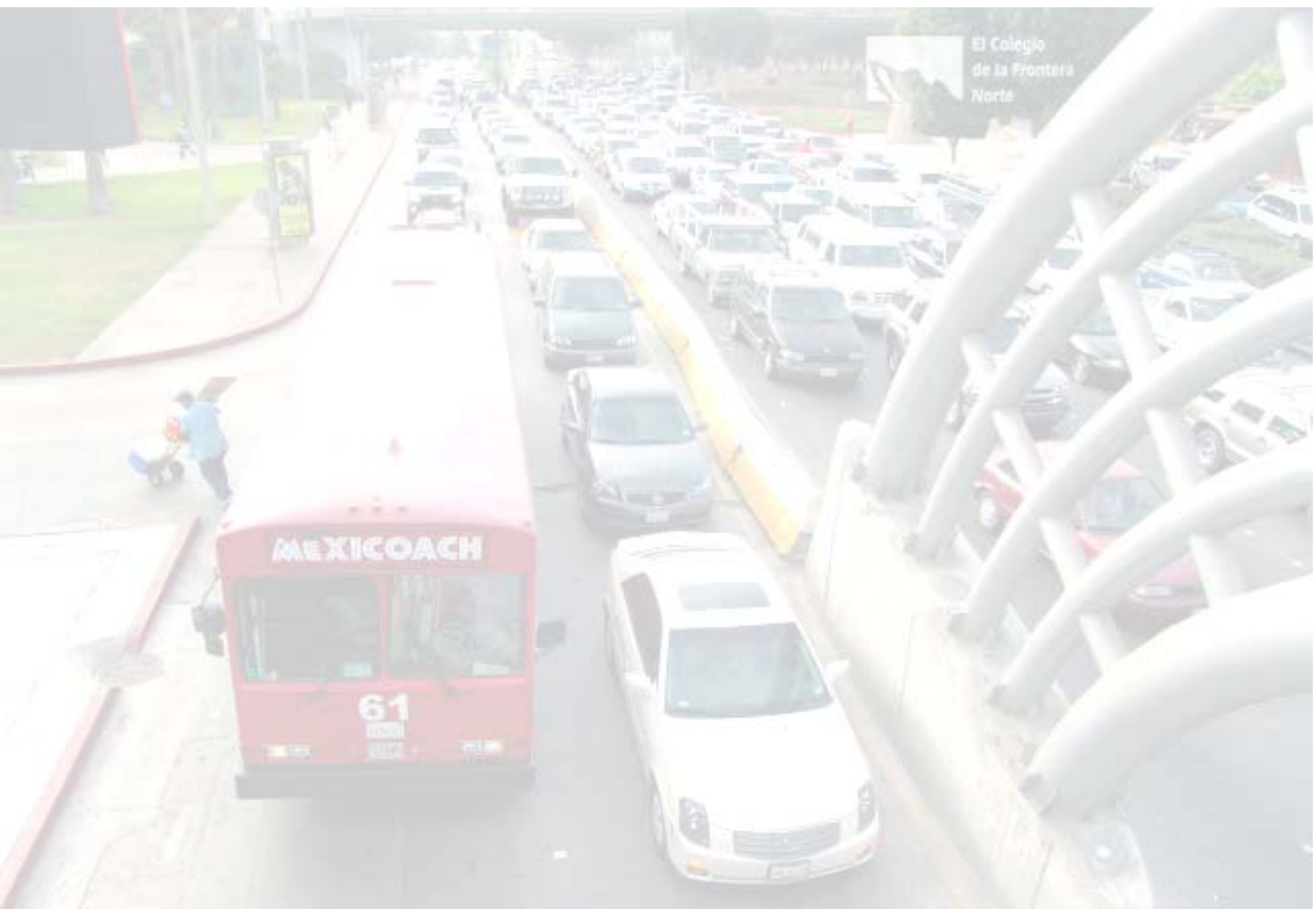
Una de las ventajas de las políticas de este sector es que la fuente de financiamiento proviene, para la mayoría de las políticas, del sector privado y esto significa menores costos gubernamentales y al mismo tiempo, ahorros para quienes aplican las medidas.

Para este sector, la principal función del gobierno sería la de regular que se cumplan los objetivos planteados y que se sigan las normas existentes de consumo de energía y de diseño de equipos y/o construcciones, como por ejemplo la NOM-020-ENER-2011.

---

<sup>7</sup>Programa que apoya las acciones para fomentar y ampliar el uso de calentadores solares. Fuente: SENER, disponible en: [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/antecedentes\\_del\\_procalso](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/antecedentes_del_procalso)

# Capítulo 6. Sector Transporte y Uso de Suelo



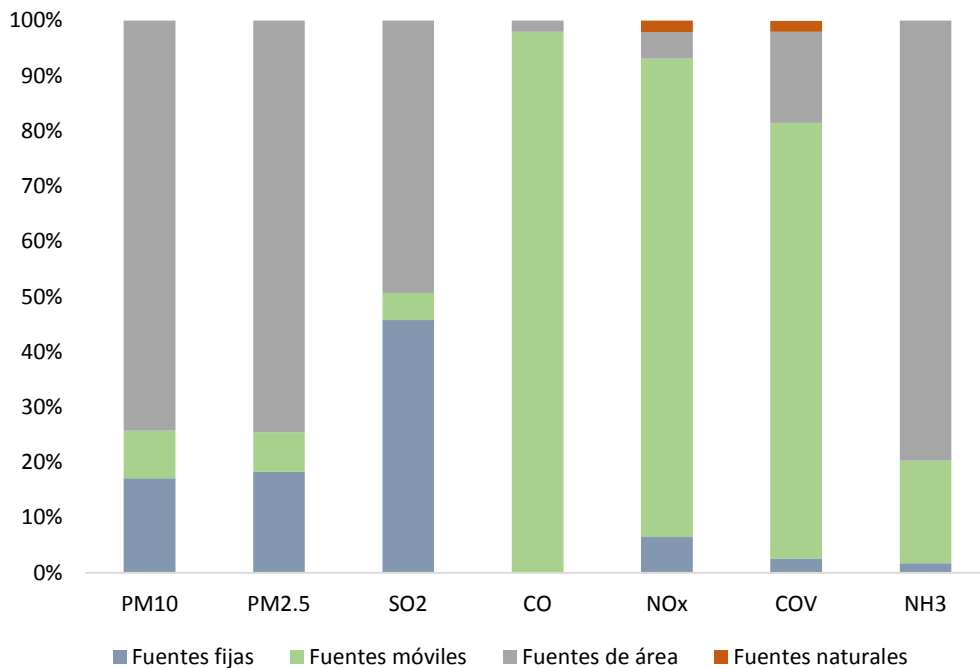


## 6.1 Generalidades y antecedentes del sector

La frontera México-Estados Unidos tiene una dinámica económica y social muy particular, a diferencia del resto del país. "El setenta por ciento del comercio bilateral cruza la frontera en transporte de carga, lo que significa que la región fronteriza es, literalmente, el lugar en el que "el caucho golpea el camino" en las relaciones bilaterales" (Reporte del estado de la Frontera, 2013).

El cruce de camiones pesados es uno de los reflejos de la dinámica que tiene la frontera, y que además de los beneficios económicos, se tienen también efectos ambientales y en la salud de la población. Los vehículos pesados a diésel, la maquinaria de la construcción y la maquinaria agrícola son las tres fuentes generadoras de emisiones más grandes en el lado mexicano de la región fronteriza (IEC, 2007). De acuerdo al PROAIRE de la Zona Metropolitana de Tijuana (ZMT) 2012-2021, las fuentes móviles que circulan por carretera, en donde se encuentran los vehículos pesados, son los mayores emisores de NOx y CO en comparación con el resto de las fuentes emisoras.

Gráfica 11. Contribución porcentual de cada fuente, al total de las emisiones en la ZMT.



Fuente: Elaboración propia con información de PROAIRE, Zona Metropolitana de Tijuana 2012-2021

Además del flujo comercial por carretera, existe un gran flujo de personas que se trasladan de Baja California a California y viceversa, este flujo se da mayormente en vehículos particulares. El gran uso de vehículos particulares responde también a la ausencia de una oferta de transporte público vinculada a los patrones de movilidad eficiente y segura, que ha ocasionado que los

requerimientos de la movilidad de la creciente población de la ZMT se resuelvan a través de un incremento en la tasa de motorización privada (Rehovot, 2012).

La región fronteriza presenta cierta facilidad para la compra de vehículos usados para ser importados y que puedan circular tanto en Baja California como en el resto del país, sin embargo, las condiciones mecánicas de muchos de esos vehículos no son las más favorables para el ambiente ya que, entre otras cosas, tienen un rendimiento de combustible muy bajo en comparación con vehículos más nuevos, lo que ocasiona un mayor consumo de combustible, y por ende, las emisiones de contaminantes aumentan.

Tanto las actividades económicas de la región como el acelerado crecimiento poblacional tienen un efecto en la movilidad de las personas, pero también en la forma en que éstas se asientan. La ZMT registra un complejo tema de auto-construcción de vivienda de manera irregular, mediante el cual grupos de población deciden asentar sus viviendas en zonas no adecuadas para el desarrollo urbano (Rehovot, 2012).

El Estado de Baja California comparte algunos de los principales problemas en materia de transporte con otras grandes ciudades del país, sin embargo, el contexto geográfico, demográfico y económico convierte esos problemas en una oportunidad para rediseñar las políticas públicas del Sector Transporte y fijar metas en la reducción de emisiones.

## **6.2 Retos y oportunidades del sector**

Entre las estrategias para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes del Sector Transporte que se realizan en todo el mundo, se encuentran aquellas dirigidas principalmente en la reducción del consumo de combustible fósil como gasolina y diésel, debido a que estos combustibles son los más utilizados y además, el proceso de extracción, producción y distribución contribuyen significativamente en las emisiones de contaminantes.

En Baja California existen una serie de retos que se tienen que enfrentar en el Sector Transporte. Las ciudades que lo conforman se encuentran en constante crecimiento poblacional y económico, principalmente; lo que conlleva a un incremento en los servicios de transporte público, vialidades y vivienda, entre otros.

El vertiginoso crecimiento urbano acompañado de la expansión territorial de la ZMT ha originado la modificación de los atractores de movilidad y por ende, la creación de nuevos patrones de origen y destino (Rehovot, 2012: 10) con diferentes medios para su movilidad. El transporte público se constituye de camiones urbanos, minibuses comúnmente llamados “calafias”, taxis privados y taxis colectivos. Uno de los principales problemas de la existencia de una gran variedad de rutas y tipos de medios de transporte, es que las rutas se sobre posicionan con las ya existentes y generan, tanto congestionamiento vial como un mayor número de emisiones.

Debido a la cercanía geográfica con Estados Unidos, existen también facilidades para la importación de vehículos con una antigüedad de hasta 10 años, del año en el que se vaya a importar, esto genera que los vehículos que circulan no tengan el rendimiento de combustibles más eficiente y el incremento en el índice de motorización. Además de esto, la dinámica comercial fronteriza genera también un incremento en el cruce de camiones, y por ende, aumento en las emisiones de esa flota en particular.

De acuerdo a información recabada en 2010, la edad promedio de los vehículos en Baja California es de 8.91 años.(PEACC, 2012:88), con un rendimiento promedio de 6.11km/t, a pesar de que esta cifra ha ido en aumento, el rendimiento es aún muy bajo, en comparación con los nuevos vehículos que consumen menos combustible a mayor distancia recorrida. Tanto la flota vehicular particular como los vehículos utilizados para el transporte público son un reto para el Gobierno del estado de Baja California, por lo cual, modernizar la flota significaría un ahorro en combustible y a su vez, una disminución en las emisiones de GEI.

Proporcional a los retos, son las oportunidades que tiene el estado de Baja California. La experiencia en materia de regulación ambiental y particularmente de calidad del aire de California, le da a Baja California una ventaja sobre el resto de los estados de la república. Además, es un estado con oportunidades para la generación de energías alternativas, además de esto, los campos agrícolas permiten la producción de biocombustibles. El constante crecimiento poblacional si bien es un gran reto para las ciudades, es también una oportunidad para la planeación urbana, en donde se pueden aplicar modelos integrales de movilidad y densificación de zonas.

El estado de Baja California por situarse geográficamente en frontera con el estado de California, en Estados Unidos presenta una gran oportunidad para avanzar en materia de control de emisiones. Desde la firma del Convenio de La Paz en 1983<sup>8</sup>, y con el establecimiento del Programa Frontera XXI en 1995 se iniciaron acciones puntuales como la instalación de estaciones de monitoreo de la calidad del aire en Tijuana y Mexicali. Ello significó una de las principales bases para la gestión de la calidad del aire, ya que permitió conocer el estado de contaminación del aire en las principales ciudades de Baja California (López, 2014:70). Además del conocimiento transmitido y la colaboración conjunta entre ambos Estados, se podrían establecer convenios para otorgar subsidios para la instalación de filtros de partículas en camiones pesados que cruzan hacia Estados Unidos.

La energía solar es una fuente alternativa que puede beneficiar al Sector Transporte con la instalación de centros de carga para vehículos eléctricos, ya sea vehículos pertenecientes a la flota gubernamental, para el transporte público o vehículos privados. Los biocombustibles que se podrían generar en el campo de Baja California son una gran oportunidad para el sector, ya que se estaría modificando el consumo tradicional de combustibles fósiles y contribuyendo así a la reducción de emisiones de GEI, lo que permitiría incursionar en la venta de bonos de carbono.

---

<sup>8</sup>Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza. Secretaría de Relaciones Exteriores. 14 de agosto, 1983. La Paz, B.C.S, México.

### 6.3 Políticas del sector

Las políticas analizadas en el sector Transporte fueron seis, las cuales se describen brevemente a continuación:

- 1) *Control del Carbono Negro (TLU-1)*: el objetivo de esta política es reducir las emisiones de carbono negro en camiones con un peso mayor a tres toneladas mediante la instalación de filtros de partículas en el 40% de los camiones y autobuses y que hayan sido manufacturados entre 1988 y 1997. Este porcentaje de reducción se aplicaría en el período de 2016 a 2025.
- 2) *Combustibles Alternativos (TLU-2)*: esta política plantea el objetivo de comercializar la producción de bioetanol y biodiesel para el consumo del transporte. La meta cuantitativa depende de la capacidad de producción de bioetanol del sector agrícola, por lo que se planteó una meta de 32,250,000 litros de bioetanol del 2017-2030. Para el caso del biodiesel, se tuvo como objetivo la recolección de 500,000 litros de aceite vegetal usado a partir del 2017 y hasta el 2025, para alcanzar la meta de 4,500,000 litros anuales a partir del 2025 y hasta el 2030.
- 3) *Mejorar la eficiencia vehicular (TLU-3)*: esta política tuvo como objetivo retirar de circulación a vehículos con una antigüedad mayor a 21 años, en 1% anual. El período de aplicación de ésta política es de 2016 al 2030.
- 4) *Mejorar la red de transporte público (TLU-4)*: el objetivo inicial de esta política fue articular un sistema de transporte integral que incluyera transporte colectivo eficiente, acceso a vialidades ciclistas y peatonales. Las metas fueron cambiaron poco a poco por la falta de información, en un inicio fueron enfocadas en el incremento del uso de bicicletas como medio de transporte a un 5%, reducir el índice de motorización a 0.4 vehículos per cápita, reducir a 45 minutos el tiempo promedio de viaje, entre otras, y al final fueron enfocadas a la sustitución de taxis colectivos de baja capacidad por autobuses híbridos de pasajeros. La temporalidad también fue cambiando en concordancia de las metas cuantitativas.
- 5) *Crecimiento inteligente (TLU-5)*: tiene como objetivos el incremento de la densidad poblacional en 5%, mejorar el balance empleo/vivienda en 10% y reducir la distancia hacia paradas de camiones a un 7%, esto para reducir la demanda de uso del vehículo particular. La implementación de la política se planteó del 2015 al 2030.
- 6) *Eficiencia energética de la flota vehicular gubernamental (TLU-6)*: plantea la adquisición anual de vehículos híbridos en lugar de vehículos convencionales en un 40% anual para el gobierno estatal. El periodo de cuantificación abarca del 2015 al 2030.



#### **6.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos)**

El diseño y evaluación de cada una de las políticas de mitigación del Sector Transporte representó muchos retos. Inicialmente el sector se conformó de seis políticas de mitigación, sin embargo, una de ellas tuvo que ser eliminada por la falta de información que permitiera un análisis más completo y ajustado a la realidad del Estado. Cada una de estas políticas representó un desafío en la obtención de información, ya que se requirieron datos muy específicos para poder realizar algunos cálculos, tanto para el desarrollo de la sección de emisiones como para el análisis de costos.

Para el desarrollo de los cálculos de TLU-1 se requirió inicialmente el número de camiones mayores a 3 toneladas que utilizaran diésel como combustible, posteriormente, se debió puntualizar la información con la antigüedad de los camiones. El desafío de esta política fue unir las diferentes fuentes de información con las que se contaba y crear una base de datos muy específica.

La propuesta de política “TLU-2: Combustibles alternativos” fue una política compuesta, es decir, requirió información del Sector Agricultura, específicamente de la política de AFOLU-4 (producción de etanol a partir de sorgo dulce) y también de cálculos del sector de Manejo de Residuos, particularmente de WM-4 (producción de biodiesel) para el desarrollo de los cálculos de ésta. El principal desafío se encontró en la sección financiera, tanto de los costos de capital como de los costos de operación y mantenimiento. Para el desarrollo de los cálculos financieros fue necesario establecer costos de inversión para el proceso de transporte de combustibles, mezclado y almacenamiento, y finalmente de distribución y comercialización, dicha información se tendría que obtener de Pemex, organismo encargado de la exploración, extracción, refinación, distribución y comercialización de los combustibles de origen fósil en México. A pesar de la poca información disponible en el sitio oficial del organismo, se logró obtener la información mediante diferentes estudios de pruebas piloto de biocombustibles realizadas en México y ajustarlas al entorno de Baja California.

El reto de TLU-3 fue la obtención de la base de datos del padrón vehicular del Estado con toda la información requerida para el análisis. A pesar de la falta de datos completos, se logró obtener el porcentaje de vehículos elegibles para retiro, con un rango de confianza aceptable.

Al inicio del desarrollo del proyecto se estableció como propuesta de política TLU-4, la cual tenía como objetivo cuantificar la implementación de una red de transporte integral, que fuera incluyente con todos los sistemas de movilidad: peatonal, ciclista, vehículos particulares y transporte público. Cada uno de estos sistemas involucraba una serie de bases de datos que finalmente no fue posible conseguir por la inexistencia de la información o por la falta de sistematización de la misma de parte de las dependencias gubernamentales.

Debido a lo anterior la política fue teniendo modificaciones con base en la existencia de información, por lo que se realizó un esfuerzo por calcular la reducción de emisiones y costos por sustituir taxis colectivos por camiones híbridos. A pesar de tener la contabilización aproximada de las emisiones a reducir y los costos por tonelada de CO<sub>2e</sub> reducido por la

sustitución de una tecnología de transporte por otra, el objetivo inicial de la política era ya muy distante a lo cuantificado. La idea original para esta política era ofrecerle al Estado una alternativa de organización del sistema de transporte que fuera integral y cuantificar las reducciones y costos que ello implicaba, sin embargo, debido a la serie de problemas existentes y ya planteados, el Panel de Expertos y el equipo del CCS, tomó la decisión de eliminar TLU-4.

Para el desarrollo de la propuesta de política TLU-5 se calcularon los kilómetros recorridos por vehículo con base en la población total de la Entidad para poder calcular la reducción porcentual para cada uno de los objetivos, utilizando información del Centro Estatal del Transporte de Washington (TRAC), y así, finalmente obtener las reducciones de emisiones con base en las emisiones usuales.

Finalmente, la propuesta de política TLU-6 fue una política relativamente sencilla de cuantificar, ya que sólo se requería el número de la flota vehicular gubernamental. A pesar de contar con el padrón vehicular del gobierno del Estado, era necesario conocer ciertas características de los vehículos, como el rendimiento de combustible, por lo cual, se tuvo que inferir dicha información de acuerdo a la marca, línea y modelo (año), información con la que si se contaba.

## **6.5 Resultados**

El Sector Transporte es uno de los que tiene más contribuciones de Gases de Efecto Invernadero en comparación con el resto de los sectores. Son muchos los factores que contribuyen a ello, no solo la existencia y dependencia de un número cada vez mayor de vehículos convencionales en circulación, sino también se debe al crecimiento poblacional exponencial, la falta de una planeación urbana integral, sistemas de transporte y vialidades deficientes, falta de cultura vial, entre otros factores.

Entre las opciones de mitigación disponibles a nivel mundial se encuentran aquellas enfocadas en la reducción del consumo de combustibles fósiles en camiones y vehículos, sin embargo, tecnologías de bajo consumo de combustible aún no se encuentran al alcance de la mayoría de la población debido al alto costo que representa.

