



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

Informe Final

MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM (MLED).

CONTRACT: US0397-PO-13-0310

Agosto, 2014.

Este informe fue elaborado por Tetra Tech ES Inc. para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

AVISO LEGAL

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni la del Gobierno de los Estados Unidos.

www.mledprogram.org

Créditos y agradecimientos

Programa MLED

Ana Silvia Arrocha, Directora General

Antonio Mediavilla y Ricardo Troncoso, Supervisión

Colegio de Ingenieros Ambientales de México AC (CINAM)

Luis R. Sánchez Cataño

Julio Yáñez Meneses

Lourdes Cázares Chávez

Karla Lilian Arzate

Excalibur Acosta Medina

Jesús Castillo Monroy

Alejandro Ruíz Hernández

El equipo del CINAM desea agradecer la colaboración brindada por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático a través de las Coordinaciones de Cambio Climático y Crecimiento Bajo en Carbono y de Economía y Crecimiento Verde así como por la supervisión del Programa MLED y a la Unidad de Cambio Climático del gobierno del estado de Veracruz.

En especial se reconoce la contribución del Ing. Jorge Sarmiento Renteria y de la Ingenieras Cristina Ruiz Ramírez y Daniela Vázquez Samperio por su valiosa ayuda en la modelación de Línea Base y de medidas de mitigación.

“Cálculo de Línea Base de emisiones GEI y Proyecciones a Futuro del estado de Veracruz”

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 ANTECEDENTES	10
1.2 OBJETIVO Y ALCANCE	11
1.3 ESTRUCTURA DEL REPORTE.....	11
2. ENFOQUE METODOLOGICO	12
2.1 CONSIDERACIONES GENERALES	12
2.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO	12
3. PLANTEAMIENTO	13
3.1 ASPECTOS CLAVE DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
3.2 ELEMENTOS PARA LA PROYECCIÓN DE LA LÍNEA BASE	14
3.2.1 <i>Sistema energético en Veracruz en el año base 2010.....</i>	<i>15</i>
3.2.2 <i>Usos no energéticos.....</i>	<i>21</i>
4. ESCENARIO DE LÍNEA BASE	26
4.1 SUPUESTOS CLAVE.....	26
4.1.1 <i>Fugas y venteos</i>	<i>26</i>
4.1.2 <i>Industria.....</i>	<i>26</i>
4.1.3 <i>Residencial, comercial y servicios</i>	<i>27</i>
4.1.4 <i>Transporte</i>	<i>27</i>
4.1.5 <i>Desechos.....</i>	<i>27</i>
4.1.6 <i>Agropecuario</i>	<i>27</i>
4.1.7 <i>Forestal y cambio de uso de suelo</i>	<i>28</i>
4.2 CONFIGURACIÓN DE DATOS EN LEAP	28
4.2.1 <i>Demanda de energía</i>	<i>30</i>
4.2.2 <i>Demanda del Sector transporte.....</i>	<i>34</i>
4.2.3 <i>Demanda de energía del sector Residencial</i>	<i>42</i>
4.2.4 <i>Demanda energética del sector comercial y de servicios</i>	<i>47</i>
4.2.5 <i>Demanda energética del sector petrolero</i>	<i>52</i>
4.2.6 <i>Demanda de energía del sector industrial.....</i>	<i>56</i>
4.2.7 <i>Demanda de energía del sector agrícola</i>	<i>63</i>
4.2.8 <i>Transformación.....</i>	<i>66</i>
4.2.9 <i>No energético</i>	<i>70</i>
4.3 RESUMEN DE EMISIONES DE LA LÍNEA BASE.....	89
5. ESCENARIOS DE MITIGACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS.....	93
5.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA)	100
5.1.1 <i>1a Energía Hidroeléctrica</i>	<i>100</i>
5.1.2 <i>1b Ampliación de generación nuclear.....</i>	<i>103</i>
5.2 DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA.....	107

5.2.1	2a Incentivar el transporte público mediante un tranvía	107
5.2.2	2b Programa de Verificación Vehicular	109
5.3	SECTOR RESIDENCIAL.....	112
5.3.1	3a Instalación de estufas de leña ecológicas en sustitución de fogones abiertos	112
5.4	4 SECTOR INDUSTRIAL.....	114
5.4.1	4a Cogeneración en Industria de petróleo y gas.....	114
5.4.2	4b Cogeneración en Industria Química.....	117
5.4.3	4c Cogeneración en Industria Azucarera	120
5.5	RESIDUOS.....	123
5.5.1	5a Eficiencia operativas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	123
5.5.2	5b Implementación de un relleno sanitario con recuperación de biogás	126
5.6	6 AGRICULTURA.....	129
5.6.1	6a Gestión de tierras de pastoreo.....	129
5.6.2	6b Reforestación	131
5.6.3	6c Reducción de quemas pre cosecha en la zafra.....	133
5.6.4	6d Manejo de excretas de ganado bovino y porcino	135
5.6.5	6e Reducción de emisiones mediante mejora en la dieta del ganado	137
5.7	MEDIDAS ADICIONALES DE POTENCIAL DE MITIGACIÓN.	139
5.7.1	7a Reducción de pérdidas de distribución y transmisión	139
5.7.2	7b Aprovechamiento de Gas en el campo Tres Hermanos	142
5.7.3	7c BRT Boca del Río.....	144
5.7.4	7d Mejora del autotransporte	146
5.7.5	7e Agricultura	148
5.7.6	7f Manejo de nutrientes, para reducir su consumo en tierras agrícolas	150
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
8.	ANEXOS.....	158

i. Lista de tablas

Tabla 3.1 Consumos energéticos del estado de Veracruz en el año 2010.....	16
Tabla 3.2. Consumos de energéticos para la Generación de Electricidad	18
Tabla 3.3. Consumos de energéticos en la Industria del Petróleo	18
Tabla 3.4. Consumos de energéticos por tipo en el sector industrial.....	19
Tabla 3.5. Consumos de energéticos por tipo en el sector industrial.....	19
Tabla 3.6. Consumos de energéticos del sector comercial, servicios, residencial y agrícola	21
Tabla 3.7. Consumos de electricidad	21
Tabla 3.8. Emisiones generadas por rellenos sanitarios	23
Tabla 3.9. Volumen de aguas residuales públicas.....	23
Tabla 3.10. Volumen de aguas residuales industriales	23
Tabla 3.11. Cultivo de arroz en el estado de Veracruz 2010	24
Tabla 3.12. Fertilizantes Utilizados en el Estado Veracruz 2010	24
Tabla 3.13. Número de cabezas de ganado del estado de Veracruz, 2010	24
Tabla 3.14. Hectáreas afectadas por incendios forestales en 2010.....	25
Tabla 4.1. Demanda de energía por sector, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (PJ).....	31
Tabla 4.2. Demanda por tipo de energía (PJ)	32
Tabla 4.3. Demanda interna de Diesel para el transporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	35
Tabla 4.4. Demanda interna de Turbosina para el transporte aéreo, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	36
Tabla 4.5. Demanda interna de gasolina Magna y Premium para el autotransporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	38
Tabla 4.6. Demanda interna de gas L.P. para el Autotransporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	39
Tabla 4.7. Demanda de energía en el sector autotransporte (miles de TJ)	40
Tabla 4.8. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), sector transporte.....	41
Tabla 4.9. Demanda interna de energía por tipo de combustible para el sector residencial, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	43
Tabla 4.10. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), sector residencial.....	47
Tabla 4.11. Demanda interna energética para el sector comercio y servicios, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	49
Tabla 4.12. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), sector comercio y servicios	52
Tabla 4.13. Demanda interna energética para el sector petrolero, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	53

Tabla 4.14. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), sector petrolero	56
Tabla 4.15. Demanda interna energética para el sector industrial, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	58
Tabla 4.16. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por la demanda del sector industrial	62
Tabla 4.17. Demanda interna de gas natural para el sector agrícola, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)	64
Tabla 4.18. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por el sector agrícola.....	66
Tabla 4.19. Generación de energía eléctrica 2010-2030 en el estado de Veracruz Millones de MWH.....	68
Tabla 4.20. Demanda energética para la generación de energía eléctrica en Veracruz (Miles de TJ)	69
Tabla 4.21. Emisiones de Kt CO ₂ eq aportadas por la generación de electricidad	70
Tabla 4.22. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por silvicultura	72
Tabla 4.23 Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por el sector agrícola.....	76
Tabla 4.24. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por la industria	79
Tabla 4.25. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por el venteo y quema de Gas Natural	80
Tabla 4.26. Emisiones de CH ₄ (Gg/año) por método de eliminación para desechos sólidos 1990-2010	81
Tabla 4.27. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por desechos sólidos.....	83
Tabla 4.28. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO ₂ e), aportadas por aguas residuales.....	89
Tabla 4.29. Millones de toneladas de CO ₂ e.....	90
Tabla 5.1 Relación de medidas de mitigación de GEI en Veracruz programadas para el periodo 2012-2030.....	93
Tabla 5.2 Medidas adicionales de potencial de mitigación	98

ii. Lista de Figuras

Figura 3.1 Representación de los escenarios.....	15
Figura 3.2 Distribución de sectores con mayor uso de energéticos.....	17
Figura 3.3. Distribución de emisiones de GEI en procesos industriales y uso de productos	22
Figura 4.1. Parámetros básicos configurados en LEAP	28

Figura 4.2. Configuración de la demanda por rama	29
Figura 4.3. Configuración de Transformación por rama	29
Figura 4.4. No Energética por Sector	29
Figura 4.5. Demanda Energética por Sector	30
Figura 4.6. Demanda de energía por sector en Veracruz, 2010-2030	31
Figura 4.7. Participación por tipo de combustible (%)	32
Figura 4.8. Demanda de energía por sector (%)	33
Figura 4.9. Demanda de energéticos totales periodo 2010-2030	33
Figura 4.10. Apertura sectorial del transporte	34
Figura 4.11. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Transporte 2010-2030	35
Figura 4.12. Metodología para la demanda de turbosina en el Sector Transporte Aéreo 2010-2030	36
Figura 4.13. Metodología para la demanda de Gasolina Magna y Premium en el Sector Autotransporte 2010-2030	37
Figura 4.14. Metodología para la demanda de gas L.P. en el Sector Autotransporte 2010-2030	38
Figura 4.15. Proyección de demanda de combustibles del sector transporte para el periodo 2010-2030	39
Figura 4.16. Proyección de la demanda por los sub-sectores de transporte para el para el periodo 2010-2030	40
Figura 4.17. Tendencia de emisiones GEI del sector Transporte	41
Figura 4.18. Tendencia de emisiones de GEI del autotransporte	42
Figura 4.19. Tipos de combustibles demandados por el sector residencial	42
Figura 4.20. Demanda de energía del Sector Residencial 2010-2030	43
Figura 4.21. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas L.P. en el Sector Residencial 2010-2030	44
Figura 4.22. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Residencial 2010-2030	44
Figura 4.23. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de leña en el Sector Residencial 2010-2030	45
Figura 4.24. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de energía eléctrica en el Sector Residencial 2010-2030	45
Figura 4.25. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector residencial.	47
Figura 4.26. Desglose de combustibles demandados por los sectores comercial y de servicios	48
Figura 4.27. Demanda de energía del Sector Comercio y Servicios 2010-2030	48
Figura 4.28. Metodología para la demanda de gas L.P. en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030	49
Figura 4.29. Metodología para la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030	50

Figura 4.30. Metodología para la proyección de la demanda de electricidad en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030	50
Figura 4.31. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector comercio y servicios.	51
Figura 4.32. Desglose por tipo de combustibles demandados por el sector petrolero	52
Figura 4.33. Demanda de energía del Sector Petrolero 2010-2030.....	53
Figura 4.34. Metodología para la demanda de Diesel en el Sector Petrolero 2010-2030	54
Figura 4.35. Metodología para la demanda de Gas Natural en el Sector Petrolero 2010-2030.....	54
Figura 4.36. Metodología para la demanda de Combustóleo en el Sector Petrolero.	55
Figura 4.37. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector petrolero.....	56
Figura 4.38. Desglose de combustibles demandados por el sector industrial.....	57
Figura 4.39. Demanda de energía del Sector Industrial 2010-2030	57
Figura 4.40. Metodología para la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Industrial 2010-2030	58
Figura 4.41. Metodología para la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Industrial 2010-2030	59
Figura 4.42. Metodología para la proyección de la demanda de Bagazo de Caña en el Sector Industrial 2010-203	59
Figura 4.43. Metodología para la proyección de la demanda de Gas Natural en el Sector Industrial 2010-2030	60
Figura 4.44. Metodología para la proyección de la demanda de Combustóleo en el Sector Industrial 2010-2030.....	60
Figura 4.45. Metodología para la proyección de la demanda de Electricidad en el Sector Industrial 2010-2030.....	61
Figura 4.46. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector industrial.....	62
Figura 4.47. Desglose de la demanda energética del sector agrícola.....	63
Figura 4.48. Demanda de energía del Sector Agrícola 2010-2030.....	63
Figura 4.49. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Agrícola 2010-2030	64
Figura 4.50. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Electricidad en el Sector Agrícola 2010-2030	65
Figura 4.51. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector agrícola	66
Figura 4.52. Apertura de transformación.....	67
Figura 4.53. Tendencia de generación de energía eléctrica 2010-2030 en el estado de Veracruz	68

Figura 4.54. Demanda energética para la generación de energía eléctrica en Veracruz	69
Figura 4.55. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por la generación de electricidad.....	70
Figura 4.56. Apertura de lo no energético	71
Figura 4.57. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por los sectores no energéticos.	71
Figura 4.58. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la Silvicultura de Veracruz, 2010-2030	72
Figura 4.59. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Fermentación entérica en el Sector Agrícola 2010-2030	73
Figura 4.60. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Siembra de arroz en el Sector Agrícola 2010-2030	74
Figura 4.61. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por biomasa quemada en el Sector Agrícola 2010-2030	74
Figura 4.62. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por manejo de estiércol en el Sector Agrícola 2010-2030	75
Figura 4.63. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por las actividades de la agricultura de Veracruz, 2010-2030.....	76
Figura 4.64. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la industria química en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030	77
Figura 4.65. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la producción de cemento, cal y vidrio en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030	78
Figura 4.66. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la producción de cerveza en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030	78
Figura 4.67. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por el venteo de Gas Natural en Veracruz, 2010-2030	79
Figura 4.68. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la quema de Gas Natural en Veracruz, 2010-2030	80
Figura 4.69. Apertura de la categoría de los desechos	81
Figura 4.70. Metodología para la obtención de la proyección de la generación de CH ₄ en los SEDS 2010-2030.....	82
Figura 4.71. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por el sector desechos sólidos.	84
Figura 4.72. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030	84
Figura 4.73. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria azucarera de Veracruz, 2010-2030	86
Figura 4.74. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria petroquímica de Veracruz, 2010-2030.....	86

Figura 4.75. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria cervecera de Veracruz, 2010-2030	87
Figura 4.76. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales industriales sin tratamiento en Veracruz, 2010-2030	87
Figura 4.77. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030	88
Figura 4.78. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones aguas industriales en el Sector desechos de Veracruz, 2010-2030	88
Figura 4.79. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq aportadas por aguas residuales.....	89
Figura 4.80. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq por la línea base.	90
Figura 4.81. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq generadas por la demanda energética.	91
Figura 4.82. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq generadas por el sector no energético	92
Figura 4.83. Proyección de las emisiones de CO ₂ eq generadas por las principales ramas.	92
Figura 5.1. Reducción de emisiones en Kt CO ₂ e en las 14 medidas del escenario 1 de mitigación esperada	96
Figura 5.2 Línea Base (BAU) y líneas de emisiones en Kt CO ₂ e de escenarios de reducción de emisiones por sector.....	96
Figura 5.3 Reducción de emisiones en Kt CO ₂ e en las 7 medidas del escenario 2 de potencial teórico de mitigación.....	99
Figura 5.4 Línea Base (BAU) y líneas de emisiones en Kt CO ₂ e de escenarios de reducción de emisiones en escenario 2.	99

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El presente estudio surge como parte del Programa de Desarrollo Bajo en Emisiones de México (*Mexico's Low Emission Development*; MLED) financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (*United States Agency for International Development*; USAID) y tiene como objetivo principal apoyar en el fortalecimiento de las capacidades del estado de Veracruz en la construcción de su línea base de emisiones de gases de efecto invernadero, así como escenarios de mitigación a las mismas.