Después de haber diseñado las políticas de mitigación para el Sector Transporte en Baja California y haber realizado los cálculos de costo-beneficio para cada una de ellas, se presentan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Resultado del análisis microeconómico del sector Transporte

Clave	Nombre de la política	GEI reducidos (TgCO <sub>2</sub> e)			Año Base 2012 MX\$	
		Reducción anual		Acumulado	Rentabilidad VPN	Costo Efectividad
		2020	2030	2030	2014-2030 \$Millón	\$/tCO <sub>2</sub> e
TLU-1	Control de Carbono Negro	0.046	0.000	0.30	\$60	\$196
TLU-2	Combustibles Alternativos	0.034	0.078	0.77	-\$291	-\$376
TLU-3	Mejorar la eficiencia vehicular	0.003	0.008	0.070	-\$81	\$1,154
TLU-4	Mejorar la red de transporte	No cuantificada				
TLU-5	Crecimiento inteligente	0.011	0.036	0.28	-\$480	-\$1,716
TLU-6	Eficiencia energética de la flota vehicular gubernamental	0.0001	0.0001	0.0015	\$2.3	\$1,615
<b>Total</b>		<b>0.095</b>	<b>0.12</b>	<b>1.4</b>	<b>-\$789</b>	<b>-\$564</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico.

De acuerdo a la columna de reducciones acumuladas para el año 2030, la política que representa una reducción mayor de emisiones de GEI es TLU-2, con una reducción de 0.77 TgCO<sub>2</sub>e. La sustitución de gasolina y/o diésel para realizar las mezclas de biocombustibles, tienen un impacto positivo y significativo en la reducción de emisiones de GEI. Además de esto, el costo de efectividad de esta política representa ahorros, ya que por cada tonelada de GEI reducida, se ahorran \$376 pesos.

Otra de las políticas que representa una reducción para el Sector Transporte es la TLU-1. La instalación de filtros de partículas en camiones pesados representa una opción viable para la reducción de emisiones, sin embargo, tiene costos positivos, es decir, cada tonelada reducida tiene un costo de 196 pesos. Aunque el control del carbono negro puede reducir más del 90% de las partículas y, por lo tanto, tiene un gran beneficio en materia de salud, los filtros son costosos.

Las dos políticas con mejor costo de efectividad fueron TLU-3 y TLU-5. La política TLU-3 resultó con un costo de efectividad de -\$1,154 pesos por cada tonelada reducida, es decir, el retiro de vehículos en circulación representa ahorros. La política TLU-5 es la que resultó con el costo de efectividad de -\$1,723, es decir, con ahorros por su implementación. Además de esto, esta política representa una reducción significativa de emisiones acumuladas para el 2030.

Como resultado de TLU-6 se obtuvo que el gasto que haría el gobierno por la compra de vehículos convencionales sería muy equivalente a adquirir vehículos híbridos, ya que no existe una gran diferencia entre el precio de ambos tipos de vehículos, considerando las mismas características de carrocería, sin embargo, existen beneficios en cuanto a las emisiones

ahorradas, para el año 2030, la implementación de esta política generaría una reducción de 1,500 toneladas de CO<sub>2</sub>e, considerando la flota de estudio propuesta. Cabe mencionar que los objetivos de esta política se mantuvieron conservadores por la falta de información, lo que dio como resultado un número pequeño de reducción de emisiones.

## **6.6 Implicaciones en materia de política pública**

Las acciones que se realizan en los tres órdenes de gobierno, siguen, además de las necesidades y objetivos planteados por cada nivel, acciones internacionales. En materia de cambio climático, la firma del Protocolo de Kioto y los acuerdos celebrados en las Conferencias de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas, son un punto de partida para las acciones locales. Muchas de las acciones federales tienen repercusión a nivel local, por lo que se promueve entre los gobiernos estatales y municipales iniciativas para contribuir en la reducción de las emisiones de GEI.

Las políticas contenidas tanto en la primera etapa como en esta etapa de cuantificación del PEACC-BC, responden a lo anterior. La importancia de contar con un inventario de GEI Estatal y de proponer medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, es cada vez mayor.

El transporte es uno de los sectores más importantes tanto a nivel mundial como local, ya que de este sector depende en gran medida las interacciones del resto de los sectores, como por ejemplo, la movilidad de la población a centros de trabajo, comercio de bienes, prestación de servicios, etc. Sin embargo, es también uno de los sectores que representa mayor contribución en los GEI, siendo en Baja California, el sector que más contribuye a las emisiones de GEI, seguido del sector de energía.

Así, la existencia de programas a nivel federal, estatal y municipal permite que las políticas cuantificadas tengan un marco de acción para su implementación o para acceder a financiamiento.

Para el caso de la política TLU-1, existe en California, Estados Unidos gran experiencia en materia de control de emisiones de carbono negro para vehículos pesados. A través de la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) se podrían establecer convenios de cooperación entre ambos gobiernos para gestionar financiamiento para la instalación de filtros de partículas en la flota vehicular, a través por ejemplo del Programa de Acceso al Capital de California (CalCAP).

En cuanto a TLU-2, que se compone de la producción y la comercialización de los biocombustibles, la implicación en política pública para la producción de biocombustibles se aborda en el capítulo 7. En cuanto a la mezcla, transportación y distribución del bioetanol o biodiesel, en México, es Petróleos Mexicanos la dependencia encargada de destinar los recursos a nivel Federal para cada uno de los procesos y establecer los precios de mercado del combustible.

La política TLU-3 referente al mejoramiento de la eficiencia del parque vehicular con una antigüedad de 20 años, tiene ya un antecedente de aplicación a nivel federal. El Programa de

deschatarización impulsado por la Secretaría de Economía en 2009 tuvo el objetivo de renovar el parque vehicular y se destinaron 500 millones de pesos a nivel federal, a pesar de que no tuvo el éxito esperado por algunas deficiencias de operación y cuestiones administrativas, la iniciativa tuvo el apoyo de las empresas automotrices.

Existe también en Baja California el Programa de Verificación Vehicular, el cual es necesario realizarlo para la renovación de placas y poder así circular en el Estado. Este programa refuerza la necesidad de sustituir el parque vehicular que tiene una antigüedad mayor a 20 años y que podría no cumplir con los requisitos ambientales del programa.

La política de TLU-5 que plantea un crecimiento inteligente mediante el incremento de la densidad poblacional y el balance de distancia del trabajo a la casa, ha sido tarea de los gobiernos estatales y municipales y algunas de las medidas se encuentran desarrolladas en los Planes Municipales de Desarrollo y Planes de Desarrollo Urbano. Son los gobiernos locales y estatales los encargados de solicitar recursos para a nivel federal para llevar a cabo los objetivos planteados. El diseño inteligente del espacio, la ubicación de centros de trabajo y fraccionamientos de vivienda son un punto clave para que esta política pueda tener el impacto analizado.

El mayor impacto a nivel de política pública de TLU-6 es que el gobierno “pone el ejemplo” de cuál es la tendencia en materia de transporte, y que además, se preocupa por el cuidado del medio ambiente y la calidad del aire de la población. El financiamiento que recibe el gobierno estatal para la adquisición de vehículos oficiales debe ser canalizado para la compra de vehículos híbridos, en lugar de los convencionales. Ésta es una política que puede marcar la tendencia del Estado en cuestiones ambientales, tanto a nivel estatal como federal.



# Capítulo 7. Sector agricultura, silvicultura y otros uso de suelo



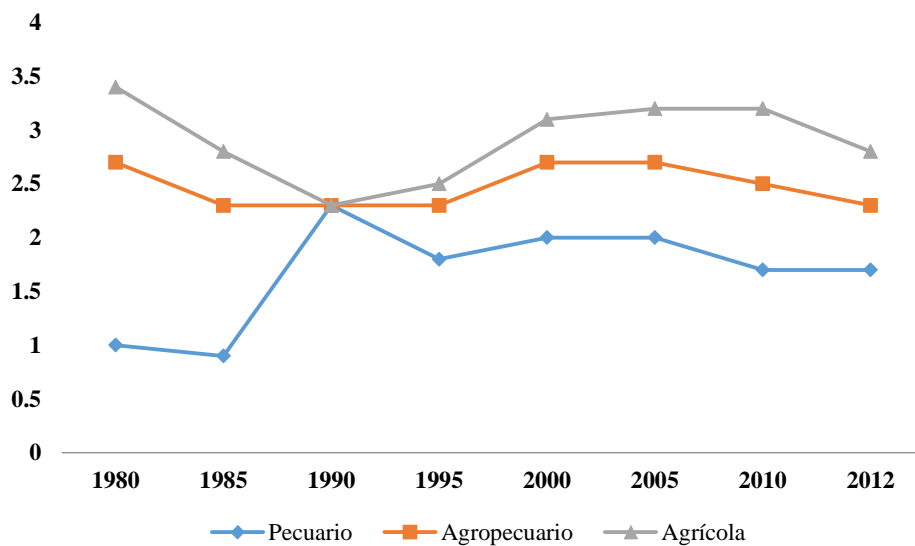




## 7.1 Generalidades y antecedentes del sector

La agricultura de Baja California cuenta con productos que son de importancia a nivel nacional como el algodón y trigo, y a nivel internacional; las hortalizas, cebollín, espárrago, tomate, fresa, aceituna y la vid (Avendaño y Várela, 2010). Además, el estado tiene los índices más bajos en cuanto a fragmentación de la tierra, el tamaño promedio del predio en la entidad es de 66 hectáreas, comparada con el promedio nacional de 8 hectáreas (INEGI, 2007).

Gráfica 12. Participación porcentual de Baja California en el Valor de la Producción Agropecuaria Nacional, 1980-2012 (Porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de Baja California, 2014.

Asimismo, cuenta con una producción de ganado: bovino de engorda y lecheros, que se crían en corral y en praderas artificiales de zacate “*ryegrass*” para pastoreo; porcino; y aves de corral para engorda y pastura. También hay pequeñas producciones de ganado ovino, caprino, y explotación de colmenas para obtener miel y cera (Gobierno de Baja California, 2013).

En el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, Baja California contaba con una superficie agrícola de 378,953 hectáreas, un poco de más del 5% de la superficie total del Estado. Las cuales se encuentran divididas en dos regiones agrícolas: la zona de la costa y la del valle de Mexicali. La primera incluye los municipios de Tecate, Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada, donde San Quintín es el valle más importante, se practica el cultivo de temporal y riego, y se caracteriza por su riego tecnificado (goteo, aspersión y micro-aspersión), especialmente en Ensenada (SAGARPA, 2014). La segunda región corresponde al municipio de Mexicali,

ligeramente es menos extenso que la otra zona, predomina el cultivo de riego, y solo un pequeño porcentaje es riego tecnificado.

Tabla 6. Cultivos más importantes en el Estado por zona

Cultivo	Zona agrícola
<b>Trigo grano, algodón hueso, sorgo forrajero, sorgo grano, alfalfa achicalada, cebollín, cártamo, esparrago, avena forrajera achicalada y ryegrass en verde.</b>	Valle de Mexicali
<b>Tomate rojo (jitomate), uva, cebada forrajera achicalada, avena forrajera achicalada, cebolla, trigo grano aceituna y fresa.</b>	Zona costa

Fuente: SEFOA, 2014

Aunado a lo anterior, la producción agrícola de Baja California se divide en tres ciclos: primavera-verano, de marzo a septiembre; otoño-inverno, de octubre a febrero; y en menor medida, el perenne que duran varios años en producción como la aceituna y el espárrago. Cerca del 98% de la agricultura se realiza en campo abierto, especialmente en Mexicali, el resto de las unidades de producción cuentan con invernadero y/o vivero, principalmente en Ensenada.

Lo que respecta al régimen de la tenencia de la tierra, el 63.9% de las unidades de producción son ejidal, 29.9% privada y 6.2% mixta. La superficie agrícola queda muy similar, 52.2% corresponde al régimen ejidal, 28.1% privada y 19.4% es mixta. El municipio de Mexicali cuenta con los más altos porcentajes de unidades de producción privadas, seguido por Ensenada, Playas de Tijuana, Tecate y Tijuana (INEGI, 2007).

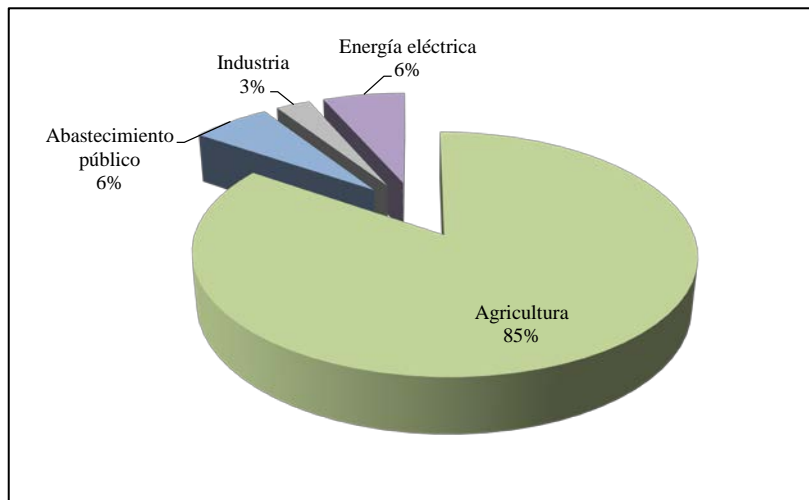
## 7.2 Retos y oportunidades del sector

Lo que respecta a la situación actual del sector agropecuario de Baja California y a nivel nacional, es que se ha perdido dinamismo, cuenta con menos recursos para financiar su desarrollo, lo que lo convierte en menos competitivo, y presenta altos índices de desempleo (Basurto y Escalante, 2011). Uno de los casos más relevantes es la de los pequeños productores, que son los que se han visto mayormente afectados ante esta situación, ya que la mayoría no cuenta con los recursos suficientes para cubrir la inversión inicial, maquinaria o infraestructura. Por tanto, están obligados a la solicitud de préstamos y renta de estos servicios o equipos, lo que incrementa la inversión año con año, mientras que el valor de las cosechas no aumenta en la misma proporción.

Otro reto para el sector agropecuario es el cambio climático, ya que este sector es muy vulnerable ante sus impactos. Entre algunos ejemplos se encuentran: disminución de rendimientos de los cultivos en medios más cálidos debido al estrés por las altas temperaturas, incremento de plagas y enfermedades, aumento de incendios, problemas de calidad del agua y florecimiento de algas, y reducción del suministro de agua de riego (FAO-Sagarpa, 2012).

Aunado a lo anterior, la disponibilidad de agua en Baja California y los altos requerimientos para la agricultura es un asunto a destacar. Por un lado, las incidencias de precipitación pluvial en la entidad son bajas, y el Río Colorado es el principal proveedor de este recurso, 57% del agua que se utiliza en el estado proviene del Río Colorado, el resto de acuíferos subterráneos y una minoría de presas (Gobierno del Estado, 2013b). Por el otro, Baja California también tiene que enfrentar la inseguridad de abastecimiento público futuro, baja eficiencia de los sistemas de agua potable y riego, sobreexplotación de los acuíferos de la región, deficiente cultura del agua y falta de infraestructura de medición (CEA-SEFOA, 2008).

Gráfica 13. Consumo de agua en Baja California, 2009



Fuente: CONAGUA, 2011

En el caso de la ganadería también presenta algunas problemáticas de índole económico, ambiental y social. Los temas claves en la ganadería de Baja California son la rentabilidad, el aumento de insumos (especialmente en el caso de la producción lechera), la comercialización, y el escaso valor agregado que obtienen los productores. También, el tratamiento de excretas se ha convertido en una cuestión a resolver, más discreta que las anteriores, pero no menos importante.

Por lo anterior, es indispensable la adopción de medidas estratégicas para rescatar el sector y poder crear empleos e incrementar los ingresos de los productores. Dentro de los retos más destacados de este sector son el fomento de la reconversión productiva sustentable, con el uso de

cambios tecnológicos, especialmente hacia aquellos con menores requerimientos hídricos (principalmente en zonas de riego con escasez de agua) y que presentan mayor demanda en el mercado. También se busca impulsar la reconversión a cultivos que presentan mayor productividad y competitividad dentro del sector (Gobierno de Baja California, 2014).

El Gobierno del estado de Baja California ha contemplado diferentes acciones para subsanar algunas de las problemáticas anteriormente mencionadas. Dentro de las estrategias consideradas se encuentra mejorar los estatus sanitarios y de inocuidad de los productos agropecuarios para mantener la ventaja competitiva en los mercados; promover los productos de la región; actualizar el marco jurídico para asegurar el uso sustentable de los recursos suelo y agua; establecer un programa que contemple la tecnificación, el uso eficiente del agua, capacitación y financiamiento; entre otros.

En cuanto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de las actividades agrícolas, pecuarias y por el cambio de uso de suelo a nivel estatal, no se encuentran dentro de las categorías que más emiten, este grupo emite cerca del 5%. No obstante, es importante considerar estrategias para la reducción de los GEI provenientes de estas actividades.

### **7.3 Políticas del sector**

- 1) *Gestión de excretas porcinas (AFOLU-1)*: propone aprovechar el 50 por ciento de las excretas del ganado porcino de granjas medianas y grandes del Estado, el periodo de análisis es 2016 a 2030, para que mediante la digestión anaeróbica se pueda obtener biogás, electricidad y biofertilizantes.
- 2) *Gestión de excretas a partir del ganado bovino lechero (AFOLU-2)*: tiene el objetivo de aprovechar el 50 por ciento de las excretas del ganado bovino lechero en granjas medianas y grandes, el periodo de análisis es de 2016 a 2030, para que mediante el proceso de digestión anaeróbica se pueda obtener electricidad y biofertilizantes.
- 3) *Aprovechamiento de la paja de trigo para la generación de electricidad (AFOLU-3)*: plantea la reducción de la quema de la paja de trigo en el valle de Mexicali, por lo que su objetivo es utilizar 100,000 toneladas de este esquilmo agrícola disponible en el valle, para su uso como biomasa para la generación de energía eléctrica, el periodo de análisis es de 2017 a 2030.
- 4) *Producción de bioetanol a partir de sorgo dulce (AFOLU-4)*: tiene como objetivo la generación de 32, 250,000 litros de bioetanol en el valle de Mexicali durante el periodo 2017-2030. Se planea que el bioetanol producido sea utilizado en el combustible del

Sector Transporte del estado. Esta política se centra en el proceso agrícola del sorgo y en su transformación industrial (biorrefinería), el análisis del uso del bioetanol se encuentra en TLU-2: Combustibles Alternativos.

- 5) *Manejo del ganado de pastoreo (AFOLU-5)*: propone limitar la carga animal a 0.03 unidades (cabezas de ganado de pastoreo) por hectárea, con el fin de mejorar el terreno deteriorado, evitar la erosión y optimizar el desarrollo de la vegetación que ha sido dañada por el sobrepastoreo en Baja California, todo esto planteado durante el periodo 2016-2030.
- 6) *Forestación urbana (AFOLU-6)*: busca aprovechar terrenos baldíos que se encuentran en las ciudades de Baja California, para forestarlos y aumentar la superficie de vegetación en el Estado, a la vez que se crean corredores verdes para ayudar a conectar los parques y jardines en las ciudades. Se plantea que para el año 2020, se aumente la superficie de vegetación urbana en un 100%, medida en metros per cápita; y para 2030, aumentar en un 100% la superficie de vegetación urbana lograda en el 2020.

#### **7.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos)**

El sector agropecuario se encuentra sumergido en una crisis que se ha prolongado por varios años. Uno de los problemas más serios es la pérdida de competitividad que se considera producto de un fenómeno multifactorial. Aunque ha habido varios intentos para levantar el campo mexicano, solo se han quedado en buenos deseos. Dentro de éstos destaca el Tratado de Libre Comercio, modificaciones al artículo 27, la reforma ejidal, el vacío institucional que no se ha logrado llenar con programas, entre otros factores que directa o indirectamente han ocasionado que el sector se vaya rezagando (Cordera, *et al.* s/f).

A nivel estatal, la situación no es disímil a la condición federal. Además, como se mencionó al principio de esta sección, el sector agropecuario es muy vulnerable ante los impactos del cambio climático, por tanto, hay problemas de carácter ambiental que se deben atender.

Por lo anterior, el diseño de las propuestas de política se realizó considerando todas las características con las que cuenta el Estado, como la precipitación pluvial, disponibilidad del agua, clima, tipo de suelo, entre otros. Por ejemplo, para la propuesta de política de AFOLU-4: “producción de sorgo dulce”, se tomó en cuenta que el valle de Mexicali tiene las condiciones ideales para el crecimiento de esta especie agrícola y que requiere de poca agua, por ello, es conocido como el camello de los cultivos.

En todas las propuestas de política se utilizó la metodología general que se describe en el capítulo 3 de este reporte, también se puede encontrar mayor detalle del proceso de elaboración de cada una de las políticas en las fichas técnicas-descriptivas que se encuentran en los anexos de este documento.

El diseño de política y el cálculo para AFOLU-1 y AFOLU-2 fue sencillo y muy similar entre ellas. Porque la tecnología propuesta es conocida, hay diversos estudios a nivel nacional y estatal, y se pudieron hacer adecuaciones regionales con facilidad. Las metas de reducción se eligieron considerando el estudio de población porcina y bovina lechera de Baja California que presentaron SEFOA y SAGARPA en 2011, ya que según este estudio cerca del 60% del ganado se encuentra en unidades de producción de mediana a grandes. El cálculo para la generación de energía eléctrica se tomó del trabajo presentado por Gutiérrez *et al.*, 2012. El documento guía para el análisis de costos fue el estudio de la SAGARPA-FIRCO, 2007.