Con la entrada en vigor en octubre del 2012 de la **Ley General de Cambio Climático (LGCC)** se estableció el desarrollo de líneas base por cada sector en la economía mexicana. Esperando que esta política climática integral en México sea uno de muchos más que se tendrán que dar para enfrentar de manera adecuada y oportuna los retos que en diversas partes del país nos plantea el cambio climático. Hay una serie de esfuerzos que los diversos sectores tendrán que realizar para que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el país se puedan estabilizar y reducir en el tiempo, lo que nos permitirá llegar a la meta anhelada de reducir emisiones en un 30% al año 2020 respecto a la línea base y de un 50% 2050 respecto a las emisiones del año 2000.

Por lo anterior el presente estudio se plantea para construir escenarios de mitigación en un horizonte de veinte años (2010-2030), según la demanda sectorial de energía y sus opciones de suministro en el estado de Veracruz, a partir de su Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010, el cual es la base para elaborar, analizar y aplicar los datos e información con los que se cuenta en el Estado para estimar escenarios de mitigación de cambio climático utilizando el programa "Planeación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo" (Long Range Energy Alternatives Planning, LEAP) desarrollado por el Stockholm Environment Institute.

Las opciones de mitigación corresponde al uso de análisis a través de enfoques "Bottom-Up" que permiten el estudio de alternativas de mitigación que tengan implicaciones sectoriales y que permitan realizar análisis de alternativas tecnológicas apropiadas a sectores particulares. Entre estos modelos que utilizan este tipo de enfoque, se encuentra el Software LEAP a través del cual es posible organizar un análisis modular asociado a la demanda energética, transformación, extracción de recursos, emisiones de GEI para sectores de energía y también de no-energía en distintas escalas espaciales y de proyección temporal.

1.2 Objetivo y alcance

Calcular la línea base y su proyección correspondiente de las emisiones de GEI al 2030 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave con base en la herramienta Long RangeEnergyAlternativesPlanning (LEAP).

El alcance del presente estudio es elaborar dos escenarios energéticos: un escenario tendencial (BAU) y un escenario alternativo (mitigación) para gases de efecto invernadero en el estado de Veracruz.

1.3 Estructura del reporte.

El reporte es presentado en seis capítulos. El primero da la introducción, los objetivos y la estructura del reporte.

El segundo abarca los aspectos generales que se realizan para alcanzar los objetivos que se consideraron para el logro de las actividades conducentes al mismo, así como la metodología empleada para la obtención de la línea base.

El capítulo tercero incluye los aspectos generales del estado de Veracruz, detallando las principales características como las geográficas, fisiográficas, climáticas y socioeconómicas de la zona, así como los elementos necesarios para la proyección de la línea base.

El cuarto presenta los escenarios de la línea base y las proyecciones, así como los clave y las demandas por sector que se utilizaron para el cálculo .

En el quinto capítulo se describen a través de fichas detalladas los dos diferentes escenarios de mitigación identificados por sector.

2. ENFOQUE METODOLOGICO

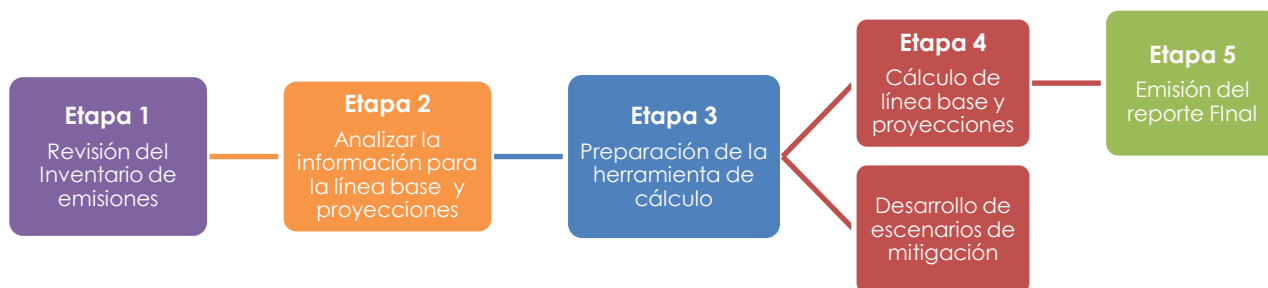
2.1 Consideraciones generales

Con la finalidad de cumplir con el objetivo se consideraron una serie de actividades conducentes al logro del mismo, mismas que se detallan a continuación:

- Investigar datos clave socioeconómicos y ambientales del estado de Veracruz derivado de información oficial y pública así como prospectivas económicas y energéticas, entre otras.
- Analizar el inventario de emisiones 2010 de GEI del estado de Veracruz.
- Desarrollo de dos talleres de retroalimentación con actores clave de Veracruz con el objetivo de identificar información actualizada para las proyecciones de línea base, así como para la construcción del escenario alternativo.
- Configurar el año base en LEAP
- Desarrollar dos escenarios energéticos: tendencial o BAU (business as usual) y otro alternativo.
- Implementar el modelo LEAP la prospectiva energética para el periodo 2010-2030 y realizar el análisis de los resultados obtenidos en relación a las emisiones GEI.

2.2 Metodología de trabajo

Para la ejecución de este proyecto se establecieron 5 etapas de trabajo como a continuación se indica.



3. PLANTEAMIENTO

3.1 Aspectos clave del área de estudio

Población

El estado de Veracruz cuenta con una población de 7,643,194 habitantes, 78% vive en localidades urbanas y el 22% en rurales, asimismo existen 1,982,612 viviendas particulares, de las cuales 1,508,020 disponen de agua, 1,662,418 cuentan con drenaje y 1,915,967 con energía eléctrica (INEGI 2010).

Localización

El estado de Veracruz posee una superficie de 72,410.05 km², distribuidos en 212 municipios y ocupa el onceavo lugar de mayor extensión en México.

Se encuentra ubicado entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo.

Hidrología

Posee una gran riqueza hidrológica, del total de aguas superficiales del País, el 35% atraviesan el territorio veracruzano. Además cuenta con más de 40 ríos integrados en 5 regiones hidrológicas, entre los más relevantes son los ríos Pánuco, Tuxpan, Cazones, Nautla, Jamapa, Papaloapan y Coatzacoalcos.

Veracruz también posee un extenso litoral y dispone de 116 mil hectáreas de lagunas costeras.

Clima y Temperatura

El estado de Veracruz tiene diversos climas como son: cálido subhúmedo y cálido húmedo que comprenden el 80% del territorio, el templado húmedo, el cual se localiza en las partes altas de las zonas montañosas y clima templado, localizado también en las partes altas de la montaña; el seco y semiseco localizado en la región oeste del Estado; y clima muy frío y se encuentra en las partes altas del Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

La temperatura media anual es de 23°C, la temperatura máxima promedio es de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 1,500 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre; en la región colindante con Tabasco se presentan todo el año.

Suelos

Los suelos predominantes son: Vertisol con 27% de la superficie estatal, Feozem con el 13%, los Luvisoles el 11%, Regosoles el 9% y el 40% restante corresponde a los crisoles, Cambisoles, Gleysoles, Andosoles, Litosoles y Rendzinas, entre otros.

Estudios agrológicos han determinado que la aptitud de los suelos factibles de uso agropecuario es de 85%.

Alrededor del 90% presenta posibilidades para el desarrollo de actividades ganaderas, tanto en forma intensiva como extensiva, pero el establecimiento de praderas cultivadas presenta diferentes niveles de aptitud debido a los factores físicos que caracterizan a los terrenos.

Con respecto a lo forestal, la entidad cuenta aún con grandes superficies arboladas, cubiertas principalmente por selvas y en menor escala por bosques de coníferas y latifoliadas.

3.2 Elementos para la proyección de la línea base

Para la construcción de escenarios de emisión del sector energía, cada vez se utilizan más los llamados modelos de abajo hacia arriba (bottom-up). Los modelos de abajo hacia arriba parten de los sectores de consumo y en la medida que la información lo permite de los usos finales de la energía. Para proyectar la línea base se consideró el escenario energético estatal y el socioeconómico.

Consumo Energético Estatal

Para construir el modelo estatal, se parte del consumo de energía para el año base 2010 de los sectores de uso final, estos sectores son de acuerdo al Balance Nacional de Energía (BNE). Para este caso, se tomó como referencia el inventario de emisiones de GEI 2010, el cual considera: industrias de la energía, refinación de petróleo, manufactureras, de la construcción, transporte y otros sectores (residencial, comercial y agropecuario).

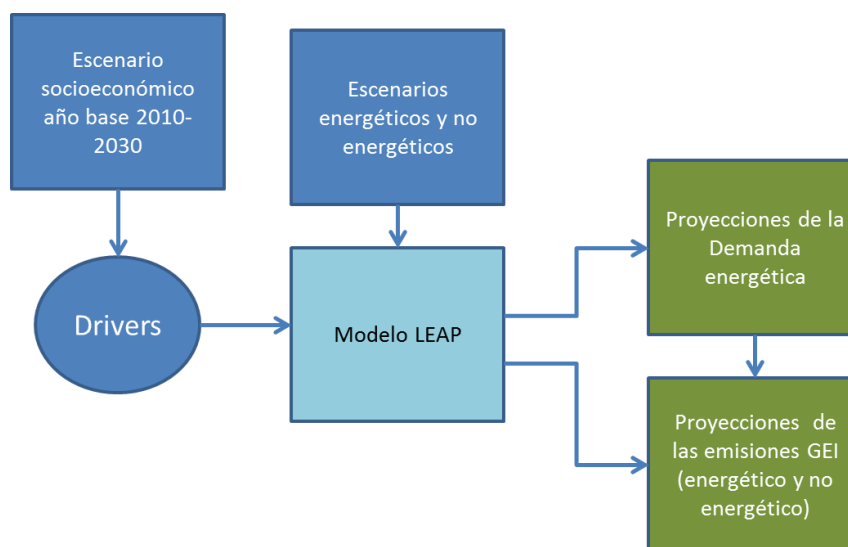
Escenario socioeconómico

La necesidad de formular un escenario socioeconómico se debe a que el presente estudio, cuente con una visión del futuro de la evolución de las principales variables socioeconómicas que a su vez inducen, bajo determinadas pautas tecnológicas y de utilización de la energía, a los consumos energéticos futuros y las correspondientes emisiones de GEI. Se trata así, principalmente de

obtener la evolución de las variables (drivers) de los consumos energéticos por sector de la demanda.

En la Figura 3.1 Representación de los escenarios, se muestra una representación esquemática del papel del escenario económico en el contexto del estudio.

Figura 3.1 Representación de los escenarios



La formulación de la prospectiva energética de una región, país o entidad tiene un cierto grado de complejidad dado por el nivel de detalle con el que se representará el sistema energético y el análisis de coherencia que es necesario realizar entre la proyección de las distintas variables económicas. En este estudio y dado el alcance del mismo, se realizó una modelación simplificada del sistema energético del Estado; en consecuencia sólo se proyectarán las variables socioeconómicas más generales. Estas son proporcionadas por las bases de datos del INEGI y en algunos casos por la CONAPO.

3.2.1 Sistema energético en Veracruz en el año base 2010

Demanda Energética por sectores

De acuerdo con el inventario de emisiones de GEI del estado de Veracruz 2010, las estimaciones de las emisiones fueron de acuerdo a las categorías: Energía, que incluye las subcategorías de:

1. Consumo de energía,
2. refinación de petróleo,
3. industria manufacturera,
4. transporte,

5. residencial y comercial,
6. agrícola y
7. emisiones fugitivas.

En el año 2010, para satisfacer la demanda de los sectores antes mencionados, se comercializó un total de aproximadamente 772 mil Terajoules (TJ) de energía, aportados por diversos combustibles como: gasolina, diesel, combustóleo, turbosina, gas natural, gas licuado de petróleo; además se consideró la leña y el bagazo de caña, consumidos en el sector habitacional e industrial, respectivamente.

Para el inventario de emisiones correspondiente al 2010, se estimaron las emisiones de bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Las emisiones estimadas para estos gases hacen a 51,945.6 Giga gramos (Gg) de CO₂, 803.7 Gg de CH₄ y 73.4 Gg de N₂O.

En la Tabla 3.1, se muestra el desglose del consumo de combustibles utilizados en los sectores antes referidos.

Tabla 3.1 Consumos energéticos del estado de Veracruz en el año 2010

Sector	Consumo (PJ)
Transporte	140.7
Gasolinas	80.6
Diesel ¹	52.4
Turbosina	5.9
Gas LP	1.8
Eléctrico	195.6
Diesel ²	0.2
Gas natural	135.4
Combustóleo	60.0
Industrial	76.2
Diesel	3.1
Gas L.P.	1.0
Gas Natural ³	32.1
Bagazo de caña	15.3
Combustóleo	24.7
Petróleo	301.2
Diesel	1.9
Gas Natural	214.6
Combustóleo	84.7

¹Incluye transporte terrestre, ferroviario y marítimo

²Incluye para autogeneración de electricidad

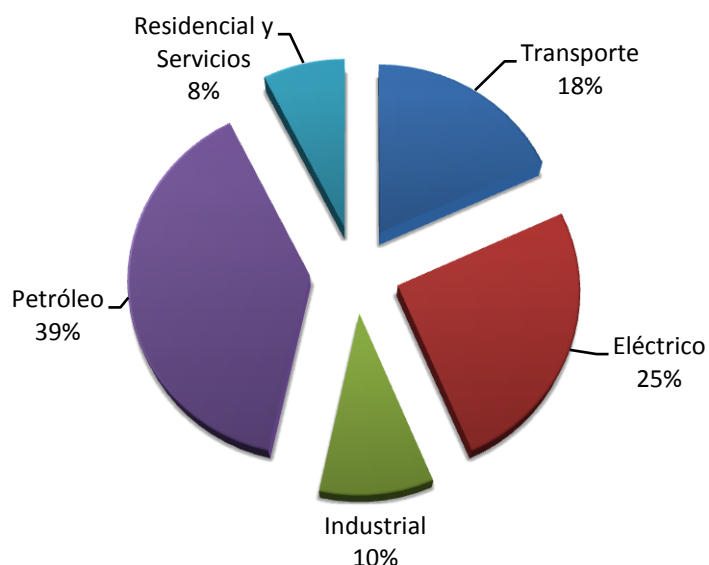
³Incluye autogeneración

Sector	Consumo (PJ)
Residencial y Servicios	58.1
Gas Natural	0.1
Gas L.P. ⁴	19.0
Leña	39.0
Agrícola	0.02
Gas L.P.	0.02
TOTAL	772

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

Cabe resaltar que los sectores con mayor uso de energético son la Industria del Petróleo, la Industria de Generación de Electricidad y el Transporte. En la Figura 3.2, se desglosa la distribución porcentual.