AFOLU-3: tiene un proceso corto, porque es la primera parte del análisis, la segunda se analiza en ES-2: Diversificación de la Matriz Energética. En esta etapa sólo se considera la no quema, recolección y transporte de la paja de trigo a la planta de electricidad, que se propone que podría estar ubicada en el mismo valle. Para el cálculo proveniente de la no quema o emisiones de GEI evitadas, se tomó como referencia la metodología propuestas en el inventario de emisiones que preparó El COLEF en 2012. Las estimaciones de la generación de paja por hectárea son el resultado de la consulta directa con personal de la Dirección de Agricultura y de la Dirección de Infraestructura Hidroagrícola de la SEFOA, con el objetivo de obtener los datos más reales posibles.

AFOLU-4 fue la propuesta de política de este sector que más desafíos representó por ser un tema relativamente nuevo en el país. Por un lado, en México no hay registro de este cultivo a escala no experimental y es un tema que sigue siendo estudiado en diversas instituciones de investigación, especialmente en el INIFAP. Por otro, el proceso de conversión a bioetanol es otro tema que ha sido discutido en diversas plataformas de interés mundial, porque el costo de instalación y mantenimiento de la biorrefinería sigue siendo elevada, y continúa el estudio por una mejor optimización del proceso. Por lo anterior, lo que respecta al proceso agrícola del sorgo dulce, se tomó el estudio realizado por el equipo de Alvarado *et al.*, 2011 del INIFAP unidad Mexicali y consulta directa con personal de la Dirección de Agricultura y de la Dirección de Infraestructura Hidroagrícola de la SEFOA; los costos de instalación de la biorrefinería fueron complicados de encontrar, por lo que se tuvieron que sustraer del estudio de la SENER-BID-GTZ, 2006 y ajustar a precios reales.

Dentro de las consideraciones importantes para AFOLU-4 es que para el cultivo de sorgo dulce se da preferencia a unidades de producción agrícola que se encuentren abandonadas, que presenten bajos niveles de fertilidad para cultivos alimenticios, y proporcionar los mínimos

requerimientos de agua. Y que la biorrefinería se instale dentro del área rural, esto con el objetivo de emplear mano de obra local.

AFOLU-5 tuvo como desafíos encontrar la cantidad de ganado existente en superficie de sobre pastoreo ya que, dada la población cambiante del ganado bovino, no es un dato de fácil ubicación, así mismo, la identificación de costos asociados a la recuperación de áreas dañadas por sobre pastoreo es un dato que se tuvo que construir con la información existente en documentos sobre el tema.

Las complicaciones en los cálculos de AFOLU-6 se presentaron en los costos para forestar áreas urbanas en Baja California, por lo que se tuvo que recurrir a información de CONAFOR, donde dan información aproximada por regiones, por lo cual, también se tuvieron que hacer adecuaciones para el Estado.

## **7.5 Resultados**

Las propuestas de política del sector de AFOLU estuvieron enfocadas al aprovechamiento de excretas provenientes del ganado porcino (AFOLU-1) y bovino lechero (AFOLU-2), aprovechamiento de la paja de trigo en el valle de Mexicali (AFOLU-3), fomentar la producción de sorgo dulce (AFOLU-4), manejo del ganado de pastoreo (AFOLU-5) y forestación urbana (AFOLU-6).

El análisis completo de cuatro de las seis propuestas fue realizado dentro del sector de AFOLU y dos de ellas fueron ligadas a políticas de otros sectores. Tal es el caso de la propuesta de reducción de quemas agrícolas y la producción de sorgo dulce. La propuesta de quemas agrícolas está conectada con la diversificación de la Matriz Energética del sector Generación de Energía, particularmente la política ES-2, en donde se propone utilizar la paja de trigo como insumo para la generación de energía eléctrica, para reducir las quemas agrícolas y valorizar esta biomasa, que para los agricultores de la región está considerada como un residuo. La política de los cultivos energéticos es la primera etapa de la propuesta de combustibles alternos del sector de transporte y uso de suelo (TLU-2), en ésta se propone la producción de sorgo dulce en el valle de Mexicali para transformarlo en bioetanol y utilizarlo en pequeñas mezclas en el Sector Transporte del Estado.

Tabla 7. Resultados del análisis microeconómico del sector Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo

Clave	Nombre de la política	GEI reducidos (TgCO <sub>2</sub> e)			Año Base 2012 MX\$	
		Reducción anual		Acumulado	Rentabilidad VPN 2014-2030	Costo-Efectividad
		2020	2030	2030	\$Millón	\$/tCO <sub>2</sub> e
AFOLU-1	Gestión de excretas porcinas	.00037	.00037	.0048	3.4	714
AFOLU-2	Gestión de excretas a partir del ganado bovino lechero	.020	.021	.27	31	-\$117
AFOLU-3	Aprovechamiento de la paja de trigo para la generación de electricidad	N/A; Las estimaciones se realizaron en ES-2				
AFOLU-4	Producción de bioetanol a partir de sorgo dulce	N/A; Las estimaciones se realizaron en TLU-2				
AFOLU-5	Manejo del ganado de pastoreo	.069	.12	1.31	1,117	855
AFOLU-6	Forestación urbana	.000049	.00063	.0031	17	5514
<b>Total</b>		<b>.090</b>	<b>0.14</b>	<b>1.6</b>	<b>1,169</b>	<b>731</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

En cuanto a la reducción de emisiones totales de todo el periodo de ejecución, AFOLU-5 es la propuesta de política del sector que presenta las estimaciones más altas de reducción de GEI, 1.31Tg de CO<sub>2</sub>e. AFOLU-5 propone reducir la carga animal o coeficiente de agostadero en el Estado, para disminuir los GEI generados por el sobrepastoreo. La segunda que presenta una cantidad considerable de reducción de emisiones es AFOLU-2 con 0.27Tg de CO<sub>2</sub>e. Ésta promueve capturar el metano (CH<sub>4</sub>) proveniente de las excretas del ganado bovino lechero para generar calor o electricidad para autoconsumo o conectarlo a la red de Comisión Federal de Electricidad.

Las otras dos políticas presentan cantidades más discretas de reducción, sin embargo, podría ser un buen inicio en materia de política pública. AFOLU-1 se estima que podría reducir 0.0048Tg de CO<sub>2</sub>e, ésta propone capturar el metano de las excretas de ganado porcino para generar calor y electricidad. AFOLU-6 tienen las estimaciones de reducción más pequeñas, .0034 TgCO<sub>2</sub>e, en ella se promueve aprovechar los terrenos baldíos para forestarlos y crear corredores verdes para ayudar a conectar los parques y jardines, considerando los estándares internacionales recomendados de 9 m<sup>2</sup>/habitante.



En el caso de los costos, AFOLU-2 es la única política que presenta cifras negativas, lo que se traduce en ahorros, por cada tonelada de CO<sub>2</sub>e que se reduce hay una ganancia de \$117.00 pesos. De las tres políticas restantes que se analizaron en el sector, AFOLU-1 fue la política que obtuvo el costo más bajo por tonelada de CO<sub>2</sub>e reducido con \$714; le siguió muy cerca AFOLU-5 con \$855; y AFOLU-6 fue la propuesta de política que presentó las cifras más alta con \$5,514.

## **7.6 Implicaciones en materia de política pública.**

Las propuestas de política del sector AFOLU fueron el resultado de las acciones identificadas en la primera etapa del PEACC-BC. Para esta nueva etapa se tuvieron que hacer algunas adecuaciones del proyecto inicial, en unos casos se hicieron fusiones, y en otros se detallaron más para lograr el objetivo propuesto. Por ejemplo, en la primera etapa se recomendó la aplicación de tecnologías sustentables para el aprovechamiento de los residuos agrícolas, y no se proporciona detalle al respecto, en esta segunda etapa del PEACC-BC, en AFOLU-3 se propone el uso de la paja de trigo para la generación de energía eléctrica en Mexicali, y se comparten todos los detalles para su implementación.

De esta misma manera, los pasos clave en la segunda etapa fueron establecer las metas de reducción, definir los mecanismos de acción, calcular los costos e identificar las fuentes de financiamiento. El último factor fue uno de los más importantes para la viabilidad de la propuesta, y el más sensible en materia de política pública, puesto que es difícil su implementación si no hay recursos de apoyo.

Cinco de las seis políticas del sector AFOLU tienen una temática que se encuentra dentro del marco de algún programa federal, y que pueden recibir financiamiento para su ejecución. Sin embargo, en el caso de AFOLU-3 no se encontró un programa que financie su implementación, por tanto, se establecieron algunas estimaciones, donde el gobierno estatal podría apoyar.

Hasta el 50% del costo de AFOLU-1 y AFOLU-2 podrían ser financiados por el programa de apoyo directo para biodigestores de la SAGARPA, que a su vez es operado a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). Este programa de nivel federal promueve la captación de CH<sub>4</sub>, para la generación de energía. La barrera más grande de la política y el programa, es que el apoyo solo está dirigido para granjas medianas y grandes, excluyendo a las pequeñas que forman casi el 50% de las unidades de producción total en Baja California. El gobierno estatal no cuenta con apoyos similares.

El tema que aborda AFOLU-4, la producción de los cultivos energéticos, es un tema que ha ganado popularidad a nivel mundial, y hay diversas fuentes internacionales de financiamiento. En México, el tema de los bioenergéticos es abordado por la SAGARPA, para la producción de

la especia agrícola, y en la Secretaría de Energía, para la regularización en su distribución y uso. El programa que brinda apoyo económico a este tipo de proyectos es el dirigido por la SAGARPA.

En el caso de AFOLU-5 se consideró un financiamiento que ofrece la SAGARPA para disminuir la carga animal en los agostaderos, lo que podría facilitar la aplicación de la propuesta de política. En el caso de AFOLU-6, también se consideró el programa que ofrece CONAFOR y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana para la forestación urbana.

# Capítulo 8. Sector Manejo de Residuos





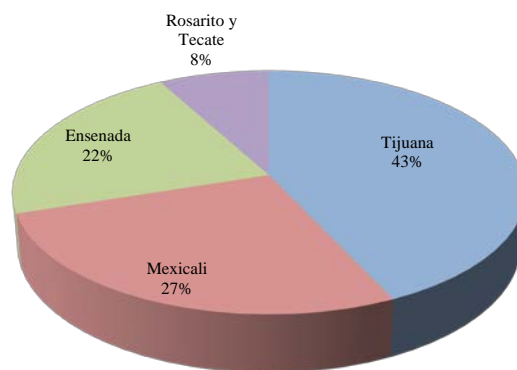
## 8.1 Generalidades y antecedentes del sector

El Sector Manejo de Residuos del PEACC-BC incluye el aprovechamiento de metano generado en tres rellenos sanitarios municipales, el Reúso Potable Indirecto (RPI<sup>9</sup>) planeado en Tijuana, la utilización de aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes, y el uso del Aceite Vegetal Residual (AVR) proveniente del sector restaurantero como insumo para la producción de biodiesel. A continuación se describen algunas generalidades de estas iniciativas.

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Baja California y en el país se ha convertido en un tema ambiental sensible porque su generación incrementa considerablemente año con año, y los espacios para su adecuada disposición son cada vez más limitados (Semarnat, 2013). Además, porque la incorrecta disposición impacta directamente sobre los sistemas terrestres y acuáticos, afectando la flora y fauna de la zona; y porque los RSU son una fuente considerable de producción de metano (CH<sub>4</sub>), Gas de Efecto Invernadero relativamente potente (INEGI, 2013).

En 2012, Baja California generó un poco más del 3% de los RSU que se produjeron a nivel nacional, donde el Estado de México y el Distrito Federal representaron el 28% del total (SEMARNAT, 2013). Se estima que a nivel estatal se recolectan 2,725 toneladas diarias de RSU, donde Tijuana es el municipio que presenta la mayor generación (INEGI, 2013). Es importante mencionar que en la entidad se recolecta el 97.5% de los RSU totales generados, una de las cifras más altas en el país, y del promedio nacional de 93% (SEMARNAT, 2013b).

Gráfica 14. Generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos en Baja California, 2012



Fuente: INEGI, 2013.

<sup>9</sup>El Reúso Potable Indirecto planeado es una técnica de manejo de agua que se define como la recuperación y tratamiento de aguas residuales para su eventual reinyección a la principal fuente de alimentación y finalmente incorporada para uso potable.

Los rellenos sanitarios municipales más importantes que se encuentran en operación en el estado son el de Ensenada, Mexicali y Tijuana (Santa Alicia), los tres son operados por Promotora Ambiental S.A.B. de C.V. (PASA). El relleno de Tijuana es el que tiene la mayor capacidad, y es el más antiguo, inició operaciones en 2003. Las instalaciones de Mexicali son las más nuevas del estado, y es el que tiene registro de proporcionar tratamiento a los desechos, aunque no se reportan las cifras (INEGI, 2013). El relleno de Ensenada es el que recibe los volúmenes más bajos de las tres instalaciones, e inició operaciones un año después que el de Santa Alicia.

Cabe destacar que el municipio de Playas de Rosarito y Tecate también tienen relleno sanitario, aunque con menor capacidad que los tres descritos anteriormente. El primero es operado por PASA y el segundo fue concesionado a la empresa ADDO. Asimismo, en agosto de 2014 se inauguró la primera celda de cuatro, contempladas para el relleno sanitario en el Valle de San Quintín que beneficiará a las comunidades del sur de Ensenada, y se espera reducir la quema a cielo abierto, práctica común en áreas rurales que no cuentan con el servicio de recolección de RSU o que están lejos de algún relleno sanitario.

Actualmente en Baja California solamente el relleno sanitario clausurado “Valle Verde” es donde se destruye el metano. Estas instalaciones están en Tijuana e inició operaciones en 1970, fue operado por PASA, clausurado en 2007, y en junio de 2009 se inició la quema de metano. El proyecto está registrado ante el programa Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), se diseñó para el aprovechamiento de electricidad para autoconsumo y/o ser conectado a la red de Comisión Federal de Electricidad, para un periodo de vida de 2009 a 2019. Se estima que en el periodo de operaciones se reducirán aproximadamente 1,972,590 toneladas de CO<sub>2</sub>e (UNFCCC, 2009).

El tema del agua en Baja California significa un gran reto para la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA-BC) y las cuatro Comisiones Estatales de Servicios Públicos del Estado (CESPT, CESPMP, CESPE y CESPETE). Primero, porque la agricultura de Mexicali requiere una gran cantidad de agua; y segundo, porque un alto porcentaje del agua que consume Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito proviene del Río Colorado, recurso que recorre 125 km por el acueducto Río Colorado-Tijuana, sube 1,061 metros en la Rumorosa y requiere la energía de seis plantas de bombeo (CEA/Gobierno de Baja California/Conagua, s/f).

Aunado a lo anterior, un estudio realizado por el Centro Mario Molina en 2010 argumenta que el agua potable de Baja California, presenta los índices más altos de consumo de energía eléctrica por volumen de agua suministrada en el país. Porque además del largo trayecto, también se requiere energía para la potabilización y suministro a los hogares, un gran desafío para Tijuana por la topografía de algunas áreas. La Figura 4 muestra los datos de consumo energético total por

año por cada entidad federativa, para el manejo de agua en todo el país. Los datos se desprenden de un estudio realizado por el Centro Mario Molina en 2010.

Figura 4. Intensidad energética del Agua



Fuente: Análisis regional del manejo del agua en México y la sustentabilidad ambiental y energética. Centro Mario Molina. 2010.

Lo que respecta al tratamiento del agua residual, actualmente el porcentaje de agua residual generada que recibe saneamiento por las plantas de los organismos operadores de agua de Baja California es aproximadamente el 98% (Gobierno de Baja California, 2015a). El tratamiento de las aguas negras se realiza en 31 plantas de tratamiento distribuidas en todo el Estado, el 77% de los procesos son de tipo secundario, tales como: filtros biológicos, lodos activados y sistema dual. De este proceso se obtienen subproductos, los cuales reciben un tratamiento (INEGI, 2013).

Uno de los casos destacados de reúso de aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes en el Estado es el *Proyecto Morado* de Tijuana. Aunque actualmente se encuentra en la primera

etapa y solamente se ha enfocado en el riego de áreas verdes, este proyecto también promueve el reúso del agua en la industria y la construcción.

El otro esfuerzo a mencionar es el del humedal artificial que se diseñó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) “Las Arenitas” en Mexicali. El objetivo de este humedal es proporcionar un tratamiento adicional a las aguas residuales tratadas en esta planta, para que pueda ser hábitat para especies de la vida silvestre, y proporcione oportunidades recreativas y de educación ambiental a los ciudadanos.

## **8.2 Retos y oportunidades del sector**

Dentro de la situación actual de los residuos sólidos urbanos y las aguas residuales tratadas en Baja California, destaca que es un estado que logra cubrir el 97.5% de la demanda de recolección de RSU y le da tratamiento al 98% de las aguas residuales generadas. Además, existen dos pequeños esfuerzos relacionados con estos temas: 1) la quema de metano en el relleno sanitario Valle Verde ubicado en Tijuana; y 2) del proyecto morado para el reúso de aguas tratadas de la Comisión Estatal de Servicio Públicos de Tijuana (CESPT).

No obstante, también resalta que en el Estado no hay registro de seguimiento a los residuos sólidos urbanos manejados vía incineración, reciclado, composta u otros métodos (COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2010); se desperdicia casi todo el metano que se genera en los rellenos sanitarios, solo está el proyecto de Valle Verde en Tijuana; y se aprovecha solo un pequeño porcentaje de las aguas residuales tratadas, porque no hay la infraestructura adecuada para utilizarse para el Reúso Potable Indirecto (RPI) en Tijuana, o infraestructura suficiente para el riego de las áreas verdes.

Derivado de lo anterior los siguientes proyectos podrían ser una alternativa atractiva para las condiciones actuales del Estado: 1) el aprovechamiento del metano proveniente en los tres rellenos sanitarios en cuestión; 2) el reúso y reciclaje de residuos, tal es el caso del aceite vegetal residual, llantas, entre otros; 3) la ampliación del Proyecto Morado para riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas en Tijuana, e inicio de propuestas similares a esta para los otros municipios; y 4) el Reúso Potable Indirecto en Tijuana.

Por consiguiente es importante señalar que el relleno sanitario municipal de Tijuana, Mexicali y Ensenada podrían ser una alternativa con alto potencial para la destrucción del metano y la generación de electricidad. Una consulta directa con personal de PASA reportó que en 2013 estos tres rellenos recibieron 1,000,866 toneladas de RSU en sus instalaciones. Cifra atractiva considerando que aproximadamente el 45% corresponde a residuos orgánicos, material que produce CH<sub>4</sub>.



El Reúso Potable Indirecto (RPI) no es un tema muy conocido a nivel estatal y federal, y hasta hoy no hay muchos estudios o proyectos de este tipo. Sin embargo, en Estados Unidos es un tópico más explorado, puesto que hay registros de RPI en California, Virginia, Colorado, Florida y Texas. El Condado de Orange es pionero en esta práctica y es uno de los casos más destacados, ya que llevan desde 1975 trabajando en las mejoras y optimización de este proceso (Rodríguez *et al.*, 2009).

Por lo sensible y controversial que podría ser el RPI para algunos grupos, es importante destacar que estudios químicos y epidemiológicos realizados en los condados y ciudades que han practicado esta actividad, no hay pruebas concluyentes que demuestren que las comunidades que utilizan el agua suplementada con agua reciclada potable se encuentran en mayor riesgo de enfermedad en comparación con aquellas que no beben esta agua (*Ibidem*).

Aunque el RPI no se ha implementado en México, en Baja California se consideró en el Plan Maestro de Agua Potable y saneamiento en los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito, elaborado por Camp Dresser & McKee, Inc. (CDM) en 2003. En este documento el RPI se establece como uno de los escenarios a evaluar para el municipio. De las 12 opciones generales planteadas, 8 de éstas considera al RPI como una forma de aumentar las fuentes de abastecimiento actuales y futuras para los dos municipios en cuestión.

### **8.3 Políticas del sector**

- 1) *Gestión del metano de rellenos sanitarios (WM-1)*: propone el aprovechamiento del metano (CH<sub>4</sub>) que se genera en el principal relleno sanitario del municipio de Ensenada, Mexicali y Tijuana, sin considerar el relleno sanitario “Valle Verde” de Tijuana, porque en éste ya existe un proyecto similar. El objetivo es generar 65,2344 MWh de energía en el período de 2017-2030.
- 2) *Reúso Potable Indirecto de agua (WM-2)*: tiene como objetivo lograr que el 15% del suministro de agua de Tijuana provenga de la reutilización indirecta del agua potable, el periodo de análisis es de 2016 a 2030. Esta política propone aprovechar y gestionar las aguas residuales tratadas del municipio, mediante su inyección a las fuentes actuales de abastecimiento, principalmente la presa local, con la intención de reducir la demanda de agua del municipio, lo que representa un ahorro en los costos de energía y suministro. A este proceso se le conoce como Reúso Potable Indirecto de Agua (RPI).
- 3) *Reúso de agua (WM-3)*: el objetivo es usar el 35% de las aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes urbanas, el periodo de análisis es de 2016-2030. Con esta política se lograría un ahorro en el consumo total y los costos, a la vez que se preservan los espacios verdes en las ciudades y se conserva el suministro de agua potable para la población.