Figura 3.2 Distribución de sectores con mayor uso de energéticos



Fuente: Elaboración propia derivada del inventario de emisiones GEI 2010.

Industria de Generación de Energía

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de GEI, el estado de Veracruz genera electricidad a partir de 14 plantas generadoras de energía que tienen una capacidad instalada de 6,260 MW, en estas centrales generadoras se producen

⁴Residencial, comercial y servicios

actualmente más de 38,037 Giga watts por hora (GWh) de energía eléctrica, lo que representa casi el 17% de la energía que se produce y se consume en el país.

Cabe mencionar que si bien la generación de la energía que se produce en el Estado es de más de 38 mil GWh, en este sólo se consume 10,656 GWh que equivale a un 28% aproximadamente de la energía generada.

Lo anterior es importante cuando se estiman las emisiones a nivel estatal, ya que si bien la generación de emisiones se da en el Estado, donde no toda la energía es consumida y cuando se establecen programas de reducción y mitigación de gases de efecto invernadero se contabilizan en las reducciones y se contabilizan en las regiones consumidoras.

Las plantas generadoras de energía eléctrica en el Estado utilizan el 25.3% del total de la energía utilizada a nivel estatal, los combustibles principales son el gas natural, el combustóleo y en bajas cantidades el diesel. En la Tabla 3.2 se desglosan los consumos de energéticos.

Tabla 3.2. Consumos de energéticos para la Generación de Electricidad

Combustible	Consumo (T.I)
Diesel ⁵	200
Gas natural	135,400
Combustól	60,000
TOTAL	195,600

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

Industria del Petróleo

En el estado de Veracruz existe una refinería de PEMEX en el municipio de Minatitlán. La industria del petróleo consume el 39% de la energía utilizada en el estado, tanto de combustibles líquidos como gaseosos, siendo sus principales fuentes de energía el gas natural, el combustóleo y el diesel. En la Tabla 3.3 se desglosa el consumo energético por tipo de combustible.

Tabla 3.3. Consumos de energéticos en la Industria del Petróleo

Sector	Consumo (P.I)
Diesel	1,900
Gas Natural	214,600
Combustól	84,700
TOTAL	301,200

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

⁵Incluye para autogeneración de electricidad

Industria manufacturera

De acuerdo con el inventario de emisiones de GEI, las actividades industriales que se desarrollan en el estado son muy diversas, aunque las industrias mayores se agrupan en los sectores del petróleo, minerales no metálicos, industria química, petroquímica, alimentaria y bebidas entre otras.

La industria manufacturera consumen el 9.9% de la energía utilizada en el estado, tanto de combustibles líquidos como gaseosos, siendo sus principales fuentes de energía el gas natural, el combustóleo, la quema de biomasa (bagazo de caña), el diesel y el gas licuado de petróleo.

Con respecto a los usos de electricidad representa el 58 % para el sector industrial.

Tabla 3.4. Consumos de energéticos por tipo en el sector industrial

Sector	Consumo (TJ)
Diesel	3,100
Gas L.P.	1,000
Gas Natural ⁶	32,100
Bagazo de caña	15,300
Combustóleo	24,700
TOTAL	76,200

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

Sector Transporte

De acuerdo con el inventario de emisiones GEI 2010, el sector del transporte es el tercer consumidor de energéticos en el Estado, que consume alrededor del 18% de los energéticos, sus principales fuentes de energía son las gasolinas, el diesel, las turbosinas y el gas L.P. En la Tabla 3.5 se desglosa en consumo energético por tipo de combustibles en el sector transporte.

Tabla 3.5. Consumos de energéticos por tipo en el sector industrial

Sector	Consumo (TJ)
Gasolinas	80,600
Diesel ⁷	52,400
Turbosina	5,900
Gas LP	1,800
TOTAL	140,700

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

⁶Incluye autogeneración

⁷Incluye transporte terrestre, ferroviario y marítimo

Transporte carretero

El transporte carretero se satisface básicamente con las gasolinas y diesel que se distribuye en el Estado, en conjunto hacen un consumo energético de casi el 17 % del total estatal; aquí se incluye el diesel vehicular y el ferroviario.

Con más de 2.5 millones de m³ anuales de gasolina y más de 1.3 millones de litros de diesel, satisfacen la demanda de 1.05 millones de unidades vehiculares en el estado, lo que representa un índice de motorización de 138 vehículos por cada mil habitantes.

Transporte Férreo

Con respecto al transporte ferroviario, se cuenta con una longitud de poco más de 1,800 km de vías férreas, las cuales transportan casi 34 mil toneladas de mercancías al año.

Aviación y navegación

El Estado cuenta con 4 aeropuertos, de los cuales 2 son nacionales y 2 internacionales, cubren una superficie de 421 m² de pistas y 10 km de longitud. En general, consumen un total de 169 mil m³ de turbosina.

En Veracruz se cuenta con cuatro puertos, tanto de altura como de cabotaje, los cuales tienen un movimiento de más de 64 mil toneladas de carga, de las cuales, el 88% son tráfico de importación y exportación, se consumen 130 mil metros cúbicos de diesel.

La aviación y navegación del estado consumen una pequeña proporción de la energía, con tan solo el 1.4% del total.

Sector Comercial, servicios, residencial y agrícola

Los sectores comercial, servicios, residencial y agrícola, de acuerdo con el inventario de emisiones demandan el 7.5% de los requerimientos energéticos del Estado, es decir aproximadamente 58 mil Terajoules de energía. Su consumo es básicamente cubierto por leña, gas L.P. y gas natural.

En la Tabla 3.6 se presenta los energéticos usados en el sector residencial, servicios y agrícola. Con respecto a los consumos de electricidad para estos sectores correspondió un 31 % para el sector doméstico y un 10 % y 1 % para el sector comercio-servicios y agrícola respectivamente.

Tabla 3.6. Consumos de energéticos del sector comercial, servicios, residencial y agrícola

Sector	Consumo (TJ)
Gas Natural	100
Gas L.P. ⁸	19,000
Leña	39,000
Gas L.P. ⁹	20
TOTAL	58,120

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

Como puede observar en la Tabla 3.6, el consumo principal es la leña con más del 71%, lo que indica un alto consumo de este energético, sobre todo en las áreas rurales del Estado.

Con respecto a los usos de electricidad en el sector referido, en la Tabla 3.7, se desglosan los consumos por sectores.

Tabla 3.7. Consumos de electricidad

Sector	Consumo (TJ)
Doméstico	11,161
Comercial-Servicios	3,737
Agrícola	218

Fuente: Inventario emisiones GEI 2010 del estado de Veracruz

3.2.2 Usos no energéticos

Para los sectores no energéticos es importante destacar que las categorías evaluadas son las mismas que se encuentran consideradas en el inventario de emisiones GEI 2010 para el Estado, mismas que se describen a continuación.

Procesos Industriales

Las emisiones generadas por el sector de procesos industriales comprenden de diversas actividades, y reflejan fuentes de emisiones de GEI que no proceden de la combustión. Los procesos industriales que existen en el Estado, y que se

⁸Residencial, comercial y servicios

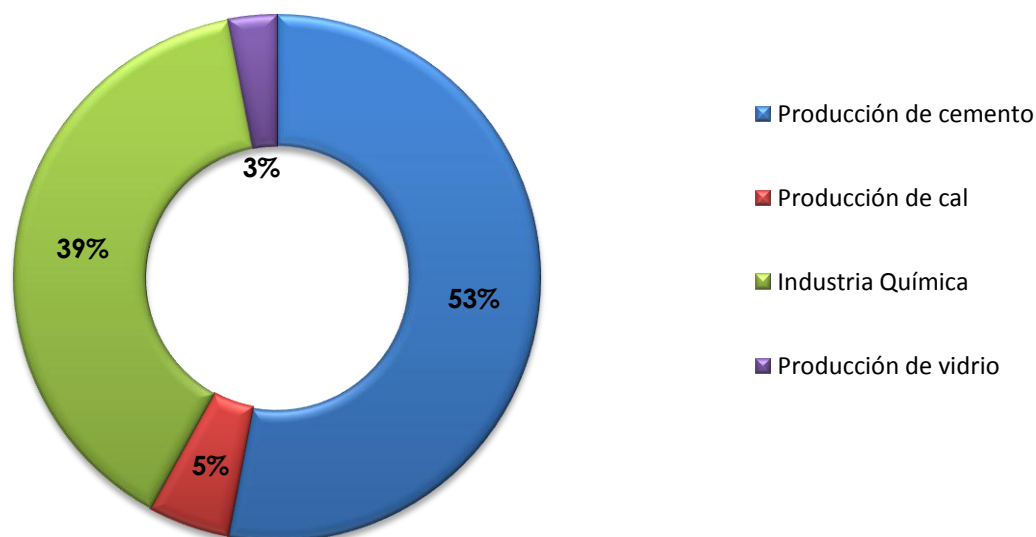
⁹ Agrícola

reportan en el inventario de emisiones de GEI del estado de Veracruz 2010, son los siguientes:

- Industria del cemento,
- Cal
- Vidrio
- Industria químicas
- Alimentos y bebidas

La distribución porcentual de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector procesos industriales y uso de productos en el estado de Veracruz para el año 2010, se muestran en la Figura 3.3, donde se puede apreciar que las mayores emisiones se dan en la fabricación de cemento con un 54%, seguido por la industria química que genera el 40%.

Figura 3.3. Distribución de emisiones de GEI en procesos industriales y uso de productos



Fuente: Inventarios de emisiones GEI 2010 de estado de Veracruz.

Desechos

En el inventario de emisiones de GEI del estado de Veracruz 2010, se evaluaron las emisiones de metano que generan los desechos sólidos urbanos, que son

depositados en rellenos sanitarios y en sitios o tiraderos a cielo abierto, obteniéndose las siguientes emisiones

Tabla 3.8. Emisiones generadas por rellenos sanitarios

Contaminante	Emisiones en Gg
CO ₂	0.00378
CH ₄	7.730

Fuente: Inventarios de emisiones GEI 2010 de estado de Veracruz.

Tratamiento de aguas residuales

En el inventario de emisiones de GEI del estado de Veracruz 2010, se estimaron las emisiones de metano (CH₄) de 7 Gg de CH₄ en los volúmenes de agua residuales que se muestran en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Volumen de aguas residuales públicas

Tipo de agua residual	Datos de actividad en m ³
Sin tratamiento	176,146,923
Con tratamiento	79,529,077

Fuente: Inventarios de emisiones GEI 2010 de estado de Veracruz.

Tratamiento de aguas residuales industriales

En el tratamiento de aguas residuales industriales de acuerdo al inventario antes citado, se reportaron emisiones de 627 Gg de CH₄ a partir de los siguientes volúmenes de agua:

Tabla 3.10. Volumen de aguas residuales industriales

Tipo de agua residual	Datos de actividad en m ³
Sin tratamiento	5,063,763,399
Con tratamiento	169,256,601

Fuente: Inventarios de emisiones GEI 2010 de estado de Veracruz.

Agricultura

Cultivo de Arroz

La Tabla 3.11 muestra los datos utilizados para el cálculo de las emisiones de Gases Efecto Invernadero para el estado de Veracruz en el 2010 y que corresponden a 12.5 Gg de CO₂ equivalente/año.

Tabla 3.11. Cultivo de arroz en el estado de Veracruz 2010

Cultivo de Arroz	Hectáreas (ha)
Temporal	2,382
Riego	7,934
Total	10,316

Fuente: creación propia con datos del Inventario de GEI del estado de Veracruz 2010

Aplicación de Fertilizantes sintéticos

Los datos de actividad utilizados para la estimación de las emisiones directas e indirectas generadas por el fertilizante que se aplica a los cultivos agrícolas de las diferentes zonas del estado se muestran en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12. Fertilizantes Utilizados en el Estado Veracruz 2010

Fertilizante	t/año	Emisiones de N ₂ O
Sintético para cultivos agrícolas sin considerar arroz.	83,958	Directas
Sintético para cultivo de arroz	290.3	
Aplicado cultivos agrícolas	84,248	Indirectas

Fuente: creación propia con datos del Inventario de GEI del estado de Veracruz 2010

Las emisiones generadas por estas dos actividades son de 2,158.1 Gg de CO₂ equivalente/año y representan el 2.3% del total de las emisiones generadas.

Ganadería

Los datos utilizados para el cálculo de las emisiones derivadas de la fermentación entérica y del almacenamiento y el manejo del estiércol de ganado se encuentra reportados en la Tabla 3.13. Asimismo las emisiones generadas por estas actividades representan el 0.2% del total de las emisiones del Estado y corresponde a 172.2 Gg de CO₂ equivalente/año.

Tabla 3.13. Número de cabezas de ganado del estado de Veracruz, 2010

Tipo de ganado	Número de cabezas
Ganado bovino lechero	1,314,740
Ganado bovino de engorda	1,139,431
Ovejas	362,792
Cabras	56,065
Caballos	119,546

Tipo de ganado	Número de cabezas
Mulas y asnos	58,822
Cerdos	585,920
Conejos	23,526
Aves de corral	29,076,045

Fuente: Inventario de GEI del estado de Veracruz, 2010

Incendios Forestales

En el inventario considera a los incendios forestales como fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ en la tierra. La Tabla 3.14 muestra las hectáreas afectadas en el 2010 por incendios forestales en el Estado.

Tabla 3.14. Hectáreas afectadas por incendios forestales en 2010

Tipo de vegetación	Hectáreas
Pastos	53
Arbustos y matorrales	589
Arbolada	12
Renuevo	76
Total	730

Fuente: Inventario de GEI del estado de Veracruz, 2010

Las emisiones correspondientes a esta actividad son de 25 Gg de CO₂ equivalente/año y no son una contribución representativa en las emisiones de este sector.

Uso de suelo y cambio de uso de suelo

La pérdida de aproximadamente el 48% de superficies de selva y el 1% de zonas boscosas, los cuales fueron sustituidos por cultivos, pastizales y otros tipos de vegetación, tiene una diferencia negativa de 4,585,528.5 toneladas de carbono

4. Escenario de línea base

Se describe la línea base de emisiones de GEI para el periodo 2010-2030 de demanda energética de los sectores que consumen energía derivada de una actividad productiva y una intensidad energética final, así mismo se integraron los sectores no energéticos los cuales aportan emisiones de GEI, pero no demandan algún consumo de energéticos.