- 4) *Producción de biodiesel a partir de aceite vegetal residual (WM-4)*: tiene como objetivo aprovechar el aceite vegetal usado (AVU) del sector restaurantero para producir 4,500,000 litros de biodiesel anual es para el año 2025, el periodo de análisis de la política es de 2017-2030. El biocombustible generado se plantea ser usado en el Sector Transporte de Baja California en una mezcla al 2% (B2). WM-4 se centra en la recolección del AVU y en la producción del biodiesel, el análisis del uso del biocombustible se encuentra en TLU-2: Combustibles Alternativos.

#### **8.4 Metodología utilizada (desafío de los cálculos)**

El diseño de las propuestas de política del sector WM se realizó considerando la situación de los principales rellenos sanitarios municipales, la generación de aceite vegetal residual en el sector restaurantero y la generación de aguas residuales tratadas en el estado.

En todas las propuestas de política se utilizó la metodología general que se describe en el capítulo 3 de este reporte, también se puede encontrar mayor detalle del proceso de elaboración de cada una de las políticas en las fichas técnicas-descriptivas que se encuentran en los anexos de este documento. .

Cada una de las propuestas requirió de cierta particularidad para cubrir sus objetivos. Asimismo, en el proceso de elaboración se enfrentaron a algunas barreras en la búsqueda de información, especialmente en el área de costos, mucha de la información tuvo que ser ajustada las condiciones del estado.

El proceso de elaboración de WM-1 no fue complejo porque los datos requeridos para el análisis estuvieron disponibles, tales como la captación anual de RSU en los rellenos sanitarios propuestos, su capacidad, años de operación, y los costos del sistema de captación de metano. La política sugiere la instalación de un sistema para la quema del CH<sub>4</sub> y generar energía eléctrica. Los cálculos de las emisiones se realizaron siguiendo la metodología propuesta por el IPCC y el inventario de GEI elaborado por el CCS, como el factor de corrección de metano y oxidación.

La política WM-2 se desarrolló con información de la Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA), de donde se obtuvo información sobre los volúmenes bombeados de agua desde el Río Colorado, en Mexicali, hacia la ciudad de Tijuana, la intensidad energética por bombeo, la cantidad de agua potabilizada y los volúmenes tratados de agua. Con dicha información y la intensidad de carbono de la electricidad, se calcularon las emisiones generadas por trasladar, mediante bombeo, agua desde Mexicali hasta la ciudad de Tijuana.

Los costos para WM-2 consideraron el material y equipo necesarios para efectuar Reúso Potable Indirecto, mediante bombeo de agua tratada hacia la presa Abelardo L. Rodríguez. Con la

estimación de costos y los volúmenes abatidos de emisiones de CO<sub>2</sub>e, se obtuvo el costo de efectividad, cuyo valor es negativo lo cual represente ahorros en la implementación de esta política.

La metodología empleada en WM-3 consistió en identificar los volúmenes de agua tratada que no son empleados en ninguna otra actividad, las cuales se propone que sean aprovechadas para el riego de áreas verdes, con esto se ahorra el uso de agua potable. La información respecto a los volúmenes de agua se obtuvo de la CEA de Baja California.

Un dato adicional para calcular emisiones fue la Intensidad de Carbono de la Electricidad, con este indicador se obtuvo la cantidad de emisiones evitadas por ahorro en el uso de agua potable para riego de áreas verdes.

Además de las emisiones abatidas, se consideran los costos estimados, necesarios para la implementación de la política, principalmente de material y equipo. Con esto se estimó la efectividad en términos financieros y ecológicos de WM-3, mediante el costo de efectividad que relaciona los costos por cada tonelada abatida de Gases de Efecto Invernadero (\$/tCO<sub>2</sub>e), cuyo resultado indica si la política incurre en más ahorros o gastos por cada tonelada abatida, según sea el valor obtenido.

Para la elaboración de WM-4 se consideraron trabajos a nivel estatal realizados por la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Mexicali, tales como las estimaciones de generación de AVR, especificaciones técnicas en el proceso de producción y el precio del AVR. El reto en esta política se centró en los costos de producción, por lo que los datos se adecuaron de estudios realizados a nivel federal e internacional, específicamente el costo capital y producción de la biorrefinería.

## 8.5 Resultados

Los resultados de las propuestas de política mostraron escenarios muy atractivos para el caso de WM-2 y WM-3, puesto que los costos de efectividad son negativos, lo que se traduce en ahorro por cada tonelada de CO<sub>2</sub> reducida. WM-1 es una política que podría reducir grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, pero tiene costo positivo, es decir, no hay ganancias como el caso de las otras dos propuestas.

Tabla 8. Resultados del análisis microeconómico del sector Manejo de Residuos

Clave	Nombre de la política	GEI reducidos (TgCO <sub>2</sub> e)			Año Base 2012 MX\$	
		Reducción anual		Acumulado	Rentabilidad VPN	Costo Efectividad
		2020	2030	2030	2014-2030 \$Millón	\$/tCO <sub>2</sub> e
WM-1	Gestión del metano de rellenos sanitarios	0.27	0.32	3.87	\$258	\$67
WM-2	Reúso Potable Indirecto de agua	0.025	0.035	0.43	\$226	\$532
WM-3	Reúso de agua	0.04	0.07	0.76	\$415	\$545
WM-4	Producción de biodiesel a partir de aceite vegetal residual	N/a; Las estimaciones se realizaron en TLU2				
<b>Total</b>		<b>0.34</b>	<b>0.43</b>	<b>5.06</b>	<b>\$383</b>	<b>\$76</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

La mayor reducción de emisiones de GEI las presenta WM-1, inclusive es la que más reduce de las cuatro propuestas del sector. Sin embargo, la infraestructura del sistema de captación de metano es cara, por lo que el costo de efectividad es de \$67 por cada tonelada de CO<sub>2</sub>e reducido. Además, otro aspecto que no se refleja en los resultados, porque no está dentro de los objetivos del estudio, pero que vale la pena mencionar, son los obstáculos en los trámites administrativos previos a la construcción. Por ejemplo, gran número de trámites gubernamentales, algunos de ellos son poco conocidos, y dudosas licitaciones o concesiones a empresas privadas para la recolección y almacenamiento de residuos sólidos.

WM-2: Reúso Potable Indirecto es una propuesta que refleja cifras alentadoras, puesto que reduce emisiones y el costo de efectividad es -\$532. La explicación a estos resultados es porque el agua que se utiliza en Tijuana requiere de un alto consumo de energía eléctrica para bombearla desde el Río Colorado en Mexicali, generando emisiones y un gran costo. Agregando que los costos del proceso de RPI no son significativos en comparación a lo que se está gastando actualmente para trasladar el agua a Tijuana.

WM-3: Reúso de Agua, es una política que muestra datos interesantes, puesto que reduce emisiones con un costo de efectividad de -\$545, el más alto del sector. Los resultados obtenidos en esta propuesta de política se deben a que, se ahorran costos de electricidad con el uso de aguas tratadas, las cuales se aprovechan para el riego de áreas verdes en lugar de ser arrojadas al mar, lo cual significa que no es necesaria una fuerte inversión para tratar el agua, puesto que es una actividad que ya existe y no se le saca el suficiente provecho. El costo representativo en el que se incurre es el de material y equipo, que comparado los gastos de Operación y Mantenimiento de emplear agua potable, son mayores los ahorros que los costos en los que se incurre, de ahí el valor negativo del Costo de Efectividad.

El análisis completo para WM-4 se realizó en TLU-2: Combustibles Alternativos: bioetanol y biodiesel. Por lo que los resultados de WM-4 se encuentran en el sector de TLU.

## **8.6 Implicaciones en materia de política pública**

Las propuestas de política se diseñaron contemplando las condiciones del Estado y la viabilidad de implementación. Asimismo, se tomó en cuenta la disponibilidad de fuentes de financiamiento a nivel municipal, estatal y/o federal, que es una de las piezas más importantes.

Para WM-1 se consideró que para cubrir el 50% de la inversión se desarrollaría un proyecto en el marco de los Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. El otro 25% podría ser cubierto por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), y el otro 25% podría ser cubierto por el gobierno estatal y municipal, aunque actualmente no cuentan con un programa al respecto.

WM-2 es una política que requiere la participación del gobierno estatal, mediante campañas de concientización para los ciudadanos y, desde luego, mediante inversión financiera para la implementación de la política, así mismo, requiere buscar, con el apoyo de sus comisiones como la Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA), financiamientos nacionales e internacionales que apoyen con la aplicación de la política. Para esta política se hicieron los siguientes supuestos: aportación del 40% por parte de la CONAGUA, 30% proveniente de la CEA, 20% del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza (regulado por la Corporación Financiera de América del Norte S.A DE C.V.) y el resto provendrá de préstamo bancario.

La implicación en materia de política pública para WM-3, tiene que ver con los gastos que el gobierno estatal y federal incurrirán para implementar la política, además, de las obras y su efecto en la comodidad de la población, para reducir el gasto de gobierno, es necesario buscar financiamientos externos, y una vez implementada la medida de política es responsabilidad del

gobierno estatal y municipal, a través, de la CEA vigilar que la calidad del agua cumpla las normas mexicanas para evitar repercusiones negativas en el ambiente y en la salud de la población.

En el caso de WM-4, a pesar de que se cuenta con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, el programa de introducción de bioenergéticos de la Secretaría de Energía y el programa de producción sustentable de insumos para bioenergéticos y desarrollo científico y tecnológico (SAGARPA), la mayoría de apoyos económicos y financieros para la producción de biocombustibles está enfocado a aquellos generados a partir de cultivos energéticos. Por tanto, se propone que las fuentes de financiamiento para WM-4 sean el gobierno estatal y la iniciativa privada, la Secretaría de Energía podría apoyar con asesoría técnica.

# **Capítulo 9. Resumen de resultados**





En este capítulo se presentan los resultados del análisis microeconómico y macroeconómico de las 25 políticas elegidas en la segunda etapa del PEACC-BC.

Considerando la situación climática que se vive a nivel planetario, y una Convención marco que establece acuerdos y objetivos internacionales para mitigar emisiones a la atmósfera, el debate se ha centrado en las repercusiones que las acciones propuestas tendrán sobre las economías, principalmente las de carácter emergente. En ese sentido, la mayor contribución del presente documento es responder a las preguntas sobre los impactos de carácter económico que podría tener un programa estatal de acción climática, tanto de manera directa como en forma indirecta y de manera amplia a todos los sectores de la economía, en este caso de Baja California.

Para el caso del análisis microeconómico se enfocará mayormente en los resultados correspondientes para el año 2020 y 2030; en la segunda parte se muestra el impacto macroeconómico de la implementación de las políticas en el empleo y el PIB del Estado.

### **9.1. Resultados del análisis microeconómico**

En esta sección se presentan los resultados del análisis microeconómico de las 25 políticas de una manera conjunta. El análisis se realizó para el periodo 2017 a 2030, pero los resultados que se mostrarán corresponden al año 2020 y 2030, que es cuando la mayoría de ellas alcanza los objetivos planteados en su diseño.

Para mostrar los resultados de una manera gráfica y fácil de interpretar, se utiliza la Curva de Abatimiento (CA), herramienta gráfica que permite identificar las opciones de política más atractivas en materia de emisiones y costos.

La CA para Baja California describe el potencial de reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con la implementación de las políticas propuestas, también sirve como base para identificar el costo. Asimismo, brinda una base cuantitativa para identificar las políticas y acciones que podrían ser las efectivas para la reducción de emisiones y lo que podría costar o ahorrar. Los costos de abatimiento se perciben como los costos adicionales por instalar o remplazar una nueva tecnología baja en emisiones.

Según el pronóstico de emisiones de Baja California presentado por la COCEF-CCS-Gobierno de Baja California en 2010, las emisiones para el año 2020 serán de 19,381 mtCO<sub>2</sub>e (sin considerar la producción bruta). Sin embargo, de implementarse las políticas propuestas en esta etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de políticas de mitigación de GEI del PEACC-BC, se calcula que se podrían reducir hasta 3,016 mtCO<sub>2</sub>e, es decir, 15.5% de las emisiones totales.

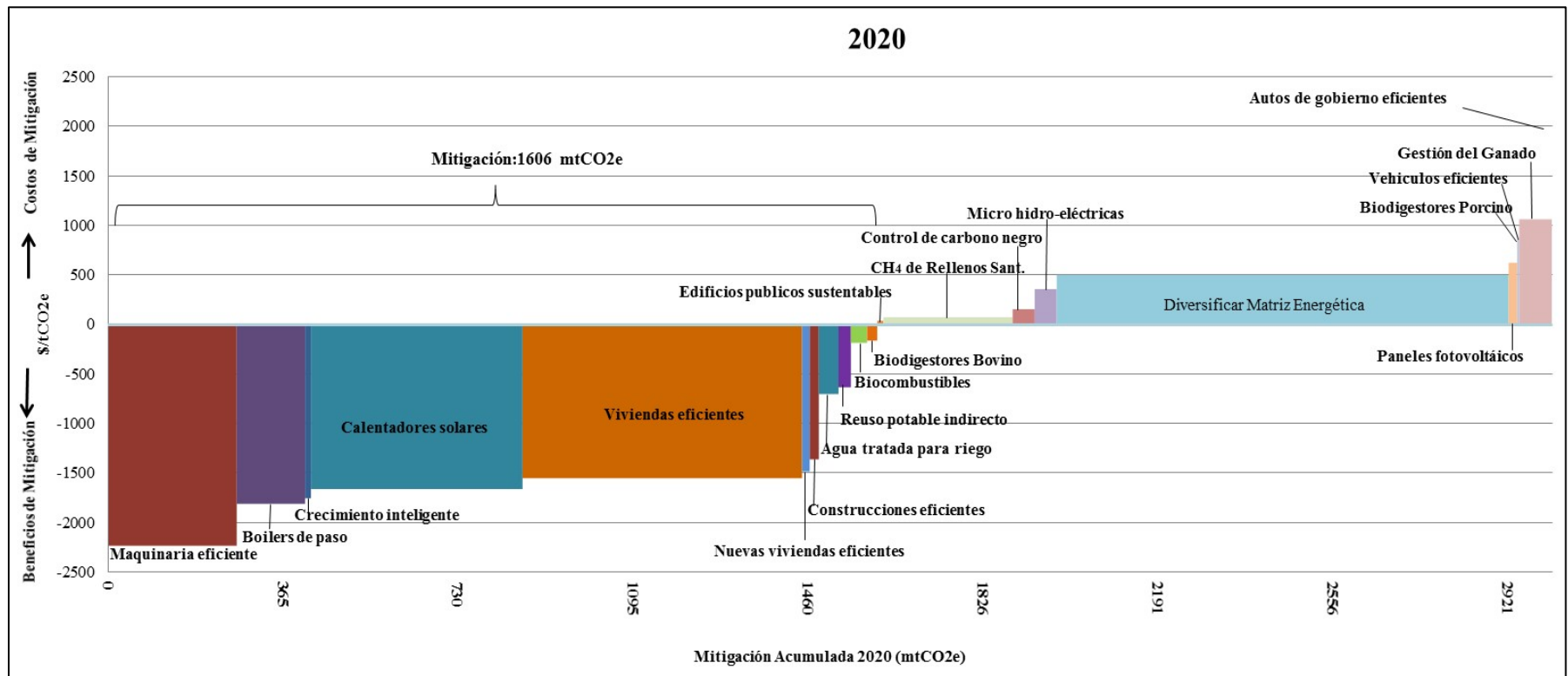
Tabla 9. Comparación entre pronóstico y abatimiento para el 2020

Sector	2020 (mtCO <sub>2</sub> e)	
	Proyecciones (BAU)	Abatimiento (PEACC-BC)
Agricultura	594	89.69
Manejo de Residuos	1,014	336.61
Procesos Industriales	518	n/a
Industrial del Combustible Fósil	53	n/a
Transporte	10,603.	95.13
Res/Com/Ind (RCI)	2,124	1,473.62
Basado en consumo de electricidad	4,475	1,021.46
<b>Total</b>	<b>19,381</b>	<b>3,016</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de este estudio y COCEF-CCS-Gobierno de Baja California

A continuación se presenta la CA de las políticas analizadas para el año 2020. La gráfica, en dos dimensiones, se construyó de tal forma que el eje de las “y” representa el costo de mitigación (Mx\$/tCO<sub>2</sub>e), que puede ser positivo o negativo (que significa ahorros), mientras que el eje de las “x” muestra la mitigación calculada en miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Gráfica 15. Curva de costos de abatimiento para el 2020



Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

De la gráfica anterior resalta lo siguiente:

El 83% de las emisiones que podrían abatirse en 2020 corresponden al sector RCII y ES. 49% de RCII y 34% de ES.

- En materia de mitigación las políticas que son más atractivas son la ES-2<sup>10</sup>: Diversificación de la Matriz Energética; RCII-3: Incrementar la eficiencia energética de edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial; RCII-5: Uso de calentadores solares en el sector residencial; RCII-4: Eficiencia energética en el sector industrial; WM-1: Gestión del metano de rellenos sanitarios; y RCII-6: Uso de calentadores de paso en el sector residencial.
- En cuanto a costos, RCII-4 es la que presenta los ahorros más altos, seguido de RCII-6, TLU-5: Crecimiento inteligente, RCII-5, RCII-3, y RCII-2: Mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas a través de equipos y enseres eficientes.

<sup>10</sup>La ficha técnica-descriptiva de cada uno de las políticas se encuentran en los anexos de este documento.

Según las proyecciones del inventario de la COCEF-CCS-Gobierno de Baja California, 2012, las emisiones proyectadas para el 2030 serán de 23,886 mtCO<sub>2</sub>e. Mientras que de implementarse las políticas propuestas en la segunda etapa del PEACC-BC, se calcula que se podrían reducir 4,068 mtCO<sub>2</sub>e, es decir, 17% de las emisiones pronosticadas.

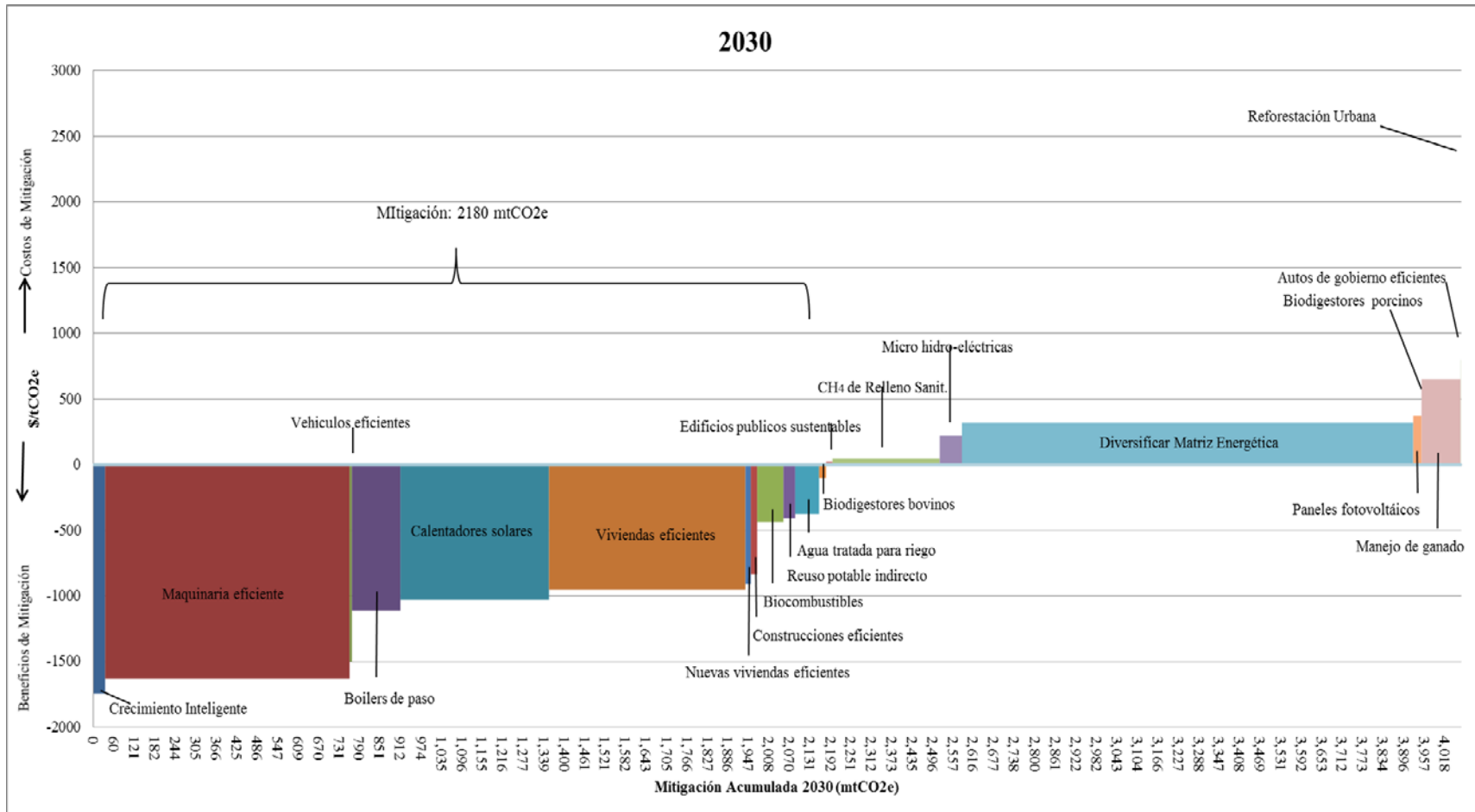
Tabla 10. Comparación pronósticos y abatimiento para el 2030

<b>2030 (mtCO<sub>2</sub>e)</b>		
<b>Sector</b>	<b>Proyecciones (BAU)</b>	<b>Abatimiento (PEACC-BC)</b>
<b>Agricultura</b>	710	138
<b>Manejo de Residuos</b>	1,329	426
<b>Procesos Industriales</b>	600	n/a
<b>Industrial del Combustible Fósil</b>	56	n/a
<b>Transporte</b>	12,550	121
<b>Res/Com/Ind (RCI)</b>	2,458	1,931
<b>Basado en consumo de electricidad</b>	6,182	1,451
<b>Total</b>	<b>23,886</b>	<b>4,068</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de este estudio y COCEF-CCS-Gobierno de Baja California

A continuación se presenta la CA para el año 2030.

Gráfica 16. Curva de abatimiento para Baja California para el año 2030



Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

De la gráfica anterior resalta lo siguiente:

- Se mantiene la condición de que el 83% de la mitigación ocurriría en las políticas de RCII (47%) y ES (36%), con una leve variación en la proporción que contribuyen ambos sectores.

- La política de ES-2: Diversificación de la Matriz Energética incrementó 42% en materia de reducción, y se redujo ligeramente el costo de efectividad de 500 a 316 \$/tCO<sub>2</sub>e
- Las políticas que continúan presentando reducción de emisiones con un costo de efectividad negativo (-\$/tCO<sub>2</sub>e) son RCII-4: Eficiencia energética en el sector industrial; RCII-3: Incrementar la eficiencia energética de edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial; RCII-5: Uso de calentadores solares en el sector residencial; y RCII-6: Uso de calentadores de paso en el sector residencial.
- Las políticas que presentan costo de efectividad negativa y una discreta reducción de emisiones son TLU-5: Crecimiento inteligente; RCII-2: Mejorar la eficiencia energética de nuevas viviendas a través de equipos y enseres eficientes; RCII-1: Mejorar la eficiencia energética en nuevas edificaciones; y TLU-2: Combustibles Alternativos.

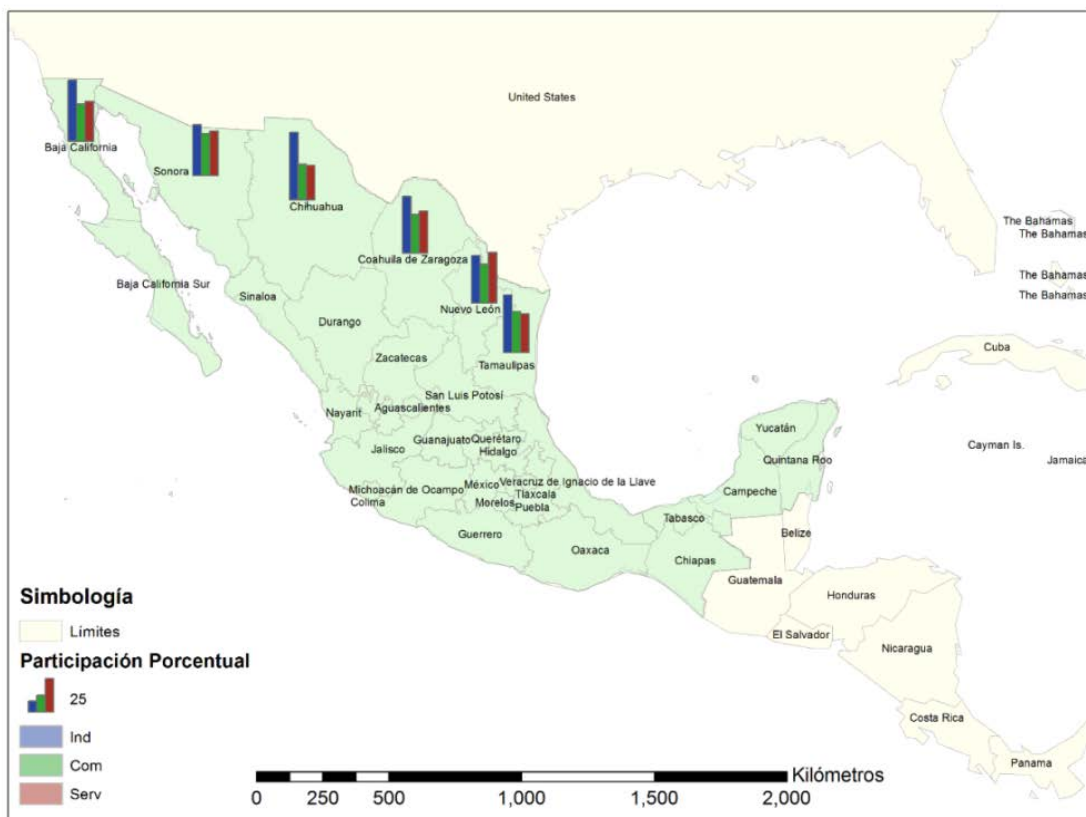
## 9.2. Resultados macroeconómicos: creación de empleos y PIB economía verde.

Más allá del impacto directo que pueda tener el PEACC-BC sobre una actividad económica en particular, el análisis completo de carácter económico que aquí se presenta, aborda el comportamiento que tendrá la economía de Baja California en su conjunto en respuesta a las 25 políticas de mitigación propuestas. Los resultados de ese ejercicio a continuación.

### 9.2.1. La Economía de Baja California

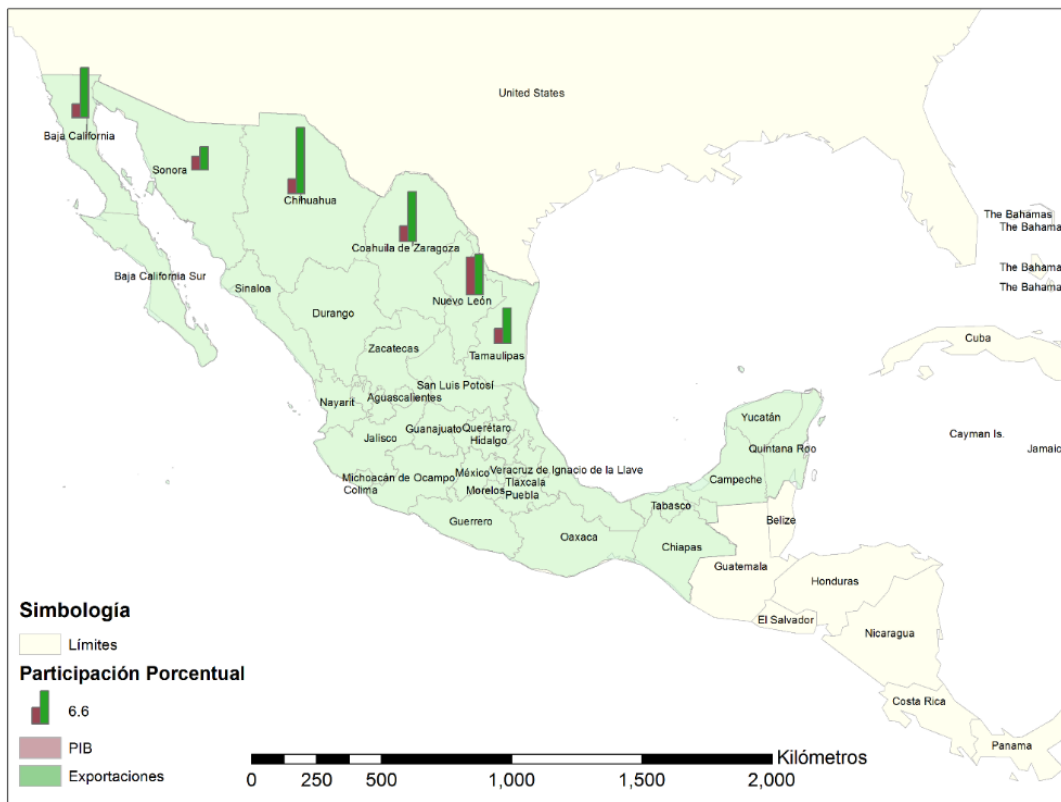
El estado de Baja California está ubicado en el extremo noroeste de los Estados Unidos Mexicanos y es uno de los seis Estados ubicados a lo largo de la frontera con Estados Unidos. Su economía, en el 2012 alcanzó un Producto Interno Bruto (PIB) de 379,269 millones de pesos en valores constantes de 2008, lo que significó una aportación del Estado equivalente al 2.94% del PIB Nacional. Al igual que otros estados fronterizos la actividad predominante es la industrial y en su mayor parte la misma es bajo el régimen de industria maquiladora, como se puede apreciar en el siguiente mapa donde se presenta la participación porcentual de cada uno de los sectores en los estados fronterizos con los Estados Unidos.

Figura 5. Participación porcentual del Producto Interno Bruto en los diferentes sectores



Esta vocación industrial de los estados fronterizos, en lo fundamental bajo el esquema maquilador tiene entre sus grandes implicaciones para la economía de los estados una predominante orientación de su producción a los mercados de exportaciones, que como se puede visualizar en el siguiente mapa llega a alcanzar en el estado de Baja California más de 3.5 veces su participación en el PIB aunque es una característica también de otros Estados de la frontera norte. Este involucramiento en el sector externo se refleja no sólo en las exportaciones sino también en la Inversión Extranjera Directa y en las importaciones lo cual implica que los beneficios de la actividad económica para la región sean compartidos con inversionistas provenientes de otras regiones.

Figura 6. Participación de la Industria Maquiladora



El desarrollo de estas actividades por lo general es altamente demandante de mano de obra por lo que el mercado de trabajo de la región tiene un alto dinamismo y las ciudades de la frontera se constituyen en destinos atractivos para los migrantes laborales de otras regiones de México.



### 9.2.2. Modelo de Análisis Macroeconómico

Para estimar el impacto macroeconómico de las diversas políticas de mitigación del cambio climático incluyendo los efectos directos y varios tipos de efectos indirectos pueden ser utilizados diferentes herramientas económicas. Entre ellas se incluyen los modelos de insumo-producto (I-P), los modelos de Equilibrio General Computable (EGC), modelos de programación matemática (PM), y modelos Macroeconómicos (MM). Cada uno tiene sus propias fortalezas y debilidades (Rose and Miernyck, 1989; Partridge and Rickma, 2010). Para el desarrollo de este estudio se adaptó el Regional Economic Model (REMI) Policy Insight Plus (PI+) a la economía de Baja California.

La selección del modelo REMI se fundamenta en los siguientes motivos: 1) es un modelo superior a los otros en términos de su habilidad de estimación, la cual es importante cuando se analiza el impacto económico de las políticas de mitigación del cambio climático para los próximos 15 años; 2) es un modelo comparable a los modelos de EGC en términos del poder analítico, precisión y transparencia; 3) miembros del equipo de investigación han usado el modelo satisfactoriamente en análisis similares en muchos estados de Estados Unidos, incluyendo Florida, Pensilvania, Michigan, Wisconsin, New York y California (Miller et al., 2010; Rose et al., 2011; Wei and Rose, 2011; Rose and Wei, 2012; Wei and Rose, 2014).

El equipo de investigación también ha contribuido en China con el uso del modelo REMI a analizar el impacto macroeconómico sub-nacional de las políticas de desarrollo bajas en carbón. El modelo REMI ha evolucionado en el transcurso de 30 años de refinamientos (Treyz, 1993; REMI, 2014). Es un programa empaquetado pero está construido con una combinación de datos regionales y nacionales. En los Estados Unidos, las agencias del gobierno en prácticamente cada Estado ha utilizado el REMI para una variedad de necesidades, incluyendo la evaluación de impactos del cambio en las tasas impositivas, la salida o entrada de empresas importantes en particular o programas económicos en general, y más recientemente, el impacto de acciones sobre el sector energético y/o políticas ambientales. En años recientes, REMI ha desarrollado su modelo REMI Policy Insight PI+ para muchos países, incluyendo China, Corea, Brasil, México, Italia, España y otros.

El modelo REMI para Baja California, se construyó utilizando datos de la matriz de insumo-producto contenida en la World Input-Output Database (WIOD) agregada a 32 sectores. En esta matriz, los datos de la actividad electricidad aparecen junto al de las actividades de agua y gas en un sector combinado, y dado la necesidad de que los impactos fueran individuales se construyeron sectores personalizados asociados a estas actividades. Dado el carácter macroeconómico del modelo esta información se interconecta con datos de series temporales de otras estadísticas económicas de la región de estudio para determinar por inferencia estadística los parámetros clave del modelo. Finalmente, el modelo regional construido tiene una

concepción bi-regional donde la economía de México ha sido particionada en la economía de Baja California -el objeto de nuestro análisis- y la del resto de los estados de México. Esta característica, permite diferenciar los impactos en la región y los del resto de los Estados.

### **9.2.3. Impacto Macroeconómico de las medidas de mitigación**

La aplicación del modelo REMI permite simular los impactos totales de las políticas contenidas en el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California (PEACC-BC) que incluye en adición a los impactos directos abordados en el análisis microeconómico los generados a partir de la incorporación de los mismos al flujo de bienes y servicios de la economía. En el siguiente cuadro, se presenta un resumen de los resultados del impacto sobre el Producto Estatal Bruto (PEB) de Baja California para cuatro años seleccionados y el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) para el período de análisis 2013-2030.

El VPN del PEB para el 2013-2030 es positivo, lo que indica resultados favorables del análisis conjunto de las políticas adoptadas, y alcanza una magnitud cercana a los 10,000 millones de pesos (en valores de 2012), con una dinámica dominada en el corto plazo por valores positivos y crecientes que luego tienen hacia mediados del período una fuerte disminución y a partir de ahí comienzan un camino ascendente aunque terminan el período con valores negativos.

En el cuadro referido, existen varios elementos que se deben destacar:

- Los impactos generales están altamente asociados a los resultados de las políticas del bloque del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional (RCII).
- Existe un equilibrio relativo entre las políticas con impactos positivos y negativos.
- Los impactos positivos más altos son logrados por la política RCII-4: Eficiencia energética en el sector industrial.
- Los impactos negativos más altos se asocian a la política conjunta ES-2/AFOLU-3: Diversificación de la Oferta Energética/Aprovechamiento de la paja de trigo para la generación de electricidad.

Las opciones de mayores impactos positivos se asocian a políticas que promueven la eficiencia energética y se derivan de los estímulos positivos asociados a las necesidades de sustitución por maquinarias y equipos de mayor eficiencia energética y a la disminución en el consumo de energéticos que se logran con esta sustitución. La trasmisión de este impacto económico del lado de la sustitución de maquinaria y equipo por otros de mayor eficiencia tiene el efecto inicial de incrementar la producción de maquinaria y equipo y a partir de los mismos se extiende el estímulo al resto de los sectores de la economía que proveen los insumos y las materias primas

para los mismos. Desde el lado del consumo, los ahorros que se generan por la disminución del consumo energético son una nueva fuente de recursos que impulsa la demanda del resto de los bienes y servicios de la economía que para ser satisfecha implican el incremento de la producción de los bienes y servicios de dichos sectores. Las opciones de mayores impactos negativos resultan de los costos financieros asociados a la implementación de dichas políticas.

Tabla 11. Impacto de las políticas sobre el PIB del Estado (millones de pesos, 2012)

Políticas	Año de corte				Rentabilidad de la política (VPN)
	2015	2020	2025	2030	
ES-1	\$0	-\$11	-\$219	-\$201	-\$751
ES-2+AFOLU-3	\$0	\$908	-\$2,669	-\$2,446	-\$3,034
ES-3	\$0	\$31	-\$54	-\$53	-\$25
ES-4	\$0	\$47	-\$62	-\$59	\$38
<b>Subtotal - ES</b>	<b>\$0</b>	<b>\$975</b>	<b>-\$3,004</b>	<b>-\$2,760</b>	<b>-\$3,772</b>
RCII-1	\$3	-\$10	-\$21	-\$25	-\$122
RCII-2	\$2	-\$4	-\$12	-\$15	-\$59
RCII-3	\$142	\$67	-\$141	-\$242	-\$92
RCII-4	\$0	\$627	\$1,605	\$2,591	\$10,401
RCII-5	\$208	\$346	\$131	\$104	\$2,238
RCII-6	\$120	\$256	\$147	\$119	\$1,797
<b>Subtotal - RCII</b>	<b>\$475</b>	<b>\$1,282</b>	<b>\$1,710</b>	<b>\$2,534</b>	<b>\$14,163</b>
AFOLU-1	\$0	\$0	\$0	-\$1	-\$5
AFOLU-2	\$0	\$22	-\$10	-\$7	\$6
AFOLU-5	\$0	-\$83	-\$15	\$58	-\$298
AFOLU-6	\$0	\$0	-\$1	-\$1	-\$6
<b>Subtotal - AFOLU</b>	<b>\$0</b>	<b>-\$61</b>	<b>-\$26</b>	<b>\$48</b>	<b>-\$303</b>
WM-1	\$0	-\$63	-\$102	-\$71	-\$456
WM-2	\$0	-\$2	\$10	\$19	\$40
WM-3	\$0	\$43	\$53	\$96	\$496
<b>Subtotal - WM</b>	<b>\$0</b>	<b>-\$22</b>	<b>-\$39</b>	<b>\$44</b>	<b>\$79</b>
TLU-1	\$0	-\$1	\$0	\$0	-\$4
TLU-2+AFOLU-4+WM-4	\$0	-\$76	-\$154	-\$204	-\$662
TLU-3	\$0	\$14	\$17	\$19	\$134
TLU-5	\$11	\$28	\$44	\$58	\$330
TLU-6	-\$1	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Subtotal - TLU</b>	<b>\$10</b>	<b>-\$35</b>	<b>-\$92</b>	<b>-\$127</b>	<b>-\$202</b>
<b>Suma Total</b>	<b>\$486</b>	<b>\$2,140</b>	<b>-\$1,451</b>	<b>-\$261</b>	<b>\$9,967</b>
<b>Total Simultáneo</b>	<b>\$486</b>	<b>\$2,141</b>	<b>-\$1,475</b>	<b>-\$311</b>	<b>\$9,853</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico

En el siguiente cuadro, se presentan los datos del número de empleos generados para cuatro años seleccionados y el cálculo del promedio de empleos por año resultados de las políticas implementadas. En general, los resultados obtenidos tienen el mismo sentido de los presentados con anterioridad para el caso del PEB. En general, el promedio de empleos generados por año es de alrededor de 1,700. El comportamiento para todo el período es mixto pues si bien en el corto plazo el incremento de los empleos es notable dado el incremento de la demanda y las necesidades de construcción de obras que implican algunas de las políticas pero hacia el año 2025 al terminarse este estímulo el incremento en la eficiencia en la actividad económica genera un ajuste a la baja del nivel de empleos que luego se recuperan hacia finales del período de análisis.

A nivel de las políticas individuales el comportamiento no es diferente al mostrado para el análisis del PEB: los mayores impactos positivos se asocian a las políticas del bloque del sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional (RCII); existe un equilibrio relativo entre las políticas con impactos positivos y negativos; los impactos positivos más altos son logrados por la política RCII-4 Eficiencia energética en el sector industrial y; los impactos negativos más altos se asocian a la política conjunta ES-2/AFOLU-3 Diversificación de la Matriz Energética/Aprovechamiento de la paja de trigo para la generación de electricidad.