4.1 Supuestos clave

Las consideraciones realizadas para cada uno de los sectores se describen a continuación:

4.1.1 Fugas y venteos

Se utilizaron las emisiones GEI 2010 del inventario de emisiones para Veracruz y con la Tasa media de crecimiento anual (TMCA) de la producción de Gas Natural región sur sureste, se proyectaron las emisiones 2011-2027.

Con la finalidad de mejorar el cálculo, se buscó bibliografía que estuviera relacionada con datos más específicos para fugas y venteos, se encontró el documento "Determinación de factores de emisión para emisiones fugitivas de la industria petrolera en México (IMP, PEMEX), 2012" sin embargo su aplicación requiere contar con información detallada y específica.

Para la demanda de combustibles en el sector petrolero, se consideraron las Prospectivas de petróleo y petrolífero 2013-2027 y las Prospectivas de GN y Gas LP 2013-2027.

4.1.2 Industria

Demanda de combustibles

Se consideraron los consumos proyectados de las Prospectiva de Petróleo y Petrolíferos y de la Prospectiva de GN y GLP 2013-2027 para

- GN
- Combustóleo
- Diesel
- Gas LP

Para bagazo se consideró el documento Perspectiva de largo plazo del sector agropecuario de México 2011-2020.

Emisiones de GEI por Procesos industriales

Se consideraron las emisiones del Inventario de emisiones 2010 de Veracruz y se proyectó con la tcma del PIB del periodo 2003-2010 (INEGI) correspondientes al estado de Veracruz.

4.1.3 Residencial, comercial y servicios

Demanda de combustibles

Se consideró el supuesto basado en que el 89% de la población rural consume leña, adicionalmente se tomaron en cuenta las proyecciones del consumo de leña a nivel nacional para el periodo 2011-2026 de las Prospectivas de energías renovables. Además se realizó la proyección para la demanda de GN para el sector comercio y servicios.

4.1.4 Transporte

Demanda de combustibles

Se tomaron los consumos proyectados de PPyP y GN GLP 2013-2027 para:

- Gasolina
- Diesel
- Gas LP
- Turbosina

4.1.5 Desechos

Se obtuvo la fracción Dato específico/Dato Nacional y se calcularon las emisiones con esta proporción partiendo del INEGI, para proyectar con TCMA del PIB propios de la industria azucarera, industria cervecera, industria petrolera y para aguas residuales no tratadas en el estado de Veracruz para el periodo 2005-2010.

4.1.6 Agropecuario

Origen pecuario

De la emisión del IE Veracruz se aplicó la TMCA del PIB INEGI del sector agrícola.

Agrícola

- Para cultivo de arroz se consideraron las perspectivas del sector agrícola y las hectáreas (Ha) de arroz nacional, posteriormente con las Ha de Veracruz 2010 se obtiene un % y se proyecta con lo nacional
- Para fertilizantes se mantuvo constante la emisión 2010 ya que se consideró que no crecerán las ha a fertilizar.

Para el caso de diesel agrícola, las proyecciones fueron obtenidas partiendo de la estadística del balance de energía 2012, se consultó la aportación del número de

tractores de Veracruz y el nacional y se proyecta con tcma de la estadística 2000-2012.

4.1.7 Forestal y cambio de uso de suelo

Demanda de combustibles

% deforestación del documento Estimación de valor de la pérdida de recurso forestal y uso relacionado con la reforestación en las entidades Federativas de México.

- Área arbolada del IE Veracruz 2010
- Tierra forestal arbolada del IE Veracruz 2010
- Series de ecuaciones que se alimentan en el Key assumption

La emisión se calcula con la ecuación en la parte de no energético (Carbon 2010*área deforestada*100)

4.2 Configuración de datos en LEAP

El primer parámetro definido fue el año base 2010, seguido del primer año del escenario el cual es el 2011, posteriormente se define el último año del escenario 2030 y se define que cada año nos arroje resultados. En la Figura 4.1 se establecieron los parámetros básicos en LEAP.

Figura 4.1. Parámetros básicos configurados en LEAP

The screenshot shows the 'Basic Parameters' window in the LEAP software. The 'Years' tab is active. The parameters are configured as follows:

- Base Year: 2010 (First calculated year)
- First Scenario Year: 2011 (First year in which scenario expressions used)
- End Year: 2030 (Last calculated year)
- Results Every: 1 years (must=1 for cost and stock turnover analyses)
- Monetary Year: 2008 (Year to which all costs are discounted)
- First Depletion Year: 2010 (First year in which reserves are depleted)
- ☒ Count Costs to End Year
- Last Year to Count Costs: 2030 (costs after this year will be ignored)
- Default Time-Series Years: 1. 2030, 2., 3., 4.

Fuente: Elaboración propia del modelo LEAP

Para la rama de demanda, se configuró el árbol considerando seis sectores, mismo que se desglosan en la Figura 4.2.

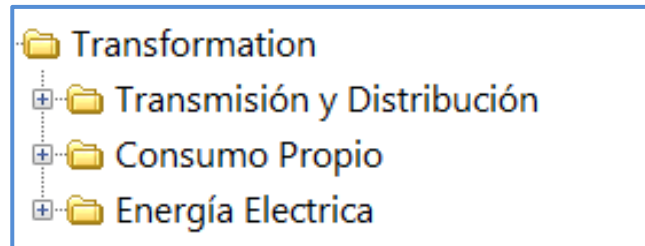
Figura 4.2. Configuración de la demanda por rama



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Para la rama de Transformación, el árbol se configuró considerando tres sectores, mismo que se desglosan en la Figura 4.3.

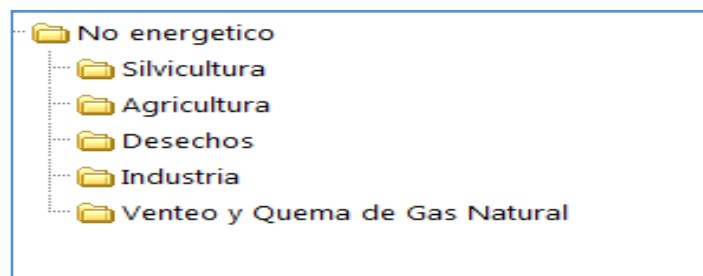
Figura 4.3. Configuración de Transformación por rama



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para la rama "No energético" se configuró el árbol, considerando cinco sectores, mismo que se desglosan en la Figura 4.4.

Figura 4.4. No Energética por Sector

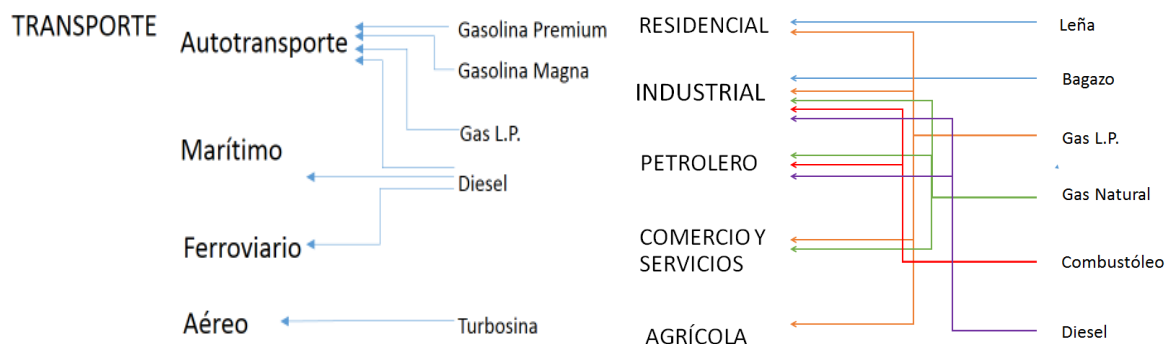


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.1 Demanda de energía

La apertura de los consumos finales por sector de energía propuesta se muestra en la siguiente Figura 4.5. Se puede observar que ésta es coincidente con la apertura del último inventario de emisiones de la entidad.

Figura 4.5. Demanda Energética por Sector



Fuente: Elaboración propia

A partir de la estimación de la demanda de energía de cada sector, se presentará en el modelo LEAP la tendencia de energéticos en cada escenario para obtener el cálculo de las emisiones de GEI.

Los datos de demandas de combustibles de cada sector para el año base se tomaron del consumo reportado en los documentos de las Prospectivas de Petrolíferos y el de Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P.¹⁰. Ambas para el periodo 2013-2027, sólo para el consumo de leña y bagazo, estos fueron determinados por metodologías alternas que serán explicadas en la parte de demanda del sector industrial y residencial.

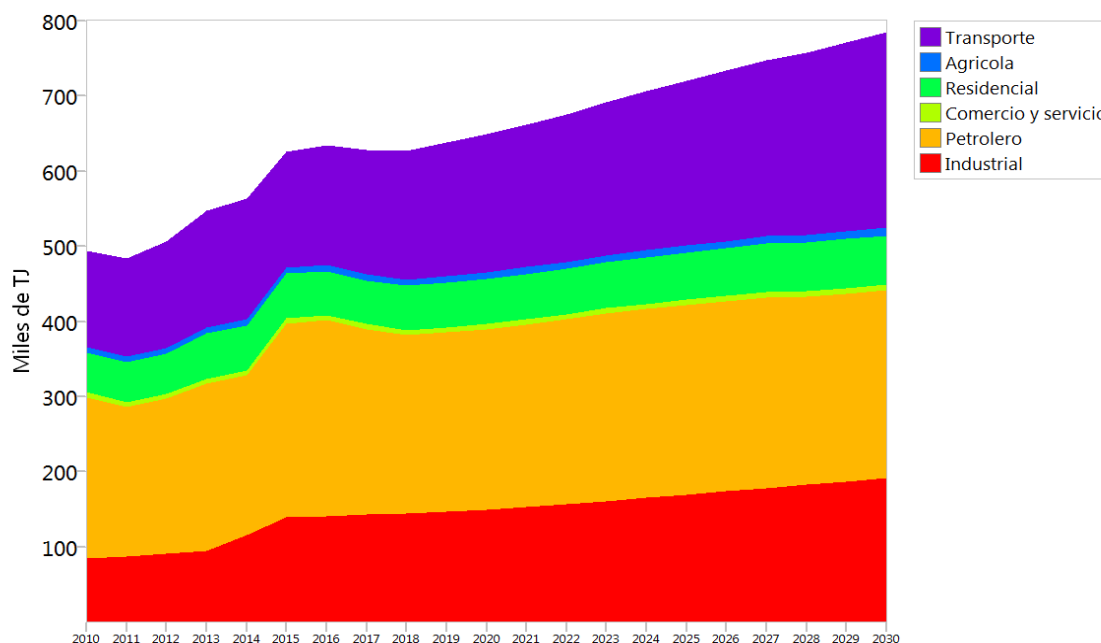
Es importante mencionar que la generación de energía eléctrica es la que más demanda consumos energéticos, sin embargo obedeciendo a la estructura del LEAP, este sector se encuentra integrado en la rama de transformación, por lo que no se identifica en la rama de demanda sus consumos correspondientes.

¹⁰ Prospectivas de Petrolíferos 2013-2027 y Prospectivas de Gas Natural y Gas LP 2013-2027, ambas de la SENER.

Proyección de la demanda de energía

En la Tabla 4.6 se presenta la proyección de la demanda de energía para el periodo 2010-2030, para los seis sectores. Se puede notar que el sector petrolero es el que tiene mayor demanda de energía, le siguen el transporte.

Figura 4.6. Demanda de energía por sector en Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En las Tabla 4.1 y Tabla 4.2 se desglosa la demanda de energía total y por tipo de combustible con una proyección al año 2030 en periodos de 5 años.

Tabla 4.1. Demanda de energía por sector, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (PJ)

Sector	2010	2015	2020	2025	2030
Transporte	128.28	154.22	183.71	219.11	260.76
Agrícola	7.36	8.05	8.77	9.59	10.5
Residencial	53.34	59.5	59.66	62.59	65.71
Comercio y servicio	6.42	6.8	6.85	7.08	7.39
Petrolero	213.94	258.5	240.92	252.23	249.72
Industrial	85.17	139	149.12	169.56	191.5
Total	494.51	626.08	649.03	720.16	785.58

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

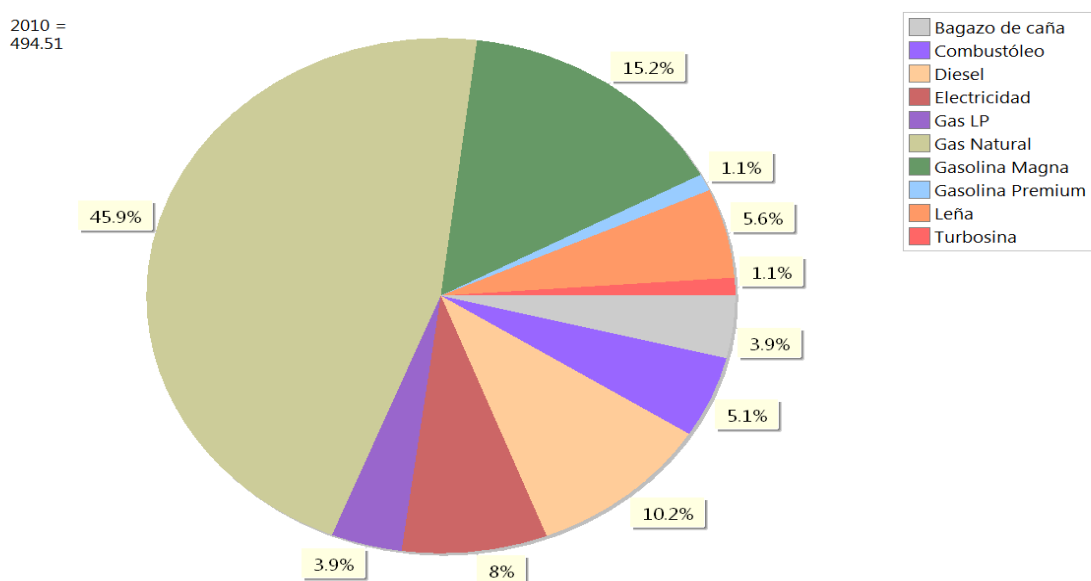
Tabla 4.2. Demanda por tipo de energía (PJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Bagazo de caña	19.42	21.84	23.48	25.5	27.82
Combustóleo	25.05	9.19	5.83	5.82	4.18
Diesel	50.21	58.95	68.07	78.87	90.53
Electricidad	39.4	46.21	54.32	67.94	82.99
Gas LP	19.48	19.17	18.75	18.97	19.32
Gas Natural	227.13	333.88	322.46	343.11	351.42
Gasolina Magna	75.4	89.99	107.39	128.16	152.96
Gasolina Premium	5.2	7.12	9.76	13.37	18.32
Leña	27.76	32.87	31.08	29.43	27.9
Turbosina	5.46	6.85	7.89	8.97	10.15
Total	494.51	626.08	649.03	720.16	785.58