Tabla 12. Impacto de las políticas sobre el empleo del Estado (número de trabajos)

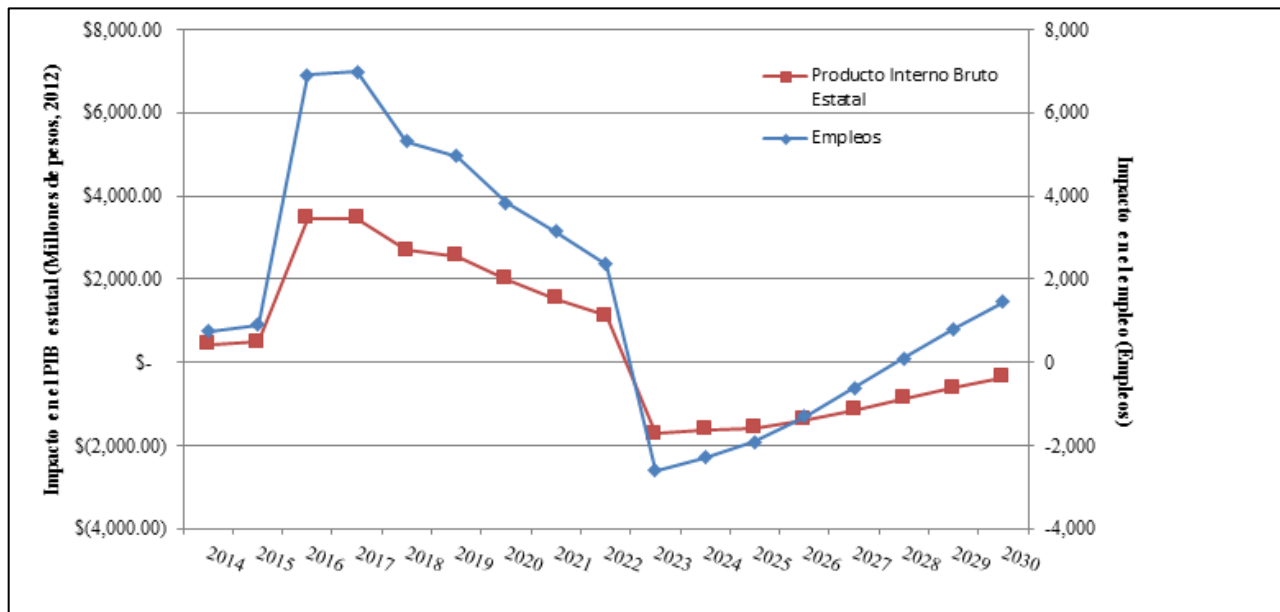
Políticas	Año de corte				Empleos por años
	2015	2020	2025	2030	
ES-1	0	-31	-338	-251	-134
ES-2+AFOLU-3	0	1,722	-4,486	-3,231	-759
ES-3	0	56	-67	-55	-2
ES-4	0	79	-80	-64	3
<b>Subtotal - ES</b>	0	1,826	-4,971	-3,601	-891
RCII-1	14	1	-20	-19	-7
RCII-2	6	5	-5	-7	0
RCII-3	359	380	19	-54	166
RCII-4	0	1,397	3,474	5,423	2,394
RCII-5	302	439	110	62	216
RCII-6	187	379	197	138	225
<b>Subtotal - RCII</b>	868	2,601	3,775	5,543	2,994
AFOLU-1	0	-1	-1	-1	-1
AFOLU-2	0	33	-2	6	6
AFOLU-5	0	-464	-290	-46	-247
AFOLU-6	0	0	-1	-2	-1
<b>Subtotal - AFOLU</b>	0	-432	-294	-43	-242
WM-1	0	-116	-176	-94	-84
WM-2	0	0	14	24	8
WM-3	0	41	44	82	45
<b>Subtotal - WM</b>	0	-75	-118	12	-31
TLU-1	0	-3	-3	1	-1

	TLU-2+AFOLU-4+WM-4	0	-157	-333	-412	-166
	TLU-3	0	22	25	25	20
	TLU-5	32	55	71	83	58
	TLU-6	-1	0	1	0	0
	<b>Subtotal – TLU</b>	31	-83	-240	-303	-90
	<b>Suma Total</b>	899	3,837	-1,848	1,608	1,740
	<b>Total Simultáneo</b>	898	3,836	-1,916	1,465	1,695

Fuente: Elaboración propia con resultados del REMI

A nivel agregado, el impacto de las políticas en el PIB y el Empleo, se resume en la siguiente gráfica. En ella, se puede apreciar como el comportamiento positivo en ambos indicadores concentra hacia la primera mitad del período analizado y en los años finales del mismo. Este comportamiento se explica a partir de que los resultados positivos del año 2014 al 2023 se asocian esencialmente al monto de las inversiones necesarias tanto para la construcción como para el equipamiento necesario para la implementación de las políticas asociadas. A partir del año 2023, se ha terminado el impulso de las inversiones necesarias y el costo del capital requerido en la primera parte comienza a dominar como un impacto negativo para la región. Hacia finales del periodo, a partir del año 2028 a 2030 sobre todo en el empleo se comienzan a retomar los resultados positivos de la economía aunque ya con un cambio cualitativo en cuanto a las emisiones generadas por la actividad económica.

Gráfica 17. Impacto de las políticas en el PIB estatal y el empleo



Fuente: Elaboración propia con información de los resultados del modelo REMI.

#### **9.2.4. Impacto Ambiental de las medidas de mitigación**

Para analizar el impacto que la implementación de las políticas tendría en el PIB estatal, se utilizó el VPN de ese indicador, ya que permite identificar si las inversiones que se realizaran en Baja California generaran beneficios o no a la economía estatal.

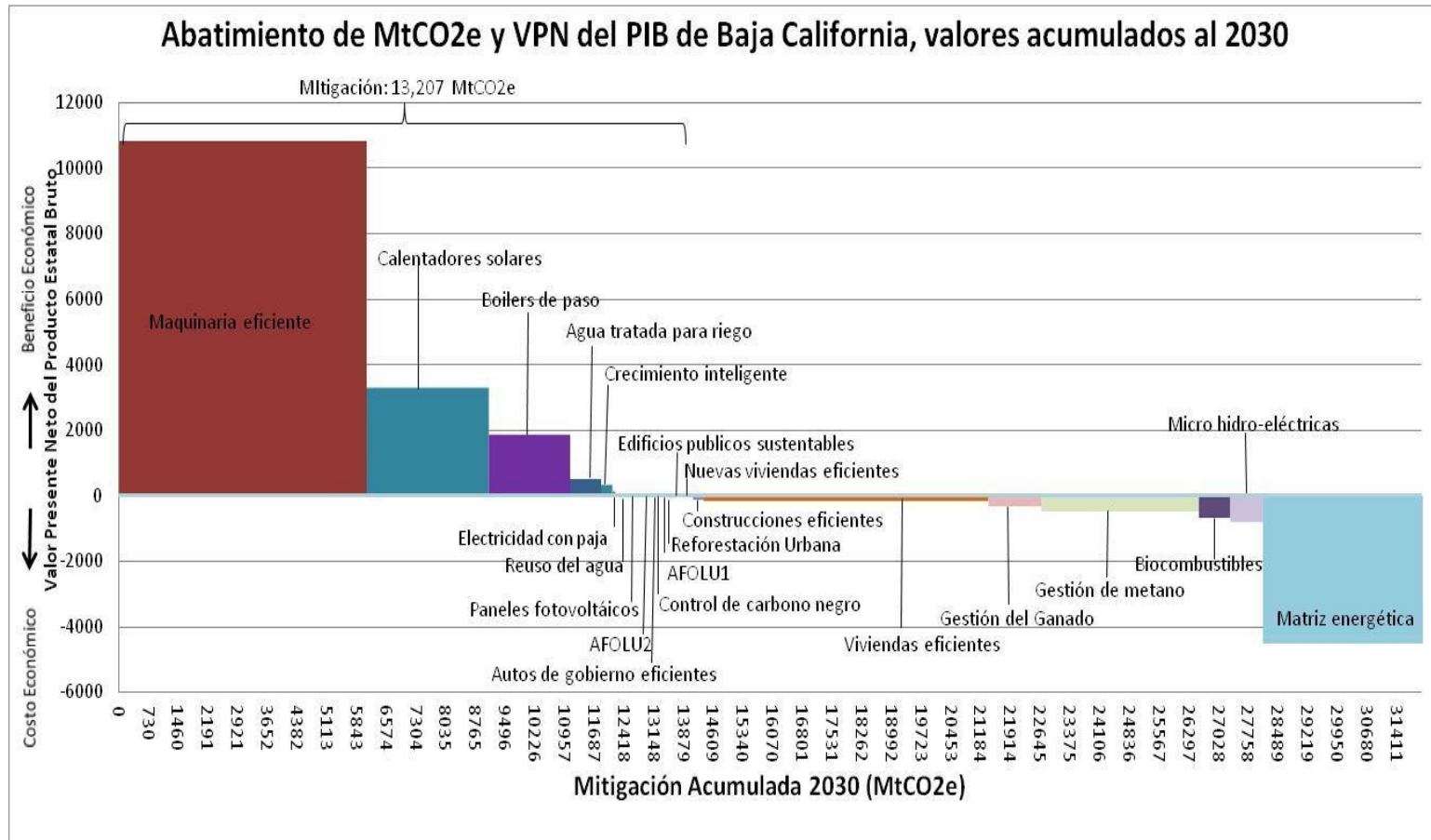
Sí se analizan los resultados del VPN del PIB estatal de forma simultánea, es decir, considerando los impactos de la aplicación conjunta de todas las políticas se observa que el resultado sería positivo, llegando a ser de \$9,853 millones de pesos para el 2030 (Tabla 11), este resultado se obtiene ya que los impactos negativos son compensados por aquellas políticas que generan beneficios económicos.

Los impactos macroeconómicos obtenidos para cada política, serían un indicador adecuado si sólo el objetivo fuese de tipo económico, sin embargo, lo que se busca es un doble beneficio donde por un lado se tengan impactos positivos en la economía del Estado y, por el otro se generen beneficios al ambiente mediante la reducción de emisiones de GEI en cada uno de los sectores.

La mitigación de GEI en cada sector y cada política ya se han analizado en los apartados previos, de ahí se observa que, no necesariamente existe una relación inversa entre reducción de emisiones y un VPN del PIB estatal positivo, hay casos en donde este indicador económico muestra valores negativos.

Sin embargo, es necesario analizar qué tanto se está reduciendo y los impactos que estas reducciones tienen en la economía del Estado, para hacer esa comparación se hace uso de una gráfica similar a la curva de abatimiento convencional, la diferencia es que en lugar del costos de efectividad en el eje de las ordenadas se tendrá el VPN del PIB de Baja California. Esta gráfica se muestra a continuación.

Gráfica 18. Abatimiento de MtCO<sub>2</sub>e y VPN del PIB de Baja California, valores acumulados al 2030



Fuente: Elaboración propia con información de los resultados del análisis macroeconómico

La gráfica proporciona una visión global de todas las políticas, así como, de sus impactos económicos y ambientales, en el eje horizontal se tiene el potencial de abatimiento por lo que una barra más ancha que la otra, representa mayores niveles de CO<sub>2</sub>e abatidos. La altura, expresa el VPN del PIB estatal, si este es negativo, los impactos no son benéficos para la economía y al revés.

Se observa, que existen políticas que presentan grandes volúmenes de abatimiento con impactos positivos en la economía, como el caso de RCII-4 (Eficiencia energética en el sector industrial). Sin embargo, existen otras donde la cantidad abatida de CO<sub>2</sub>e es significativa pero, al mismo tiempo, los efectos en la economía no lo son. El caso representativo de esta situación es ES-2: Diversificación de la Matriz Energética), cuya reducción en GEI es de 6.1 Millones de toneladas mientras que el VPN del PIB estatal es de -\$3,034 millones de pesos (ver Tabla 11).

Con la gráfica, se observa que hay políticas cuyo impacto en el PIB es negativo, pero al mismo tiempo los volúmenes que se espera en reducción de GEI son significativos, estos casos son: ES-2, RCII-3 y WM-1, cuya implementación conjunta representaría un total de 26.87 millones de toneladas abatidas, cantidad que representa cerca del doble de lo que evitan las políticas con un VPN positivo.

En la siguiente tabla se observan los valores de las toneladas de GEI evitadas por cada política, así como, el resultado de cada una del VPN del PIB estatal.

Tabla 13. Toneladas de CO<sub>2</sub>e evitadas y rentabilidad de la política al 2030

<b>Mitigación y VPN del PIB estatal</b>		
<b>Política</b>	<b>MtCO<sub>2</sub>e</b>	<b>Rentabilidad de la política (VPN)</b>
RCII-4	6100	\$10,401
RCII-5	3000	\$2,238
RCII-6	2000	\$1,797
WM-3	760	\$496
TLU-5	280	\$330
TLU-3	70	\$134
WM-2	430	\$40
ES-4	296	\$38
AFOLU-2	270	\$6
TLU-6	1	\$0.29
TLU-1	304	-\$4.1
AFOLU-1	4.8	-\$5
AFOLU-6	3.4	-\$6
ES-3	200	-\$25
RCII-2	400	-\$59
RCII-1	260	-\$122
RCII-3	7000	-\$92
AFOLU-5	1300	-\$298
WM-1	3870	-\$456
TLU-2	775	-\$662
ES-1	800	-\$751
ES-2	16000	-\$3,034

Fuente: Elaboración propia



Estos resultados y su expresión en la gráfica anterior muestran el potencial de abatimiento que se tiene en Baja California, desde luego el impacto será mayor en la medida en que se apliquen políticas conjuntas, para lo cual se requiere la aceptación y aprobación por parte del gobierno de la entidad, así como el compromiso de empresas públicas y privadas y la aceptación de los consumidores.



# Capítulo 10. Discusión de resultados



Los datos y gráficas contenidos en los apartados anteriores son el resultado de un proceso largo y complejo, que en Baja California inició en 2008 con el inicio de la primera etapa del Programa

Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). En diciembre de 2012 publicó el Gobierno del Estado de Baja California el documento con el inventario de emisiones base, las proyecciones de esas emisiones hasta el año 2025, y un listado de políticas compiladas por grupos de trabajo convocados por la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPA). En esta segunda etapa se depuró la lista de políticas de mitigación y se seleccionaron las de mayor viabilidad para realizar el diseño de acciones necesarias, la cuantificación de los impactos que cada política tendría, sus costos y beneficios, y mediante el uso de un modelo econométrico evaluar el impacto del PEACC para la economía de Baja California. El tema ahora es cómo se leen estos datos, y qué significado tienen para el Estado de Baja California. ¿Qué beneficios conlleva la implementación del PEACC, y qué sacrificios hay que hacer para lograrlo?

El presente apartado utilizará estos resultados para plantear un panorama de política pública en el que incursiona Baja California como estado pionero en la república mexicana. Las 25 políticas analizadas en este PEACC se distinguen por dos atributos principales: su potencial de abatimiento y el costo unitario del abatimiento. En ese sentido, los criterios dominantes para la toma de decisiones son (1) el costo-efectividad de las políticas, es decir, qué tan rentable resulta la inversión necesaria para alcanzar el objetivo; y (2) cómo estimula la economía en general cada una de las políticas ante el reto de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Las tablas 11 y 13 del apartado anterior dan cuenta precisa de cómo se ordenan las políticas a partir de estos criterios, y cuáles pueden considerarse como las políticas prioritarias de este listado de 25 que componen el PEACC-BC, Segunda Etapa.

### **10.1 Acercamientos de política**

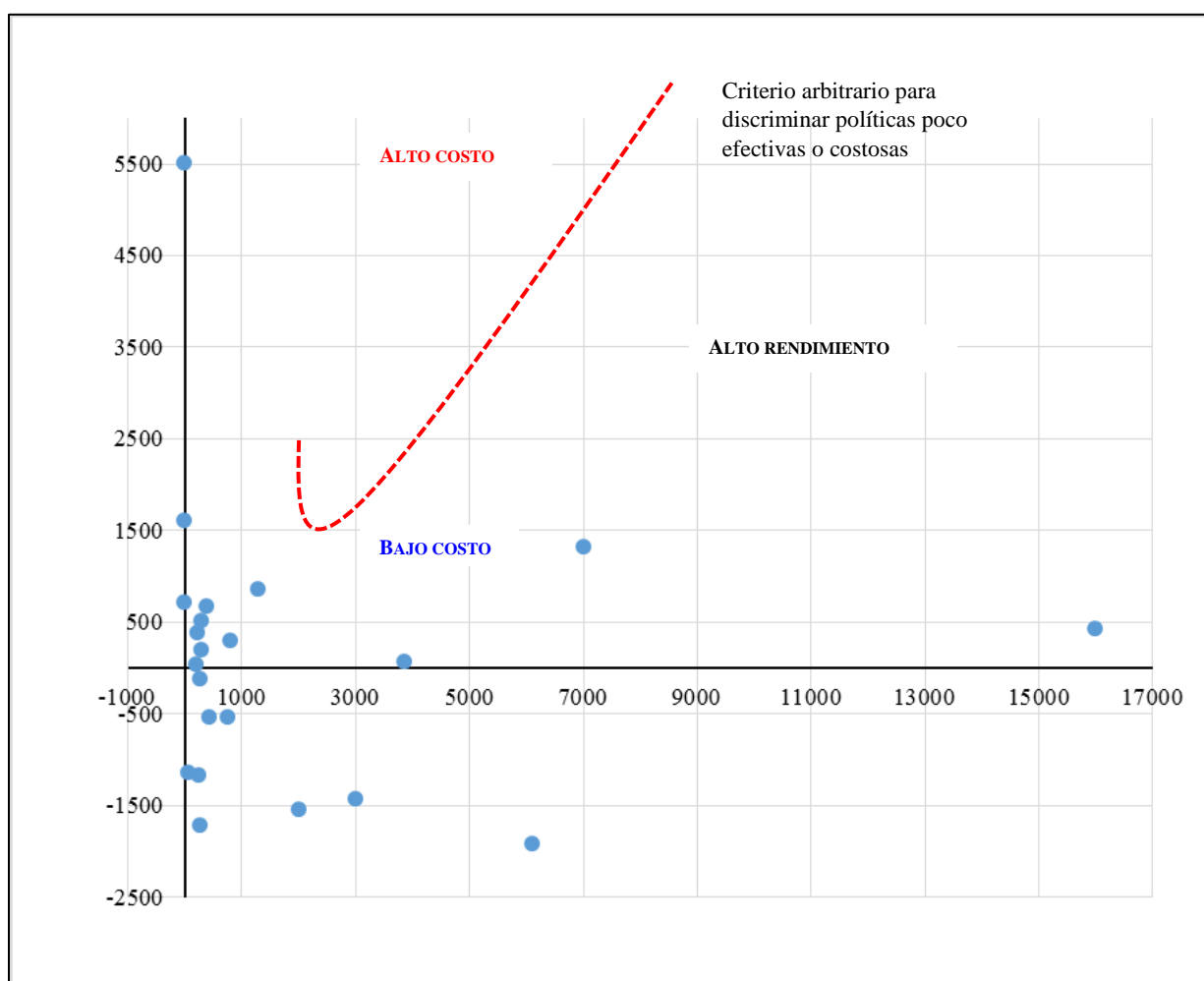
En las Gráficas 15, 16 y 18 del presente reporte (apartado anterior) se aprecian elementos importantes para la toma de decisiones respecto a la implementación del PEACC. Los resultados presentados sugieren que las administraciones sucesivas del Gobierno del estado en turno podrán adoptar énfasis diferentes para el PEACC-BC, y aun así lograr éxito bajo distintas ópticas. Por ejemplo, la implementación del programa puede conllevar un interés netamente financiero, con miras a construir alianzas con capital privado y recuperar inversiones en tiempos relativamente cortos.

Para ello, existen cerca de diez políticas cuyo costo negativo garantiza que en el mediano plazo se recuperaría la inversión necesaria, con casi el 40 por ciento del abatimiento total de emisiones que tendrá el PEACC (Gráfica 15). De manera similar, un enfoque economicista, con interés por estimular la actividad económica del estado, haría una selección de políticas un tanto cuanto diferentes al enfoque anterior, apelando probablemente a fondos federales o internacionales que le permitirían recuperar la inversión a partir del mayor dinamismo económico en el estado

(Gráfica18). Un tercer enfoque podría ser netamente conservacionista, buscando lograr la mayor mitigación posible, sin discriminación respecto al costo de dichas políticas.

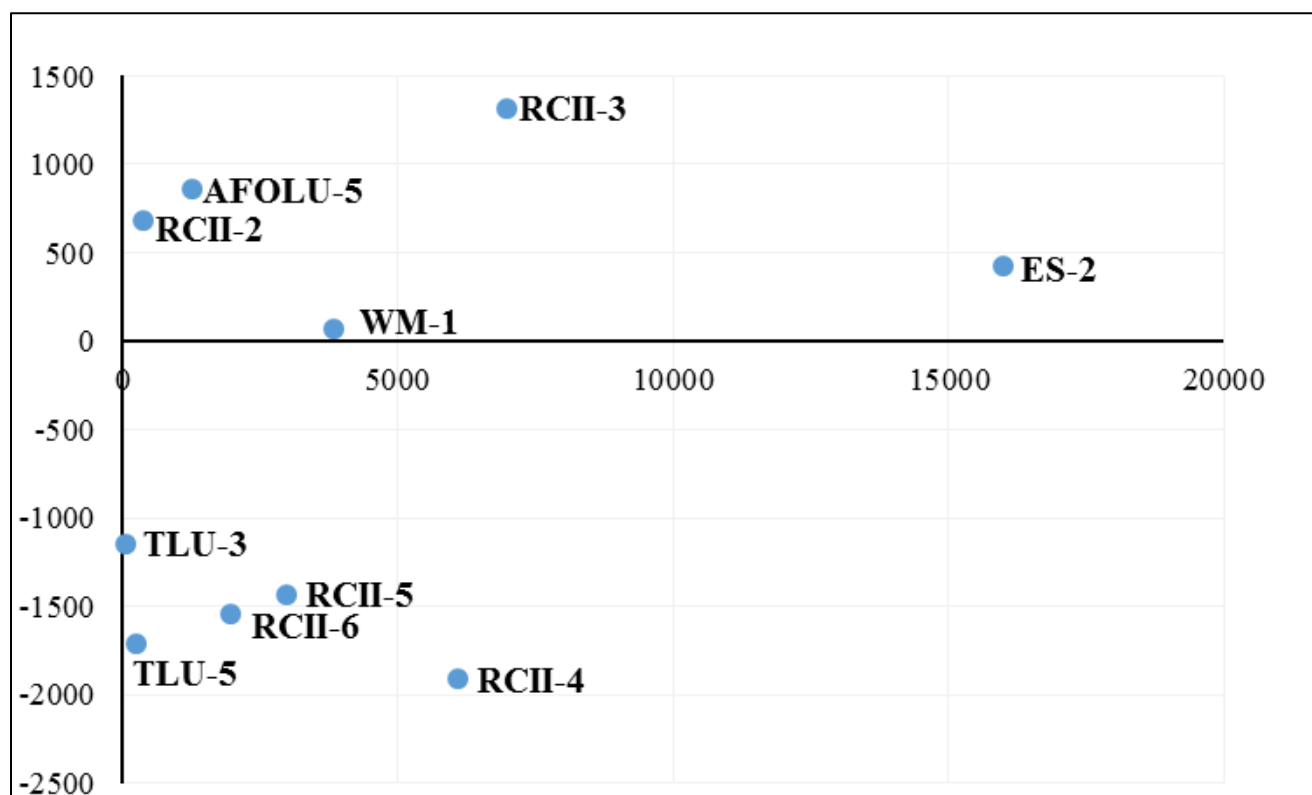
La **Gráfica 19** ofrece un primer acercamiento sobre cómo iniciar la discriminación de políticas, en función de los intereses que pudieran dominar la toma de decisiones en una administración. La nube de puntos se traza a partir de las dos dimensiones críticas: *abatimiento* (eje de las abscisas) (mTCO<sub>2</sub>e) y *costo de efectividad* (eje de las ordenadas) (\$/tCO<sub>2</sub>e). Los puntos extremos en cualquiera de los dos ejes ilustran de manera inmediata el atributo en el que sobresalen cada política (costo o efectividad).