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

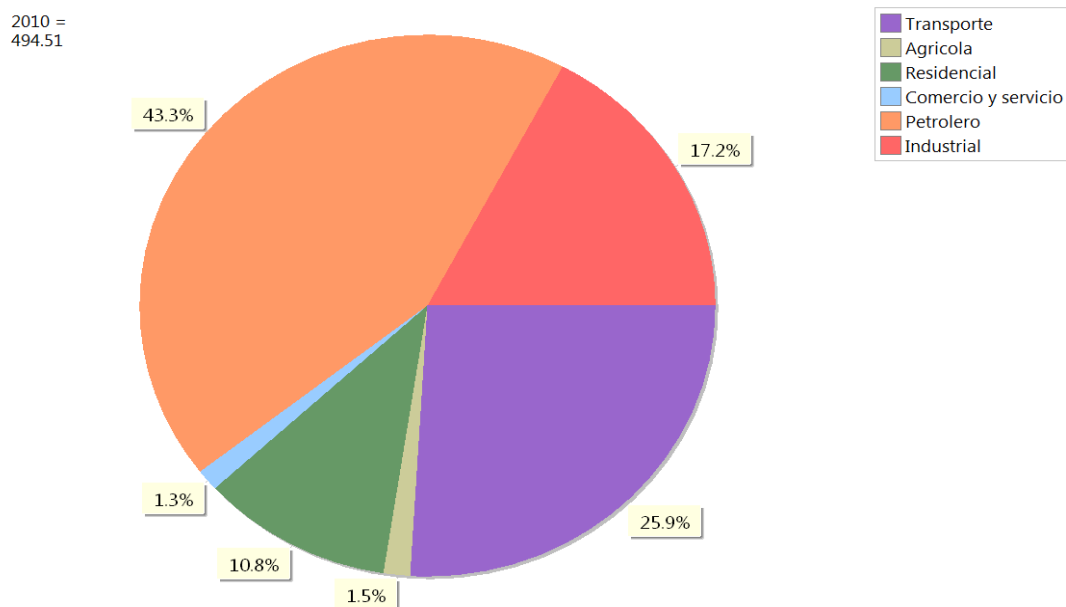
Con respecto al año base se puede observar que el mayor porcentaje de participación en relación a tipos de energía es el gas natural con cerca del 46 % seguido de la gasolina magna con un 15 %, debido a que la entidad tiene una importante actividad de transporte, como se observa en la Figura 4.7 y Figura 4.8 la demanda de energía por sector.

Figura 4.7. Participación por tipo de combustible (%)



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

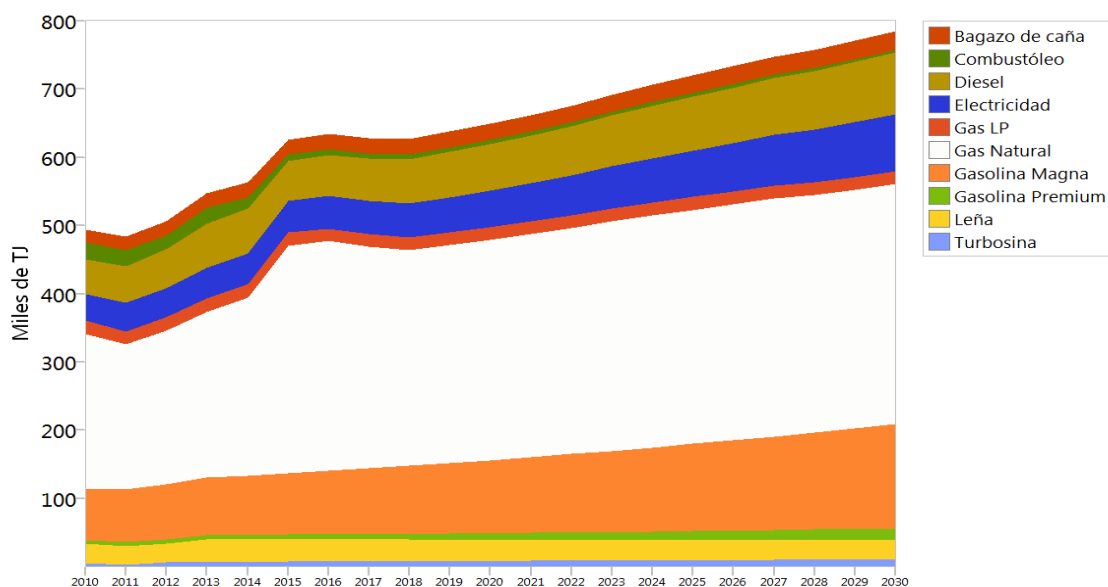
Figura 4.8. Demanda de energía por sector (%)



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Con respecto a los subsectores con más demanda de energía, el autotransporte es el que tiene los niveles más altos, como se muestra en la Figura 4.8 y Tabla 3.1. El gas natural permanecerá siendo el de mayor consumo, seguido de la gasolina magna y el diesel, como se puede apreciar en la Figura 4.9

Figura 4.9. Demanda de energéticos totales periodo 2010-2030

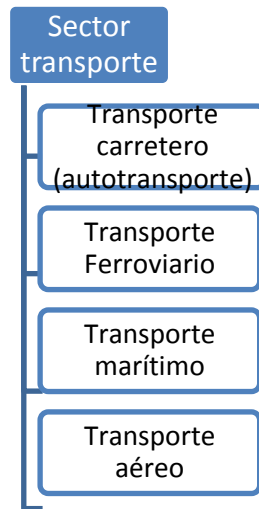


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.2 Demanda del Sector transporte

La apertura sub-sectorial de la demanda de energía propuesta se muestra en la Figura 4.10. Coincidiendo de este modo la apertura del último inventario de emisiones de la entidad.

Figura 4.10. Apertura sectorial del transporte



Fuente: Elaboración propia

Las Figuras (Figura 4.11, Figura 4.12, Figura 4.13 y Figura 4.14) se describen la metodología seguida en el sector transporte para obtener las demandas energéticas del periodo 2010 al 2030, tomando como base el año 2010. Es importante mencionar que se consideraron los datos históricos de la demanda desde 2002, para poder contar con la información del 2010, que es el año base del escenario, debido a que las tablas de las Prospectivas de SENER se encuentran en dos periodos de 2002 – 2010 y la otra de 2011- 2027.

Figura 4.11. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Transporte 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de diesel fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Petrolíferos para el periodo 2013-2027, en los cuadros A.25, B.19, A.40 y B.39 que se mencionan en la Figura 11. Los datos que se proporcionan en las prospectivas vienen en volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

A continuación se presenta la Tabla 4.3 un resumen de cada 5 años de los consumos de diesel que se determinaron para el sector transporte en el periodo 2010-2030.

Tabla 4.3. Demanda interna de Diesel para el transporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Tipo de transporte	2010	2015	2020	2025	2030
Autotransporte	36,548.51	42,871.40	51,009.67	60,554.15	7,0934.96
Marítimo	2,969.00	4,511.08	4,957.34	5,435.30	5,880.61
Ferrovuario	1,183.08	1,249.01	1,157.97	1,071.12	977.70
Total	40,700.59	48,631.49	57,124.98	67,060.57	77,793.27

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.12. Metodología para la demanda de turbosina en el Sector Transporte Aéreo 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda estatal de turbosina fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Petrolíferos para el periodo 2013-2027, en los cuadros A.42 y B.42 que se mencionan en la Figura 4.12. Los datos que se proporcionan en las prospectivas vienen en volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

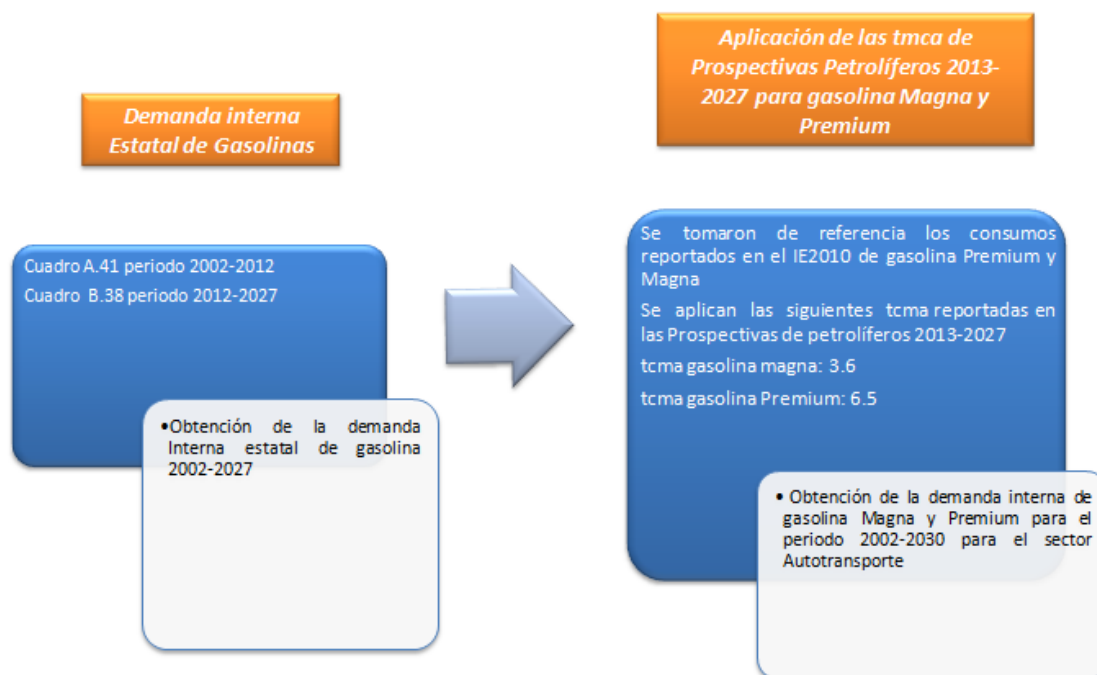
A continuación se presenta en la Tabla 4.4 de manera resumida cada 5 años los consumos de turbosina que se determinaron para el sector transporte aéreo en el periodo 2010-2030.

Tabla 4.4. Demanda interna de Turbosina para el transporte aéreo, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Transporte	2010	2015	2020	2025	2030
Aéreo	5,456.85	6,854.74	7,887.44	8,965.91	10,148.35

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.13. Metodología para la demanda de Gasolina Magna y Premium en el Sector Autotransporte 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda estatal de gasolina para el año base 2010 fueron tomados del Inventario de emisiones del estado de Veracruz, 2010, adicionalmente se consideraron las tasas medias de crecimiento anual para la gasolina Magna y Premium reportadas en las Prospectivas de Petrolíferos para el periodo 2013-2027, así también fue considerada la información de los cuadros A.41 y B.38 que se mencionan en la Figura 4.13. Los datos que se proporcionan en las prospectivas vienen en volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

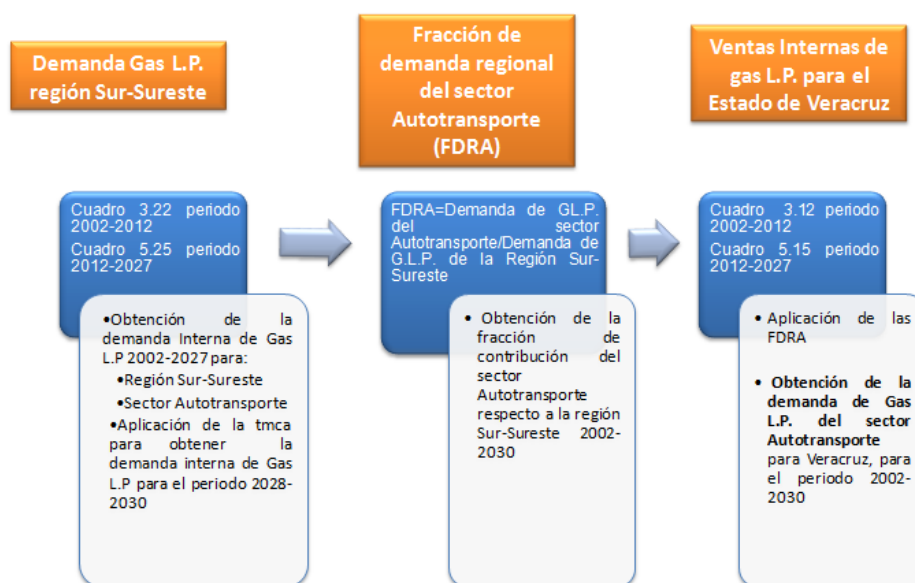
A continuación se presenta en la Tabla 4.5 de manera resumida el consumo para cada 5 años de gasolina Premium y Magna que se determinaron para el sector Autotransporte en el periodo 2010-2030.

Tabla 4.5. Demanda interna de gasolina Magna y Premium para el autotransporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

	2010	2015	2020	2025	2030
Gasolina Premium	5,200.00	5,938.82	7,617.38	8,788.26	9,636.70
Gasolina Magna	75,400.00	86,112.89	110,451.99	127,429.79	139,732.19
Total	80,600.00	92,051.71	118,069.37	136,218.05	149,368.89

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.14. Metodología para la demanda de gas L.P. en el Sector Autotransporte 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda estatal de gas L.P. fueron tomados de SENER de las Prospectivas de gas natural para el periodo 2013-2027, en los cuadros 3.22, 5.25, 3.12 y 5.15 que se mencionan en la Figura 4.14. Los datos que se proporcionan en las prospectivas vienen en volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

A continuación se presenta una tabla resumida cada 5 años de los consumos de gas L.P. que se determinaron para el sector Autotransporte en el periodo 2010-2030.

Tabla 4.6. Demanda interna de gas L.P. para el Autotransporte, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	1,518.77	1,627.59	1,541.24	1,543.79	1,543.35

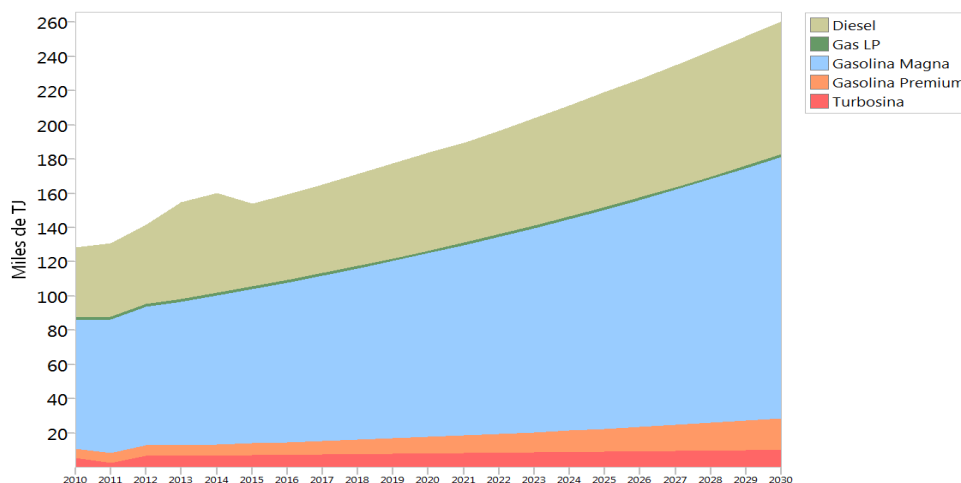
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyecciones del sector transporte

De acuerdo con la modelación LEAP, a continuación se muestra la proyección de la línea base del sector transporte, en el cual se obtienen los consumos de energéticos y sus correspondientes emisiones de GEI.

En la Figura 4.15 se muestra la tendencia del consumo por tipo de combustible en miles de TJ. Se observa en el gráfico que la gasolina y el diesel son los combustibles con mayor demanda y que en este escenario BAU, estos combustibles presentan mayor crecimiento.

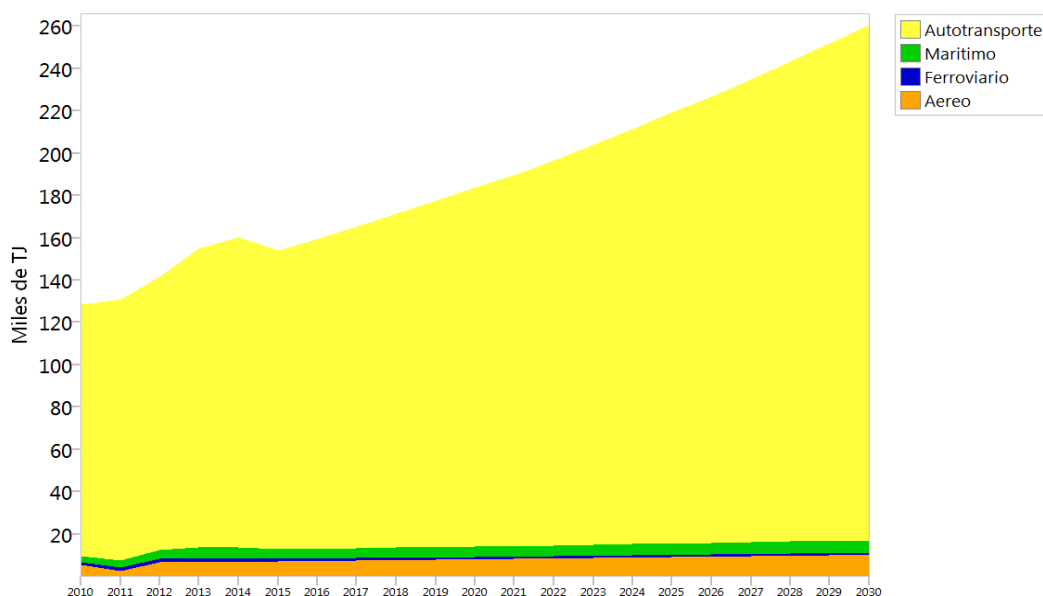
Figura 4.15. Proyección de demanda de combustibles del sector transporte para el periodo 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Figura 4.16 se muestra la tendencia del consumo de los subsectores del transporte, se identifica que el autotransporte es el que consume la mayor cantidad de energía.

Figura 4.16. Proyección de la demanda por los sub-sectores de transporte para el periodo 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de la demanda energética del Subsector Autotransporte

El autotransporte es el que tiene la mayor demanda dentro del transporte. En la Tabla 4.7 se puede notar que los combustibles de mayor demanda en este subsector son el diesel y la gasolina Magna, y esta tendencia se conserva durante el periodo 2010-2030.

Tabla 4.7. Demanda de energía en el sector autotransporte (miles de TJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gasolina Magna	75.40	89.99	107.39	128.16	152.96
Diesel	36.55	42.87	51.01	60.55	70.93
Gasolina Premium	5.20	7.12	9.76	13.37	18.32
Gas LP	1.52	1.63	1.54	1.54	1.54
Total	118.67	141.61	169.70	203.64	243.76

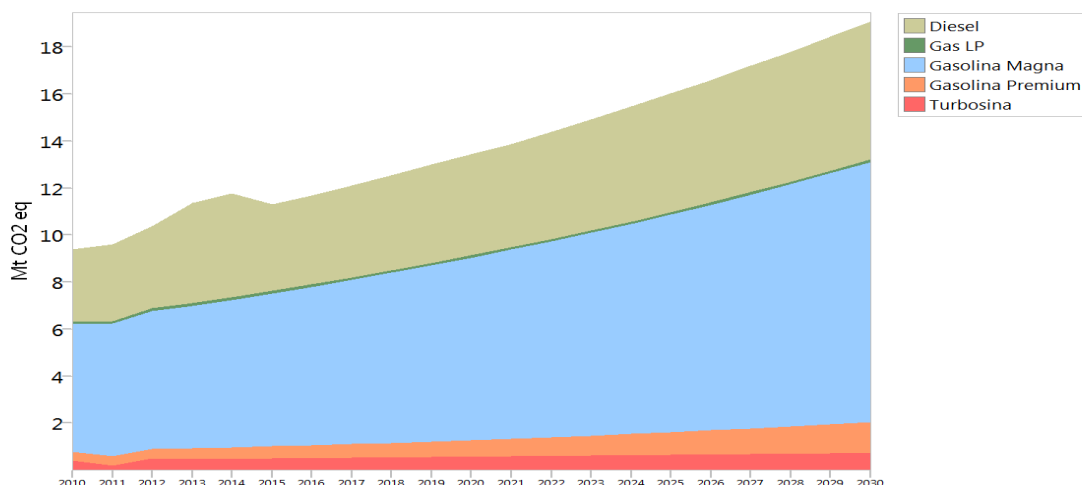
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones de GEI del sector Transporte

En relación a las emisiones de GEI, las principales aportaciones corresponden al autotransporte. En la Figura 4.17 se muestra la proyección de la línea base y se observa una tendencia de crecimiento de las emisiones GEI. Es importante notar

que el consumo de gasolina magna en el autotransporte es el que tiene la mayor contribución de las emisiones de GEI.

Figura 4.17. Tendencia de emisiones GEI del sector Transporte



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.8 se muestran las emisiones para la demanda de energía del sector transporte con el 2010 como año base hasta el 2030.

Tabla 4.8. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector transporte.

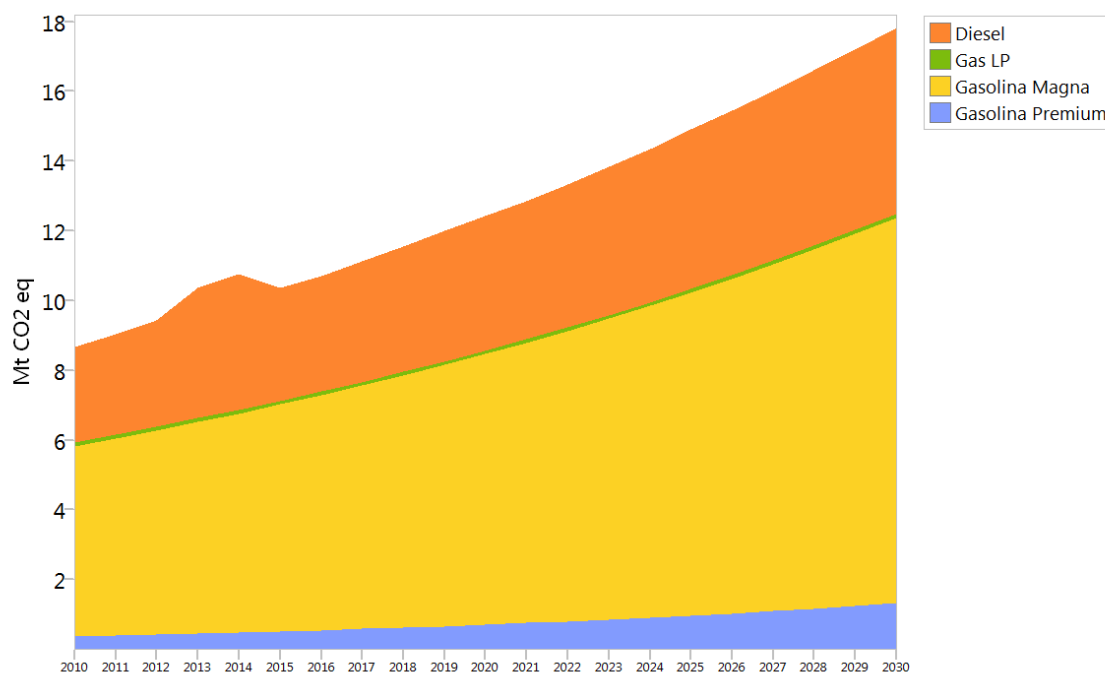
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gasolina Magna	5,451.80	6,506.37	7,764.92	9,266.93	11,059.48
Diesel	3,075.96	3,673.58	4,312.98	5,061.12	5,869.32
Turbosina	390.98	491.13	565.13	642.40	727.12
Gasolina Premium	375.99	515.13	705.78	966.98	1,324.84
Gas LP	97.91	104.92	99.35	99.52	99.49
Total	9,392.63	11,291.13	13,448.16	16,036.94	19,080.25

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones de GEI del sector Autotransporte

En la Figura 4.18 se identifica que la gasolina Magna y el diesel son los principales generadores de emisiones de GEI en el sector Autotransporte.

Figura 4.18. Tendencia de emisiones de GEI del autotransporte

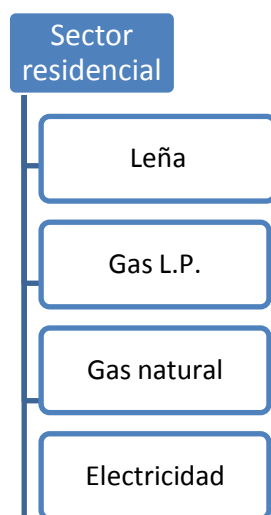


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.3 Demanda de energía del sector Residencial

La demanda del sector residencial se desglosa por tipo de combustible en la Figura 4.19.

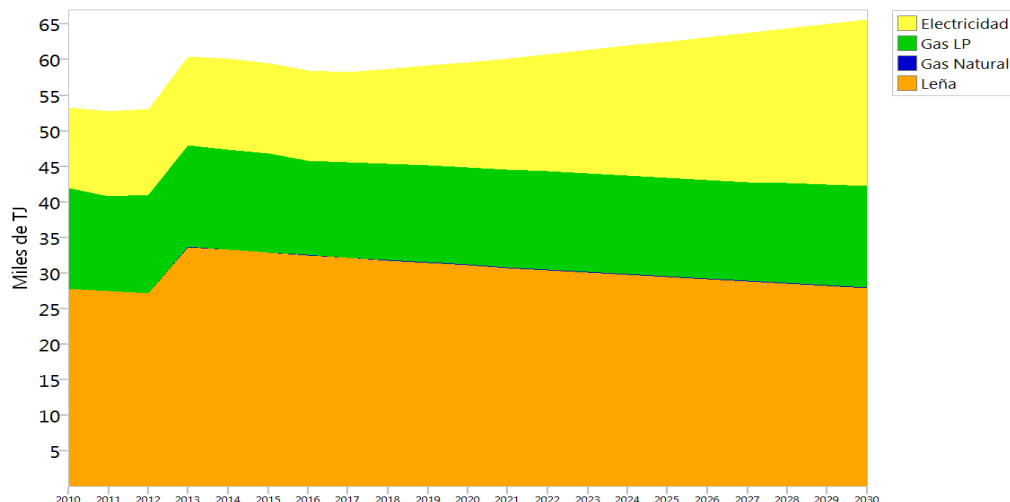
Figura 4.19. Tipos de combustibles demandados por el sector residencial



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.20 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector comercio y servicios.

Figura 4.20. Demanda de energía del Sector Residencial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

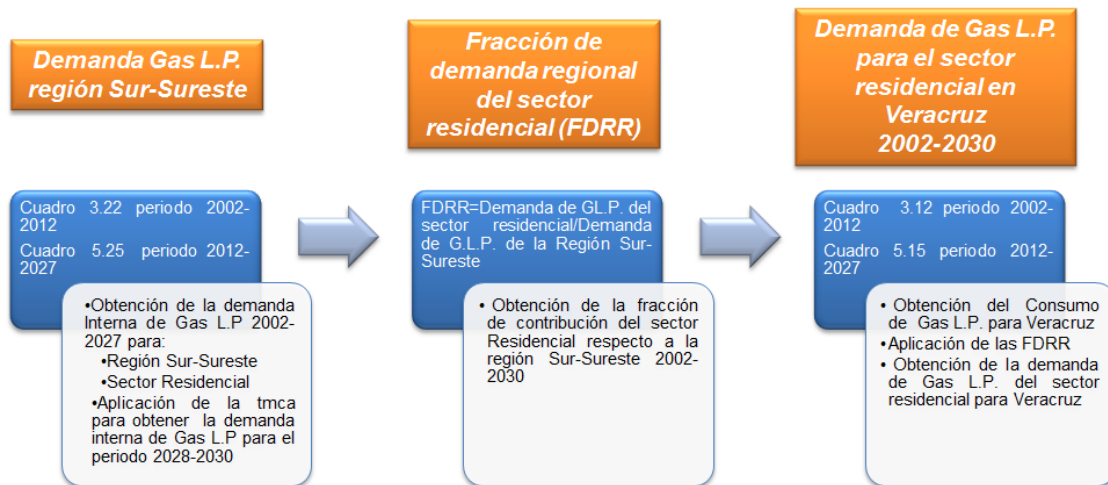
Tabla 4.9. Demanda interna de energía por tipo de combustible para el sector residencial, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Leña	27,760.20	32,874.74	31,080.54	29,430.30	27,898.93
Gas LP	14,221.98	13,874.28	13,667.07	13,862.67	14,263.17
Electricidad	11,356.19	12,710.09	14,809.67	19,188.80	23,429.66
Gas Natural	0.00	41.14	107.68	112.93	118.43
Total	53,338.37	59,500.24	59,664.96	62,594.70	65,710.20

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

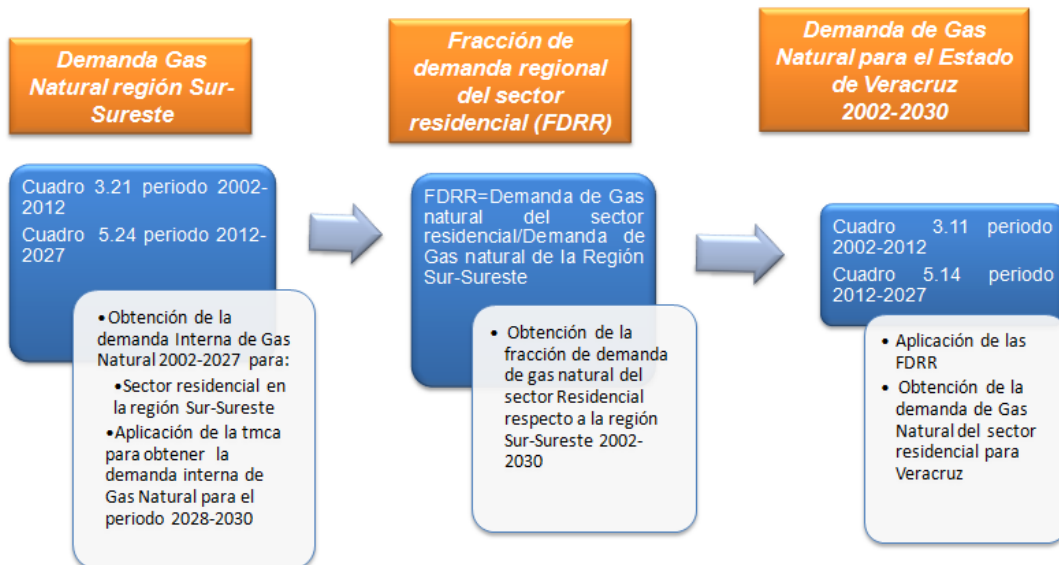
En las Figuras (Figura 4.21, Figura 4.22, Figura 4.23 y Figura 4.24) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector residencial del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario, debido a que las tablas de las Prospectivas de SENER se encuentran en dos periodos el primero es de 2002-2010 y el otro de 2011-2027.