Gráfica 19. Costo de efectividad y abatimiento de las políticas del PEACC-BC



Con criterios definidos, aunque sea de manera arbitraria, es posible hacer un primer tamizado de las políticas, como la envolvente que aparece en la **Gráfica 19**. En el caso del PEACC de Baja California se reducen las políticas para dejar aquellas que son más costo-efectivas y/o más influyentes en la cantidad de abatimiento (**Gráfica 20**).

Gráfica 20. Políticas principales del PEACC-BC



Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis microeconómico.

Los datos de las políticas corresponden al corte en el año 2030. En esta última gráfica se aprecian cuáles son las políticas que serán de mayor atractivo en cuanto a la implementación del PEACC.

En los siguientes apartados se abordan algunas consideraciones particulares de cada uno de los sectores.

## 10.2 Particularidades por sector, por política.

### *Sector ES*

Más allá de los números que arrojan los cálculos, existen particularidades en cada sector del PEACC que conviene subrayar. El sector de Energía es uno de los más intensivos en capital ya que, requiere de cambios de tecnología o mejoras en la misma para transformar o procesar combustibles fósiles o renovables para generar electricidad. En varias políticas se incurre en más costos que ahorros. Lo que destaca de este sector es que cuenta con políticas cuyos volúmenes de abatimiento de GEI son significativos, en comparación con el resto de los sectores. La política ES-2 (*Diversificar la Matriz Energética*) presenta enormes oportunidades para abatir emisiones; en total se estimó una mitigación de 16 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e durante el periodo de

implementación. Sin embargo, el costo de efectividad es de \$440/tCO<sub>2</sub>e, lo cual representa más costos que beneficios económicos directos. Aun así, no es ésta la política con mayores costos.

La política con mayores costos es ES-4 (Paneles Fotovoltaicos), equivalente a \$505 pesos por tonelada de CO<sub>2</sub>e, y la de menores costos ES-3 (Energía Renovable en Edificios Públicos), con un costo de \$31/tCO<sub>2</sub>e. Cabe mencionar que es la única política del sector que está considerando financiamiento público.

El impacto macroeconómico, que se tiene como resultado para este sector, con base a los resultados macroeconómicos del modelo REMI, muestra pérdida en el número de empleos, siendo ES-2 la que destaca en este aspecto, con una reducción de 3231 empleos en el periodo que concluirá en 2030, que desde luego impacta en la economía del estado pues contribuye al desempleo y disminuye el consumo.

Con los resultados macroeconómicos y microeconómicos, se observa que este conjunto de políticas representan altos costos de inversión que, para el periodo de tiempo considerado en el diseño de políticas, no son rentables y que, a excepción de ES-3, no requerirán de financiamiento público, lo cual no impacta en el gasto de gobierno. Sin embargo, los resultados del modelo econométrico aplicado (REMI) indican que sí afectan a la economía en su conjunto, castigando el empleo y con ello reduciendo el consumo dentro del estado.

### *Sector RCII*

El sector RCII presenta enormes ventajas desde la perspectiva ambiental y económica, pues es el sector que en aspectos energéticos construye ahorros y ofrece ganancias a todos los involucrados. Las políticas de mitigación del sector RCII destacan por su costo de efectividad; se trata de seis políticas que se analizaron (RCII1, RCII2, RCII3, RCII4, RCII5 y RCII6) las cuales dan como costos valores negativos, es decir, que representan ahorros. Bajo este enfoque, destaca la política RCII-4 (*eficiencia energética en el sector industrial*), cuyo valor es de -\$1,915 por cada tonelada abatida de CO<sub>2</sub>e. Desde el punto de vista financiero, esta representaría la mejor de las opciones para aplicar, ya que es significativa la cantidad abatida (6.1 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e para el periodo de implementación de la política) y destaca en ahorros cuando se compara con el resto de las opciones del sector RCII.

La ventaja que presenta el sector es que, a excepción de RCII-5 el resto de las políticas no requerirán financiamiento del gobierno, lo cual beneficia al gasto público, provocan interés e influyen en la viabilidad de su implementación.

Considerando los impactos macroeconómicos para este sector, los mayores beneficios los acarrea RCII-4, pues durante el periodo de implementación se generaran 5,423 empleos en el estado, cifra que representa el 97% de estas políticas.



### *Sector TLU*

Dentro del sector transporte y usos de suelo urbano, dos propuestas de política resaltan por su costo efectividad negativo (ahorros): TLU-3 (-\$1,154/ton-CO<sub>2</sub>eq), que tiene objetivo *retirar de circulación vehículos con una antigüedad mayor a 20 años*, y TLU-5 (-\$1,716 ton-CO<sub>2</sub>eq) que se refiere al *crecimiento inteligente mediante el incremento de la densidad poblacional*, mejorar el balance empleo/vivienda y reducir la distancia hacia paradas de camiones. La aplicación de estas políticas reducirá para el 2030 un total de 70,000 TCO<sub>2</sub>e y 280,000 TCO<sub>2</sub>e respectivamente.

Generalmente, en materia de transporte, las políticas de abatimiento de emisiones van orientadas a reducir la demanda de viaje, o sustituir combustibles fósiles por renovables. En el PEACC, tres de las propuestas de políticas analizadas están enfocadas a la reducción de combustibles fósiles; una tiene como objetivo controlar las emisiones directamente (*instalación de filtros de partículas*) y dos (aunque una tuvo que ser eliminada) a la planeación urbana, con una visión de crecimiento inteligente e integral.

La inversión o ahorros que se tienen en el sector transporte deben ser vistos y planteados, además de en términos monetarios, desde el punto de vista de los beneficios a la sociedad y la región, y con una visión a largo plazo. Aunque en este estudio no se cuantificaron los beneficios sociales de las propuestas de política del sector transporte, existe una consideración cualitativa de ellos. Las emisiones de contaminantes afectan la calidad del aire de la región y esto ocasiona un detrimento de la salud en las personas por enfermedades respiratorias.

### *Sector AFOLU*

El sector agropecuario-forestal o AFOLU es un sector que se compone de políticas con resultados modestos, pero con acciones básicas que corrigen desperdicio de recursos que provocan el empobrecimiento de la calidad de vida. El aprovechamiento de paja de trigo (AFOLU-3) es una de estas políticas, incorporada para la generación de energía en la iniciativa de *Diversificación de la matriz energética* (ES-2) con el propósito parcial de eliminar quemas agrícolas. De manera similar, la *Producción de bioetanol a partir de sorgo dulce* (AFOLU-4) busca ampliar la oferta de combustibles alternativos y se incorporó a la política TLU-2.

AFOLU-5, *Manejo del ganado de pastoreo* y AFOLU-2, *Gestión de excretas del ganado lechero* son las más destacadas del sector en cuanto al abatimiento, porque dentro del sector, la primera reduce el 76% en 2020 y 83% en 2030, y la segunda el 22% en 2020 y 15% en 2030.

Los mayores atributos de las políticas de AFOLU se expresan en los resultados de costo-efectividad. AFOLU-2 reduce solamente 0.02 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e para 2020 y 2030, pero su costo de efectividad es de \$-164/tCO<sub>2</sub>e para el año 2020 y \$-100/tCO<sub>2</sub>e para 2030.

Aunado a lo anterior, AFOLU-2 podría ser una de las políticas a recomendar, su costo-efectividad negativo. Pero es importante destacar que su implementación tiene como barrera la aceptación de los productores lecheros, porque en el caso de Tijuana, los ganaderos se resisten a

la instalación de los sistemas de biodigestión, porque tienen la incertidumbre de que sus granjas sean desplazadas en los próximos años debido a la rapidez con que crece la mancha urbana de la ciudad.

### *Sector WM*

Los resultados del análisis microeconómico y macroeconómico de las 3 políticas estudiadas en el sector WM muestran que en materia de abatimiento, se podrían reducir 0.34 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e en 2020 y 0.43 millones de toneladas en 2030. Cabe mencionar que una de las políticas de este sector, WM-4. Producción de biodiesel a partir de aceite vegetal residual, fue analizada en TLU-2. Combustibles alternativos.

Pero también hay que destacar la discreta participación de WM-3, que podría abatir 0.04 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e en 2020 y 0.07 millones en 2030; y WM-2., 0.03 millones de CO<sub>2</sub>e en 2020 y 0.04 millones para 2030.

Las políticas del Sector WM son de considerarse porque en la gestión de residuos se encuentran grandes ahorros. Los resultados del costo-efectividad así lo demuestran. Sobresale WM-2 (Reúso Potable Indirecto de Agua) y WM-3 (Reúso de agua) presentan cifras negativas para el 2020, ( \$-635 y WM-3 \$-702 (respectivamente) y para el 2030, WM-2 \$-409 y WM-3 \$-377. El caso de WM-2 se debe a los grandes ahorros que habría si se redujera la cantidad de agua que es actualmente transportada por el acueducto “Río Colorado-Tijuana” desde Mexicali hasta Tijuana. WM-3 también presenta ahorros, porque en este momento el agua que utilizan para riego en la mayoría de las áreas verdes del estado es agua potable, y de hacerse el cambio por agua residual tratada, se reduciría los costos. WM-1. Gestión de metano de rellenos sanitario es la política más destacada ya que reduce el 80% y 75% de todo el sector, su implementación podría reducir 0.27 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e en 2020 y 0.32 millones en 2030, aunque su principal obstáculo es que el costo-efectividad para 2020 es de \$72/tCO<sub>2</sub>e, mientras que para 2030 es de \$46/ tCO<sub>2</sub>e.

WM-2 y WM-3 además de presentar reducción de CO<sub>2</sub>e, el gobierno estatal se ahorraría por su implementación. Pero es importante mencionar las barreras con las que podrían enfrentarse. Por ejemplo, WM-2 tiene como principal obstáculo la aceptación de la población, puesto que sería el primer caso en México y hay poca información al respecto; además, no es fácil encontrar la instancia responsable del conteo y la identificación del consumo, los insumos y la infraestructura. Para WM-3 la principal barrera sería económica, porque aunque los resultados arrojan ahorros, el costo de la infraestructura no es bajo; la segunda sería que se requiere de la voluntad política por parte de los gobiernos municipales para darle continuidad a este tipo de proyectos, y que no se vean afectados por los cambios de administración; y la última involucra a la participación ciudadana, ya que los comités o grupos de vecinos son actores clave para poder darle seguimiento.

### 10.3 Implementación efectiva: opciones de financiamiento

En la implementación de un programa de gobierno tan novedoso como éste de acciones ante el cambio climático, requerirá de fórmulas precisas para su financiamiento. A lo largo de la elaboración del PEACC, fue necesaria la formulación de respuestas sobre supuestos que permitieran avanzar en el diseño, la cuantificación y el análisis del programa.

No obstante la base incierta con la que se formularon las políticas del PEACC, las fuentes de financiamiento consideradas corresponden a programas similares existentes en los distintos círculos de gobierno (ver fichas técnicas-descriptivas en los Anexos), de acuerdo a bibliografía y referencias de dependencias de gobierno u organismos internacionales, o señalados por especialistas del sector y en contacto con dichos programas.

La tabla 14 presenta un concentrado de las opciones de financiamiento que se encontraron como viables, dirigidos a fomentar los objetivos contenidos en cada uno de las políticas del PEACC. Varias de las políticas presentan más de una opción de financiamiento.

El presente estudio identifica 36 opciones o fórmulas de financiamiento para las 25 políticas del PEACC. Sólo cinco políticas dependerán de financiamiento directo del gobierno federal, y sólo una de las cinco no cuenta con una segunda opción para financiarse. Adicionalmente, otras tres políticas podrían depender de financiamiento del Gobierno del Estado, pero sólo dos de ellas anotan a la fuente estatal como su único sustento probable. Es decir, del total de 36 opciones, 8 políticas consideran al erario público (federal o estatal) como fuente probable, pero sólo tres de ellas dependerán definitivamente de recursos públicos.

Las tres políticas que dependen de recursos públicos son la ES-3 (*Energía renovable para edificios públicos*), cuyos costos y beneficios serán directamente para el gobierno estatal. El resultado financiero de dicha política es una pérdida al final del periodo (2030) de \$25 millones de pesos (valor presente neto).

La segunda política, dependiente ésta de recursos federales, es la TLU-2 (*Combustibles alternativos*), con una pérdida en 2030 de \$662 millones de pesos (valor presente neto).

La tercera de estas políticas, TLU-5 (*Crecimiento inteligente*) se podrá financiar a través de fondos federales y estatales, pero la rentabilidad de la política es positiva, con ganancias por \$330 millones de pesos (valor presente neto) al final del periodo.

Tabla 14. Fuentes de Financiamiento para las Políticas

Fuentes de Financiamiento para las Políticas									
Política	APP Federal	APP Estatal	Recursos Federales	Recursos Estatales	Recursos Municipales	Mixto (Federal, Estatal y Privado)	Privado	Particular	Apoyos Internacionales
ES-1							✓		
ES-2							✓		
ES-3				✓					
ES-4								✓	
RCII-1	✓								
RCII-2							✓	✓	
RCII-3			✓					✓	
RCII-4							✓		
RCII-5			✓					✓	
RCII-6								✓	
TLU-1									✓
TLU-2			✓						
TLU-3	✓								
TLU-4			✓	✓	✓				
TLU-5			✓	✓					
AFOLU-1	✓								
AFOLU-2						✓			
AFOLU-3						✓			
AFOLU-4						✓			
AFOLU-5	✓								
AFOLU-6	✓								
WM-1					✓		✓		
WM-2		✓			✓				✓
WM-3	✓				✓				✓
WM-4		✓							
Total	6	2	5	3	4	3	5	5	3

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes de financiamiento más citadas durante la investigación incluyen asociaciones público-privadas (APP) federal (6 veces), políticas financiables con recursos privados (5) y políticas que serán financiadas por usuarios particulares (5).

#### 10.4. El PEACC-BC como política pública: balance y prospectiva.

El balance final de las 25 políticas del PEACC analizadas en este documento habla de un programa estatal de acción climática naciente, como un primer acercamiento a la descarbonización de la economía del Estado. Baja California, por la presencia de la energía geotérmica y la creciente construcción de energía eólica, es un estado que en términos relativos presenta una economía de baja intensidad de carbono. El esfuerzo que se describe en el presente reporte habla de oportunidades adicionales, algunas de enorme beneficio para la comunidad bajacaliforniana, para avanzar aún más en un régimen de economía verde

Los resultados que se han calculado son base para la toma de decisiones en la implementación de medidas de mitigación a los gases de efecto invernadero (GEI) que se producen en el Estado. Los beneficios y costos que aquí se han calculado arrojan un **saldo positivo de \$9,853 millones de pesos** (ver Tabla 11). A este resultado se le debe agregar aquellos beneficios no cuantificados en el presente estudio, beneficios como son impactos benéficos en la salud debido a la reducción de emisiones; beneficios en el paisaje, provocados por la mayor forestación en ciudades; la seguridad hídrica que se desvanece de Baja California por la excesiva dependencia de una sola fuente de agua (el Río Colorado) y todos aquellos beneficios externos derivados de la reducción de emisiones.

Sin embargo, habría que colocar el presente programa en su justa dimensión. Ubicar el PEACC de Baja California en el contexto actual de la creciente preocupación sobre los efectos del cambio climático, y en el contexto de un país con instrumentos de gestión de lo más avanzados para un país No-Anexo I.

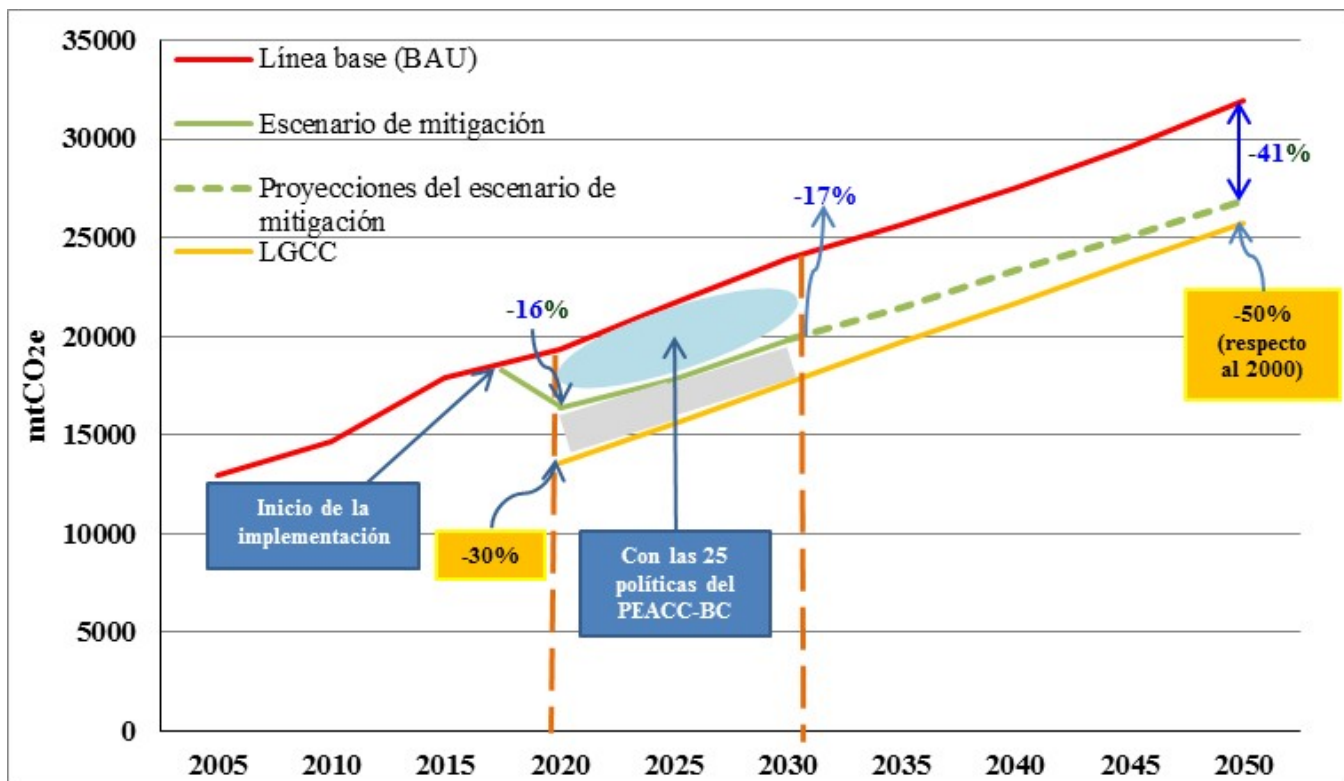
La **Ley General de Cambio Climático** (LGCC) es el instrumento de gestión de mayor jerarquía con que contamos en México para hacer frente a este fenómeno mundial. En su Artículo Transitorio Segundo señala:

*El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de **reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones respecto a la línea base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas al año 2000**<sup>11</sup>. Las metas mencionadas podrán alcanzarse se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que incluye los Estados Unidos Mexicanos. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente estrategia nacional.*

---

<sup>11</sup> Énfasis de los autores.

Gráfica 21. Escenario de mitigación del PEACC en el marco de la LGCC.



Fuente: Elaboración propia

En ese marco analítico hemos colocado los alcances del PEACC y las metas plasmadas en la LGCC. La Gráfica 21 muestra los alcances que tiene el PEACC en la mitigación de la línea base de emisiones o *business as usual* (BAU), por el periodo 2016-2030. De acuerdo a los resultados del PEACC, las 25 políticas lograrán una mitigación del 15.5% de emisiones para el año 2020, y 17% de reducción para el 2030. Si bien, estos logros podrían calificarse como halagüeños, sobre todo si consideramos que las políticas del PEACC en su conjunto arrojarán además un saldo positivo en la economía, la gráfica muestra que existe un área (sombreada gris) en la que el PEACC no cubre la cuota que correspondería al Estado de Baja California en los términos en los que señala la Ley General.

Para efecto de brindar una visión prospectiva para los bajacalifornianos y los tomadores de decisión sobre los alcances que podría tener el PEACC, la gráfica muestra una proyección de las tendencias de la línea base o BAU, las proyecciones al escenario de mitigación del programa (proyección recta en línea punteada verde), y las metas plasmadas en la LGCC.

El resultado de cotejar estas proyecciones muestra que bajo las condiciones descritas (tendencia uniforme hasta el 2050), *Baja California logrará para el año 2050 una mitigación del 41% de las emisiones de GEI respecto a las emitidas en el año 2000*. Dicho de otra forma, con un

modesto esfuerzo adicional el Estado estará en cumplimiento de la LGCC, contribuyendo su parte dentro del esfuerzo nacional y planetario.