Figura 4.21. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas L.P. en el Sector Residencial 2010-2030



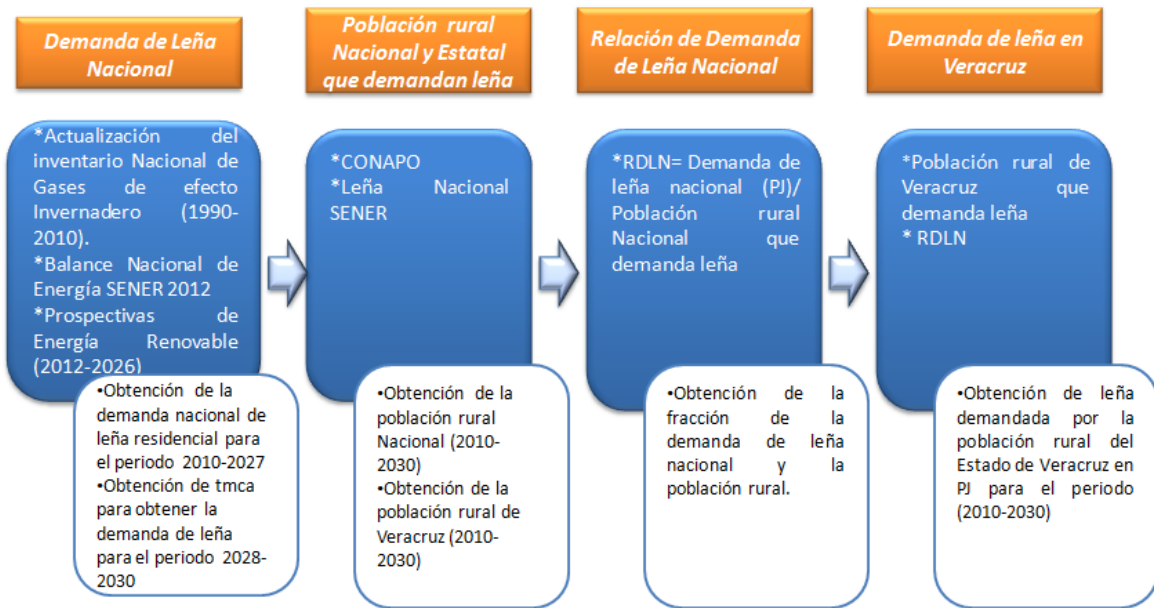
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Residencial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de leña en el Sector Residencial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de energía eléctrica en el Sector Residencial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de gas natural y gas L.P. fueron tomados de SENER de la Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2013-2027, en los cuadros correspondientes que se mencionan en las figuras anteriores. Los datos que se proporcionan en las

prospectivas se encuentran en unidades de volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

Para determinar la demanda de leña se consideró el dato de consumo para el año 2010 reportado en el documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para las categorías de Energía y Procesos Industriales", adicionalmente para el periodo 2011-2030 se consideró la información presentada en el documento "Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026", así como la consideración de que "El 89% de la población rural en México (25 millones de personas) generan calor a partir de la leña, principalmente para la cocción de alimentos.

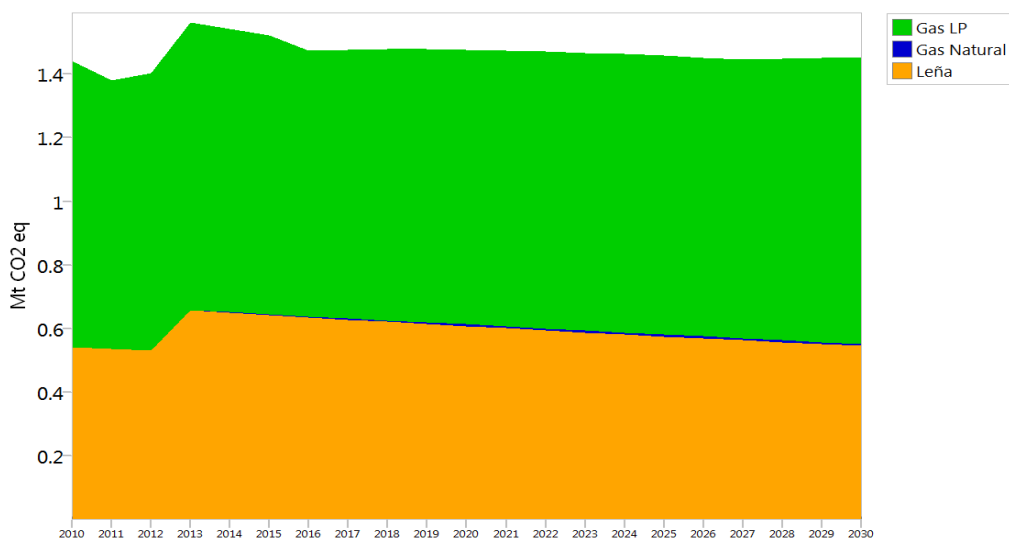
En el caso del consumo de electricidad se obtuvo el consumo de energía eléctrica para el sector residencial de las Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027.

Es importante mencionar que el consumo de electricidad en el sector residencial es solo demostrativo para obtener la demanda energética total del estado de Veracruz, pero es necesario mencionar que a esta demanda no se le estimaron emisiones de GEI, porque éstas se encuentran estimadas en la sección de transformación de este anexo.

Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector residencial

En relación a las emisiones de GEI generadas por el sector residencial, principalmente son aportadas por el gas L.P., seguido de la leña, como se puede ver en la siguiente Figura 4.25.

Figura 4.25. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector residencial.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para este sector en la tabla 10 se muestra que las emisiones de CO₂-eq son mayormente aportadas por el consumo del gas LP.

Tabla 4.10. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector residencial.

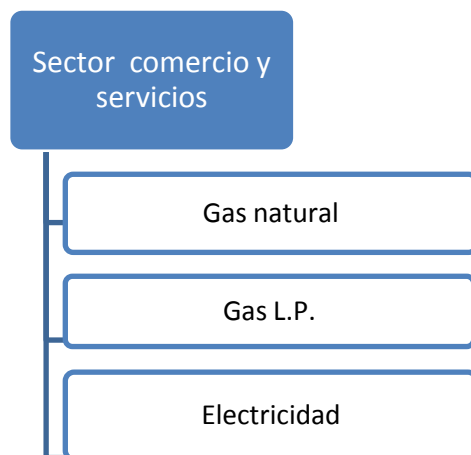
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	899.34	877.35	864.25	876.62	901.95
Gas Natural	0.00	2.31	6.06	6.35	6.66
Leña	542.43	642.37	607.31	575.07	545.15
Total	1,441.78	1,522.04	1,477.62	1,458.04	1,453.75

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.4 Demanda energética del sector comercial y de servicios

El desglose de los tipos de combustibles demandados por estos sectores se muestra en la Figura 4.26. Conservando de este modo el desglose del último inventario de emisiones de la entidad.

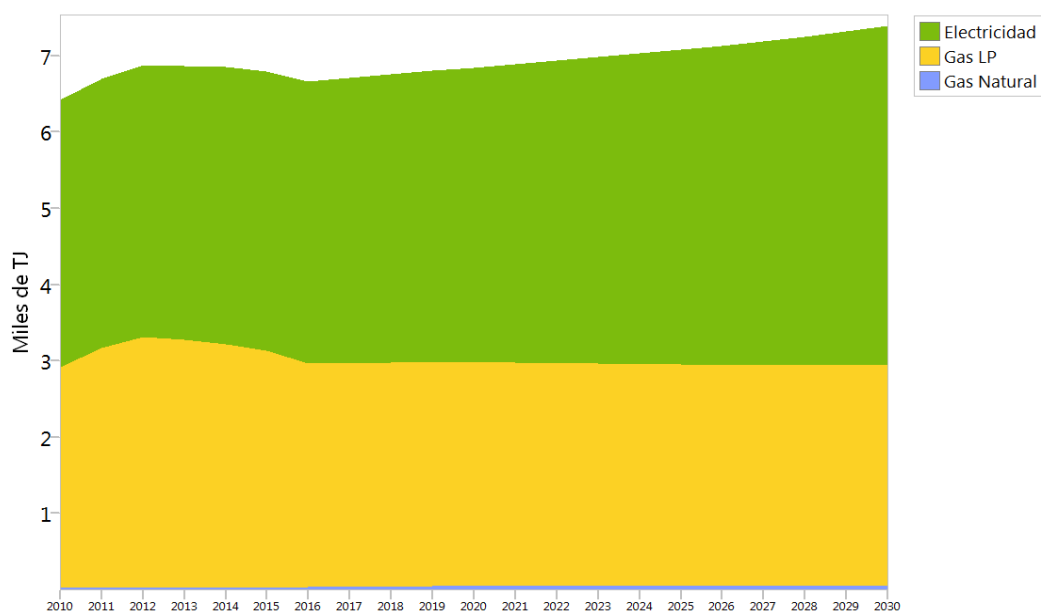
Figura 4.26. Desglose de combustibles demandados por los sectores comercial y de servicios



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.27 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector comercio y servicios.

Figura 4.27. Demanda de energía del Sector Comercio y Servicios 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.11 se presentan las demandas de los combustibles utilizados por el sector comercio y servicios del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

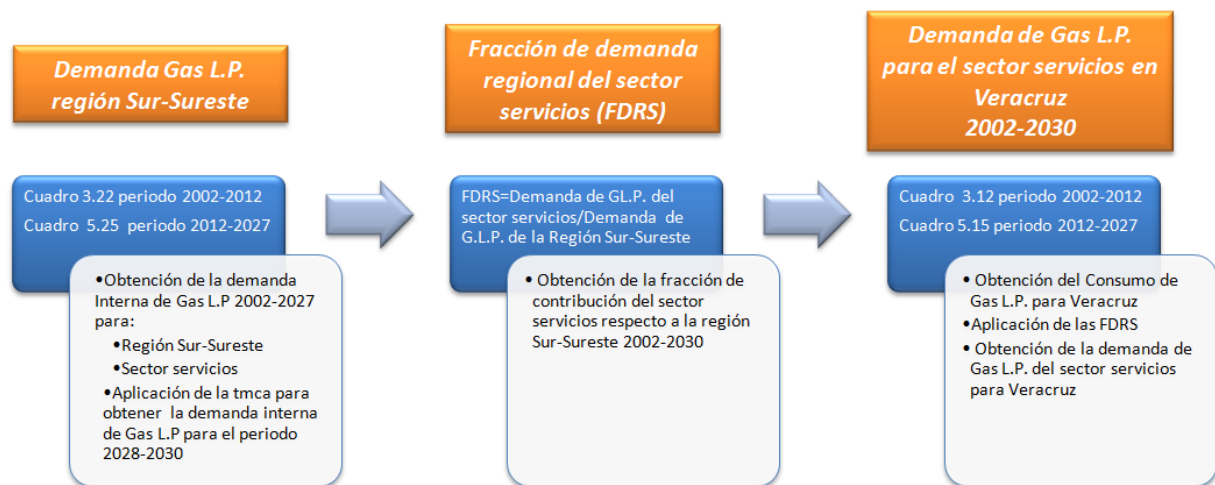
Tabla 4.11. Demanda interna energética para el sector comercio y servicios, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Electricidad	3,503.21	3,664.89	3,870.89	4,128.85	4,447.84
Gas LP	2,895.01	3,105.62	2,933.38	2,904.37	2,892.51
Gas Natural	24.50	29.50	44.10	46.20	48.40
Total	6,422.72	6,800.01	6,848.37	7,079.43	7,388.76

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

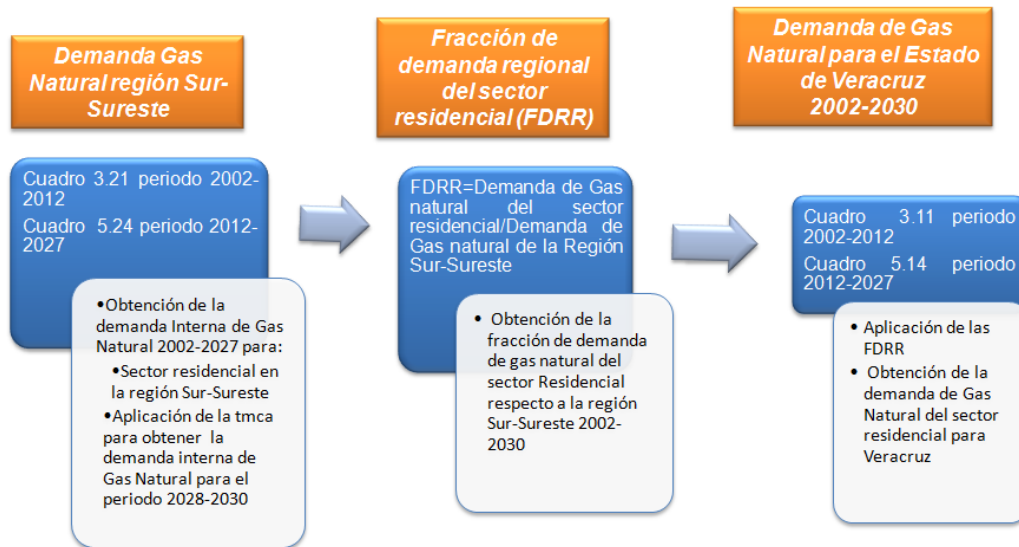
En las Figuras (Figura 4.28, Figura 4.29 y Figura 4.30) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector petrolero del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario, debido a que las tablas de las Prospectivas de SENER se encuentran en dos periodos el primero es de 2002-2010 y el otro de 2011-2027.