## **Capítulo 11. Conclusiones generales**

El Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático de Baja California es una iniciativa colectiva de las instituciones del país y del Estado. Inicia con la decisión del Gobierno Federal en 2006 por participar en la cruzada mundial por mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el apoyo otorgado por el entonces Instituto Nacional de Ecología a las entidades federativas para desarrollar un inventario de emisiones de todo el país, con datos generados en los estados y municipios. El ejemplar desarrollo de México en el esfuerzo mundial (cinco Comunicaciones Nacionales, Ley General de Cambio Climático, Estrategia Nacional, etc.) fue seguido de un esfuerzo similar por el Estado de Baja California, promulgando su Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación de Cambio Climático el mismo año que la Ley General a nivel nacional, siendo de los primeros estados en hacerlo.

Siete años después de haber iniciado el esfuerzo por generar una visión y una estrategia para definir acciones ante el cambio climático, el Gobierno de Baja California cuenta hoy con un documento que pulsa las metas aspiracionales del estado por participar de la mitigación de GEI contra las limitaciones de carácter económico propias de la gestión pública. En medio de esta dualidad de metas, el presente reporte constituye una guía para concretar acciones específicas que den pauta para que gobierno y sociedad avancen conjuntamente en la tarea de descarbonizar la economía del Estado.

La principal conclusión que se deriva del análisis macroeconómico y del presente reporte es que la evaluación de los impactos de las medidas de mitigación de los efectos del cambio climático es positiva, es decir, no significan en el largo plazo un costo para la economía. Que si bien, en el tránsito a una economía ambientalmente amigable es necesario enfrentar algunos costos, los mismos serán compensados a partir de las ganancias de eficiencia que generan las mismas en su aplicación.

A nivel individual, a partir de la relación entre las necesidades económicas de las medidas de mitigación y su impacto en la generación de emisiones se pueden identificar tres bloques de políticas: 1) las primeras se asocian a las que constituyen un gran beneficio económico y logran una disminución de las emisiones; 2) las que generan un gran impacto en las emisiones y se asocian a un costo o beneficio económico modesto; y 3) aquellas que si bien tienen un impacto importante en la generación de emisiones sus necesidades económicas pueden ser relevantes. Al respecto, se puede considerar que las del segundo grupo por sus necesidades modestas y su gran impacto ambiental pueden ser priorizadas ante la restricción de recursos económicos. En ese sentido, en el caso de las integradas en los grupos 1 y 3, la sugerencia es que sean acometidas de forma simultánea dado que las necesidades de un grupo sean compensadas por las utilidades del otro grupo y que ello minimice las necesidades de recursos adicionales.

Adicionalmente, existen dos propósitos adicionales no contabilizables o, por lo menos, no contabilizadas en el presente reporte que es justo señalar en torno al PEACC. Primero, la tendencia global de las economías desarrolladas y las emergentes es transitar hacia el desarrollo limpio, la reducción de emisiones y la economía verde. La entidad que no avance en esa dirección corre el riesgo de rezagarse en términos industriales y tecnológicos, y en sus procedimientos institucionales. Es, pues, recomendable que el Estado de Baja California capitalice los tiempos actuales y los apoyos recibidos para que consolide una nueva estructura económica basada en los propios principios que esboza este PEACC.

Segundo, los resultados económicos capturados en los cálculos del PEACC, a pesar de brindar resultados positivos, no capturan las externalidades de los efectos propios de una economía con una creciente intensidad de carbono. Estas externalidades se refieren, sí, a los efectos del cambio climático, tales como plagas exóticas en cosechas provocadas por nuevos rangos en temperatura; enfermedades, como el dengue, igualmente provocadas por el ascenso en temperatura; o la exacerbación de las sequías pronosticada para la región de Baja California. Más aún, al margen de la contribución que pueda hacer o no las acciones de mitigación del cambio climático el Estado de Baja California, la población se beneficiará de la reducción de emisiones contaminantes que empobrecen la calidad del aire y provocan, año con año, de las tasas más altas de enfermedades respiratorias en el Valle de Mexicali y otras regiones.

### **RECOMENDACIÓN FINAL: El PEACC como política multifinalitaria**

Al margen de los objetivos expresos de un plan de acción climática, existen beneficios inmediatos de carácter social y económico encerrados en las políticas plasmadas en el PEACC.

Para concluir el presente reporte, y con el propósito de maximizar los beneficios alcanzables a través del PEACC, se recomienda concentrar las acciones iniciales en cinco (5) políticas prioritarias. A saber:

1. **CALENTADORES SOLARES (RCII-5).** La política reportará una rentabilidad o ganancia de \$2,238 millones de pesos (VPN) al final del periodo; estimulará la economía, como se aprecia en la gráfica de los impactos macroeconómicos; reducirá 6.1 Teragramos de CO<sub>2</sub> equivalente de GEI; y generará 2,394 empleos durante los 15 años analizados. Pero más allá de eso, será un elemento de enormes beneficios sociales para familias de escasos recursos. Dado que los beneficios ambientales y económicos son tan notables, hay pauta para que el Gobierno del Estado defina un programa para financiar calentadores solares para las clases populares.
2. **CRECIMIENTO INTELIGENTE (TLU-5).** El costo-efectividad de la política es notable: - \$1,716 pesos/tonCO<sub>2</sub>e. Su mitigación es modesta (0.28 TgCO<sub>2</sub>e), pero los beneficios sociales se medirán en el alivio para cientos de miles de ciudadanos que padecen las deficiencias del transporte urbano, costoso e ineficiente, y de políticas de uso de suelo sin visión y ciudades carentes de amenidades urbanas. La política es, además, ganadora; a lo largo del periodo generará ganancias por \$330 millones de pesos.



3. **EFICIENCIA ENERGÉTICA EN NUEVAS VIVIENDAS (RCII-2).** Ofrecerá ahorros por \$290 millones de pesos, con un costo negativo (ahorro) de \$675 pesos por cada tCO<sub>2</sub>e de mitigación. Esta política aumentará el consumo de enseres domésticos dentro del Estado, ofreciendo así un estímulo económico e incrementando el empleo en 166 empleos por año.
4. **EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL (RCII-4).** La rentabilidad de esta política será de \$11,771 millones de pesos (VPN) durante el periodo. No hay política que genere mayores ganancias que ésta en todo el PEACC. El costo (negativo) de cada tonelada (es decir, ahorro) es de -\$1,915 por cada tonelada equivalente de CO<sub>2</sub> mitigada. Para el 2030 generará 5,423, más que cualquier otra política.
5. **DIVERSIFICAR LA MATRIZ ENERGÉTICA (ES-2).** A pesar de que es una política de muy alto costo (\$440 pesos/tonCO<sub>2</sub>e), el potencial de reducción de emisiones de esta política es superior a cualquier otra. Los beneficios ambientales que podrán derivarse de ello será mayor a cualquier otra.



## Bibliografía

- AlfieM. 2002. Imágenes de ONG ambientalistas en la frontera México-Estados Unidos. *Frontera Norte*14(27): 83-122.
- Alvarado et al. 2011. Genotipos de sorgo dulce potenciales para producción de bioetanol en el Valle de Mexicali. *Investigación y Ciencia*52: 15-20.
- Avendaño B. y Várela R. 2010. La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California. *Estudios fronterizos*11(21).
- Basurto S. y R. Escalante. 2011. Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. *Economía UNAM*9(25): 53-73.
- Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden and C.E. Hanson, (Eds.). Pp. 745-777. Cambridge. Cambridge University Press.
- CCS (Center for Climate Strategies). 2014. What we do: portal de internet. Disponible en: <http://www.climatestrategies.us/what-we-do-2>
- CEA/Conagua (Comisión Estatal del Agua de Baja California/Comisión Nacional del Agua). s/f. ¿Sabes cómo llevamos el agua desde el río Colorado hasta Tecate, Tijuana y Rosarito? Disponible en: <http://www.cea.gob.mx/imagenes/poster.jpg>
- CEA/Sefoa (Comisión Estatal del Agua de Baja California/Secretaría de Fomento Agropecuario). 2008. Programa estatal hídrico 2008-2013. Disponible en: <http://www.cea.gob.mx/Documents/PEH20082013.pdf>
- Centro Mario Molina. 2010. Análisis regional del manejo del agua en México y la sustentabilidad ambiental y energética. Presentación de PowerPoint. México Distrito Federal.
- CFE (Comisión Federal de Electricidad). 2009. Energías Renovables. Interconexión a la red eléctrica. Disponible en: <http://www.cre.gob.mx/documento/1528.pdf>.
- COCEF (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza). 2014. Acerca de la COCEF: portal de internet”. Disponible en: <http://www.COCEF.org/acerca-la-COCEF>
- COCEF-CCS-Gobierno de Baja California (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, Center forClimateStrategies). 2010. Emisiones de gases de efecto invernadero en Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025. Ciudad Juárez Chihuahua.
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Ed. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF>
- Cordera R., et al. s/f. México frente a la crisis: hacia un nuevo curso de desarrollo. *Economía UNAM* 6(18): 7-60. México. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econunam/pdfs/18/01mexicofrentealacrisis.pdf>
- El COLEF (El Colegio de la Frontera Norte). 2014. Acerca de El Colegio de la Frontera Norte: portal de internet. Disponible en: <http://www.COLEF.mx/el-COLEF>

- FAO/Sagarpa (Organización de las Naciones Unidas para la Organización y la Agricultura /Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. México: El sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Volumen 1. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf>
- Gobierno de Baja California. 2013. Principales sectores, productos y servicios de Mexicali. Disponible en: [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/municipios/mexicali/sectorprod.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/mexicali/sectorprod.jsp)
- Gobierno de Baja California. 2013b. Hidrología de Baja California. Nuestro estado-Recursos naturales-hidrología. Disponible en: [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/hidrologia.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/hidrologia.jsp)
- Gobierno de Baja California. 2014. Plan estatal de desarrollo 2014-2019: eje 3. Desarrollo económico sustentable: Mapa temático 3.5.
- Gobierno de Baja California. 2015a. Sistema Estatal de Evaluación del Desempeño. Indicador: Agua residual tratada en el estado. Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA). Disponible en: [http://indicadores.bajacalifornia.gob.mx/consultaciudadana/resumen\\_indicador.jsp?indicador=ES-CEA16&tipografica=0&sector=3&pagina=0&npagina=20&sec=null&prog=null&str\\_clv=null](http://indicadores.bajacalifornia.gob.mx/consultaciudadana/resumen_indicador.jsp?indicador=ES-CEA16&tipografica=0&sector=3&pagina=0&npagina=20&sec=null&prog=null&str_clv=null)
- Goklany, I.M. 2007. Integrated strategies to reduce vulnerability and advance adaptation, mitigation, and sustainable development. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12: 755-786.
- GutiérrezGarcía et al. 2012. Biogás una alternativa ecológica para la producción de energía. *Ide@s CONCYTEG*, 7(85): 881-894.
- INE/Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (Instituto Nacional de Ecología). 2005. Aspectos metodológicos del inventario nacional de gases de efecto invernadero INEGEI 2002. Disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/aspectos\\_metod\\_inegei02.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/aspectos_metod_inegei02.pdf)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Dirección General de Estadísticas Económicas. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Estadística básica sobre medio ambiente: datos de Baja California. Boletín de prensa número 129/13. Mexicali Baja California. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica10.pdf>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Energía. Vol. 2. Instituto para las Estrategias Ambientales Globales. Japón.
- Klein, R.J.T., et al. 2007. Supplementary material to chapter 18: Inter-relationships between adaptation and mitigation. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden and C.E. Hanson. (Eds.). P. 745-777. Cambridge, Cambridge University Press.

- LARCI (Latin American Regional Climate Initiative). 2014. About LARCI: portal de internet. Disponible en: [http://larci.org/?page\\_id=348](http://larci.org/?page_id=348)
- Muñoz, *et al.* 2012. Baja California: Perfil Energético 2010-2020 Propuesta y Análisis de Indicadores Energéticos para el Desarrollo de Prospectivas Estatales. Comisión Estatal de Energía.
- Muñoz G. y Vázquez B. 2012. Inventario de Gases de Efecto Invernadero del estado de Baja California: Periodo 1900-2005. El Colegio de la Frontera Norte.
- Quintero M. y Rivas M. 1995. Microhydroelectric Plants in the Valley of Mexicali. *Energy and Environment in the California-Baja California Border Region*. Alan Sweedler, Paul Ganster, and Patricia Bennet. (Eds). San Diego: Institute for Regional Studies of California and San Diego State University Press.
- Quintero y Sweedler. 2005. Perspectiva Energética en Mexicali y Valle Imperial. Universidad Autónoma de Baja California. Disponible en: <http://132.248.129.5/cursosOJS/index.php/uabc/article/viewFile/800/826>.
- Robinson, J. et al. 2006. Climate change and sustainable development: realizing the opportunity, *Ambio* 35 (1): 2-8.
- Rodríguez *et al.* 2009. Indirect potable reuse: a sustainable water supply alternative. *Int J Environ Res Public Health* 6(3): 1174-1209. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2672392/>
- Rojas, L. s/f. Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM). Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/itro\\_inem.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/itro_inem.pdf)
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Registra ProAgro productivo 2014 importante avance en los pagos: Guillermo Aldrete. Disponible en: <http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Boletines/Paginas/2014B106.aspx>
- Sagarpa/Firco (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Fideicomiso de Riesgo Compartido). 2007. Aprovechamiento de biogás para la generación de energía eléctrica en el sector agropecuario. Documento de trabajo. Disponible en: [http://www.cmp.org/apoyos/BIOGAS0902/0524\\_LIBRO\\_de\\_BIOGAS.pdf](http://www.cmp.org/apoyos/BIOGAS0902/0524_LIBRO_de_BIOGAS.pdf)
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social). 2009. Generación total de residuos sólidos urbanos, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano- Marginadas. México.
- Sefoa (Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California). 2014. Estadísticas básicas: agricultura, comparativo nacional. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS).
- Sefoa/Sagarpa/Gobierno de Baja California (Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California / Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Estudio estadístico sobre porcicultura en Baja California. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Baja California (OEIDRUS).
- Sefoa/Sagarpa/Gobierno de Baja California (Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California / Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

2011. Panorama general de la producción lechera en Baja California. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Baja California (OEIDRUS).
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1997. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=32](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=32)
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Compendio de estadísticas ambientales, edición 2013: generación estimada de residuos sólidos urbanos por entidad federativa. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio\\_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet8681.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet8681.html)
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013b. Informe de la situación del medio ambiente en México. Capítulo 7. Residuos, Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental, edición 2012. Disponible en: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/07\\_residuos/cap7\\_1.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/07_residuos/cap7_1.html)
- Sener (Secretaría de Energía). 2007. Prospectiva de gas natural y gas LP. 2013-2027. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2013/Prospectiva\\_Gas\\_Natural\\_y\\_Gas\\_LP\\_2013-2027.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_Gas_Natural_y_Gas_LP_2013-2027.pdf)
- Sener & GTZ. 2006. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. Pp. 23. Disponible en: [http://awsassets.panda.org/downloads/folletoerenmex\\_sener\\_gtz\\_isbn.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/folletoerenmex_sener_gtz_isbn.pdf)
- Sener/BID/GTZ (Secretaría de Energía / Banco Interamericano de Desarrollo / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2006. Potencialidades y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. México, D.F. Disponible en: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/descargas/SENER-BID-GTZ-Biocombustibles-en-Mexico-Estudio-completo.pdf>
- Smith, J.B., et al. 2001. Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis. In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White (Eds.), p. 914-967, Cambridge, Cambridge University Press.
- SPA (Secretaría de Protección al Ambiente). 2014. Visión y Misión de la institución: portal de internet. Disponible en: <http://www.spabc.gob.mx/item/view/id/4>
- Tompkins, E. y W.N. Adger. 2005. Defining a response capacity for climate change. *Environmental Science Policy* 8(6): 562-571.
- UNFCCC (United Nation Framework Convention on Climate Change). 2009. General description of project activity: Verde Valle Landfill Gas Project. Disponible en: [http://cdm.unfccc.int/filestorage/8/I/K/8IKHP6GQ09LVNDTB4JRF23EZC7UXO5/PDD.pdf?t=MUI8bmgwbHNjfDBS2v\\_qlkx0fTgw846d8Y5O](http://cdm.unfccc.int/filestorage/8/I/K/8IKHP6GQ09LVNDTB4JRF23EZC7UXO5/PDD.pdf?t=MUI8bmgwbHNjfDBS2v_qlkx0fTgw846d8Y5O)

- USAID (United States Agency for International Development). 2014. Nosotros: Portal de Internet. Programa para el Desarrollo bajo en emisiones de México (MLED). Disponible en: <http://www.mledprogram.org/nosotros>
- Valdez-Vázquez, *et al.* 2010. Distribution and potencial of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(7): 2147-2153.
- Venema, D.H. y M. Cisse. 2004. Seeing the Light: Adapting to Climate Change with Decentralized Renewable Energy in Developing Countries. International Institute for Sustainable Development. Canada. Disponible en: [http://www.iisd.org/cckn/pdf/seeing\\_the\\_light\\_dre.pdf](http://www.iisd.org/cckn/pdf/seeing_the_light_dre.pdf)
- Wei D. y Rose Adam. 2014. Overview of REMI Macroeconomic Analysis of Climate Action Plans. Price School of Public Policy of University of Southern California. Presentación, Taller de capacitación REMI, 21 de Mayo, Tijuana Baja California.
- W. Neil Adger, et al (eds). 2006. Fairness in Adaptation to Climate Change. Massachusetts Institute of Technology Press.
- WWF-México (World Wide Foundation-Mexico).2015. Quiénes somos. Disponible en [http://www.wwf.org.mx/quienes\\_somos/](http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/)





## **Anexo 1. Descripción de las instituciones participantes**

Las instituciones que trabajaron y apoyaron en la elaboración de la segunda etapa del PEACC-BC fueron las siguientes:

*La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (La COCEF):* La COCEF es una institución binacional, con sede en Ciudad Juárez, creada en 1993 por los gobiernos de México y Estados Unidos. Su misión es preservar, proteger y mejorar la salud humana y el medio ambiente de la región fronteriza México-EE.UU., fortaleciendo la cooperación entre las partes interesadas y apoyando proyectos de desarrollo sustentable a través de un proceso bilateral transparente, en estrecha coordinación con el Banco de Desarrollo de América del Norte, su institución hermana (COCEF, 2014).

*Agencia para Desarrollo Internacional (USAID)/ Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF):* La Agencia para el Desarrollo Internacional es la agencia del gobierno de los Estados Unidos que se encarga de administrar programas de cooperación y asistencia en 80 países. USAID apoya el crecimiento económico, la salud, la educación, la democracia, la agricultura, la prevención de conflictos y provee asistencia humanitaria en caso de desastres. Es un organismo de cooperación entre México y Estados Unidos (<http://spanish.mexico.usembassy.gov/es/embassy-information/usaid.html>).

*El Colegio de la Frontera Norte (El COLEF):* El COLEF es un Centro Público de Investigaciones del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). El COLEF es una institución de investigación científica y docencia, especializada en el estudio de la problemática de la región mexicana con Estados Unidos, que busca transformar el conocimiento que genera en insumos para la planeación y la toma de decisión que contribuye al mejoramiento y desarrollo de la región (El COLEF, 2014).

*La Iniciativa Climática Regional de América Latina (LARCI):* LARCI es una organización que fue creada en 2012 como un proyecto de colaboración para contribuir a la reducción de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la prosperidad general de los países de América Latina. El objetivo de LARCI es catalizar la política líder climática mundial a nivel nacional y ciudad a través de la alimentación, el transporte, y los sectores de residuos en América Latina, con énfasis particular en México y Brasil (LARCI, 2014).

*El Centro de Estrategias del Clima (El CCS, por sus siglas en inglés):* Es una agencia asesora que ha trabajado en el establecimiento y el logro de nuevas metas para el cambio climático, energía y la economía con enfoques sostenibles en 40 Estados y territorios de los EE.UU., los estados fronterizos de México, el gobierno federal de Guatemala y otros países. El CCS provee vías para la integración de los programas subnacionales y nacionales, incluyendo el poder ejecutivo y legislativo, y las acciones del sector privado (CCS, 2014).

*La Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPA):* La SPA es un organismo estatal que tiene como visión formular y aplicar la política ambiental, promoviendo acciones que ordenen y regulen el desarrollo sustentable para mejorar la calidad de vida de la población del Estado y la región transfronteriza. Dentro de las prioridades de la institución está el implementar programas y proyectos de impacto ambiental en materia de aire, agua, suelo, residuo, recursos naturales, flora y fauna, energías limpias, cambio climático y calidad de vida; regulación eficiente; y calidad en el servicio público (SPA, 2014).

Regional Economic Models Inc. (REMI): Es una empresa que proporciona modelos macroeconómicos para evaluar los impactos económicos y de empleo asociados a muchas actividades y sectores económicos.

**Anexo 2. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Generación de Energía**

**Anexo 3. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Residencial, Comercial, Industrial e Institucional**

**Anexo 4. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Transporte**

**Anexo 5. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Agricultura, Silvicultura y otros Usos de Suelo**

**Anexo 6. Fichas técnicas-descriptivas del Sector Manejo de Residuos**