Figura 4.28. Metodología para la demanda de gas L.P. en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030



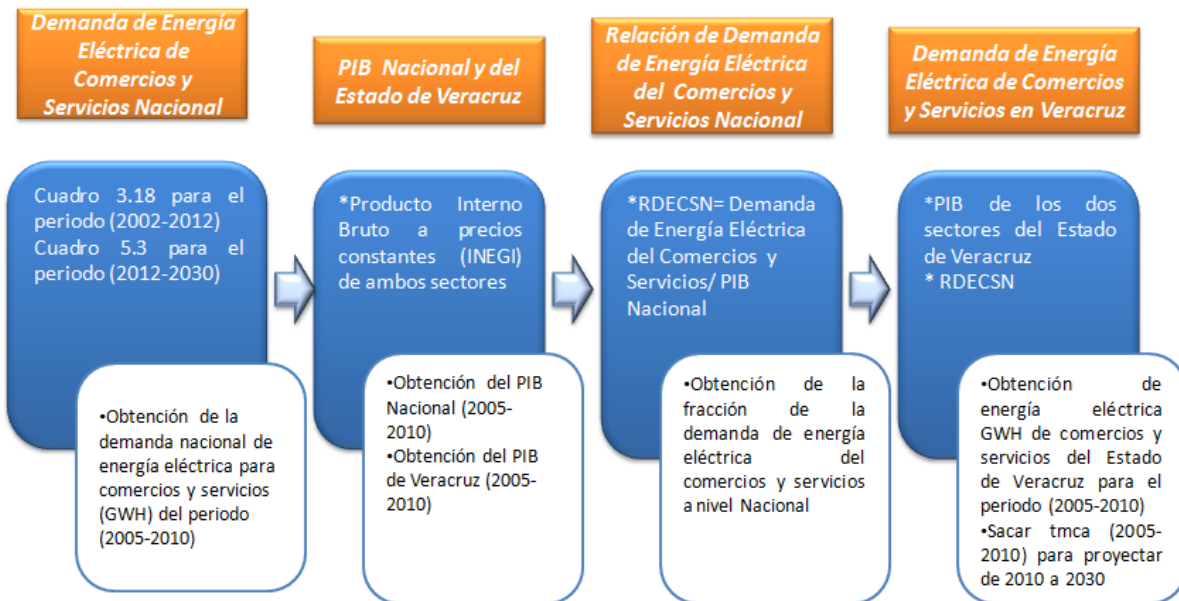
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29. Metodología para la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30. Metodología para la proyección de la demanda de electricidad en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de gas natural y gas L.P. fueron tomados de SENER de la Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2013-2027, en los cuadros correspondientes que se mencionan en las figuras anteriores. Los datos que se proporcionan en las

prospectivas se encuentran en unidades de volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

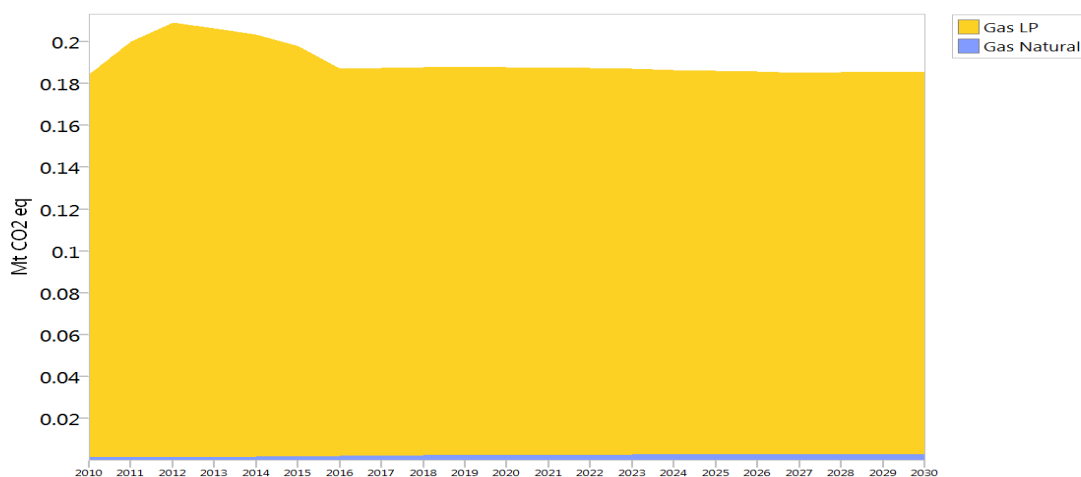
El consumo de electricidad se obtuvo partiendo de la demanda de los sectores comercio y servicios considerados en las Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027, con estos datos y con las proyecciones del PIB Nacional y del Estado, para los sectores comercio y servicio se calculó el consumo energía para el estado de Veracruz.

Es importante mencionar que el consumo de electricidad en el sector comercio y servicios es solo demostrativo para obtener la demanda energética total del estado de Veracruz, pero esta demanda no se le estimaron emisiones de GEI, porque éstas se encuentran estimadas en la sección de transformación de este anexo.

Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector comercios y servicios

En relación a las emisiones de GEI generadas por el sector de comercios y servicios, principalmente son aportadas por el gas natural, seguido de gas L.P., como se puede ver en la Figura 4.31.

Figura 4.31. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector comercio y servicios.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para este sector en la siguiente Tabla 4.12 se muestra que las emisiones de CO_{2-eq} son mayormente aportadas por el consumo del gas LP.

Tabla 4.12. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector comercio y servicios

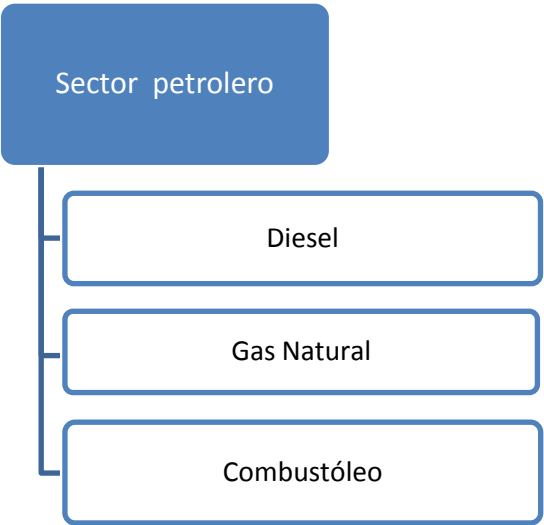
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	182.98	196.29	185.40	183.57	182.82
Gas Natural	1.38	1.66	2.48	2.60	2.72
Total	184.36	197.95	187.88	186.17	185.54

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.5 Demanda energética del sector petrolero

El desglose de los tipos de combustibles demandados por el sector petrolero se muestra en la Figura 4.32. Conservando de este modo el desglose del último inventario de emisiones de la entidad.

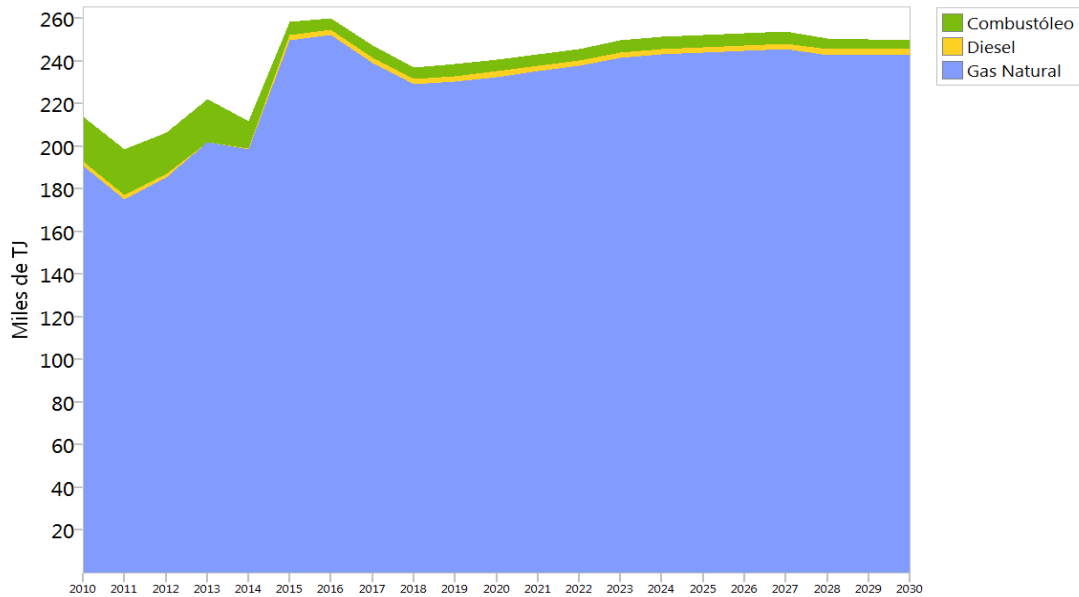
Figura 4.32. Desglose por tipo de combustibles demandados por el sector petrolero



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.33 se muestra el comportamiento de la demanda de energía de del año base 2010 al 2030 del sector petrolero

Figura 4.33. Demanda de energía del Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.13 se presentan las demandas de los combustibles utilizados por el sector petrolero del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

Tabla 4.13. Demanda interna energética para el sector petrolero, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

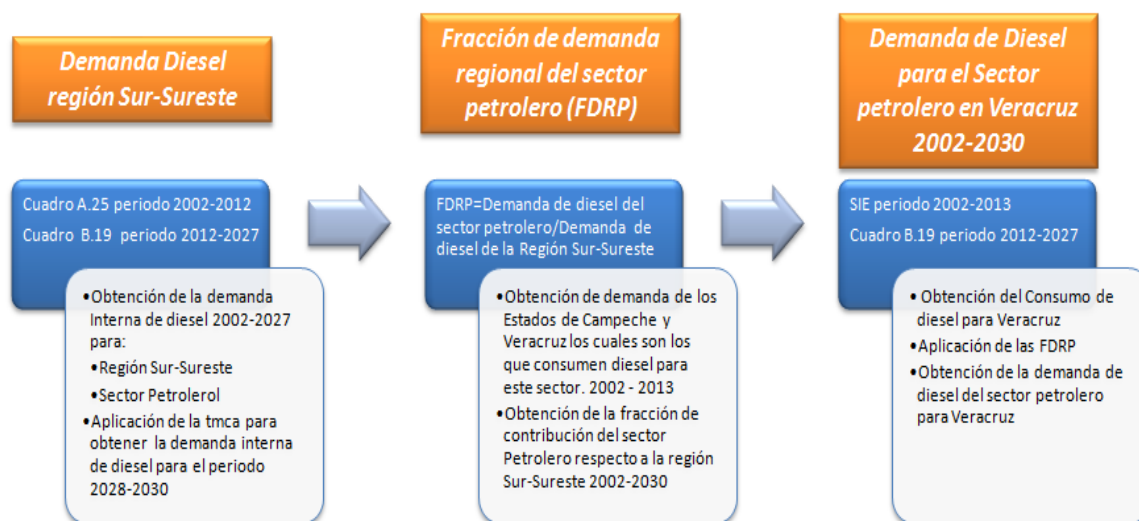
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	20,918.90	5,986.15	5,661.40	5,674.50	4,086.37
Diesel	1,979.60	2,539.70	2,539.70	2,539.70	2,595.80
Gas Natural	191,038.50	249,977.36	232,717.81	244,016.70	243,041.05
Total	213,937.00	258,503.21	240,918.91	252,230.90	249,723.22

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En las Figura (Figura 4.34, Figura 4.35 y Figura 4.36) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector petrolero del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario, debido a

que las tablas de las Prospectivas de SENER se encuentran en dos periodos el primero es de 2002-2010 y el otro de 2011-2027.

Figura 4.34. Metodología para la demanda de Diesel en el Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35. Metodología para la demanda de Gas Natural en el Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36. Metodología para la demanda de Combustóleo en el Sector Petrolero.



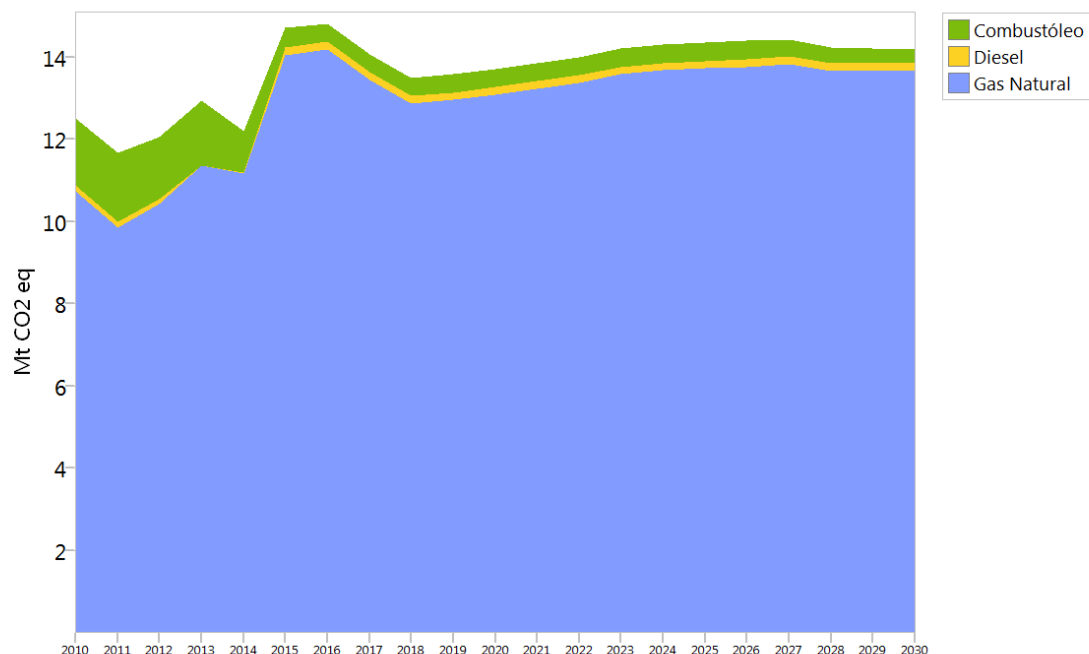
Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de diesel y combustóleo fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Petrolíferos para el periodo 2013-2027, en cuanto a la demanda de Gas Natural fue tomada de la Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2013-2027, en los cuadros que se mencionan en las figuras anteriores. Los datos que se proporcionan en las prospectivas se encuentran en unidades de volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector petrolero

En relación a las emisiones de GEI generadas por el sector petrolero, principalmente son aportadas por el gas natural, seguido del combustóleo y finalmente se encuentra el diesel, como se puede ver en la Figura 4.37, en el sector petrolero se consume combustible como el gas natural, combustóleo y diesel, los cuales se consumen para la generación de calor y vapor en las plantas de servicios auxiliares, el uso específico del diesel es para servicios de transporte y generación eléctrica de respaldo.

Figura 4.37. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector petrolero.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para este sector en la Tabla 4.14 se muestra que las emisiones de CO₂-eq son mayormente aportadas por la demanda del gas natural.

Tabla 4.14. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector petrolero

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	1,627.41	465.70	440.43	441.45	317.90
Diesel	147.18	188.82	188.82	188.82	193.00
Gas Natural	10,743.24	14,057.73	13,087.12	13,722.52	13,667.66
Total	12,517.83	14,712.25	13,716.38	14,352.80	14,178.55

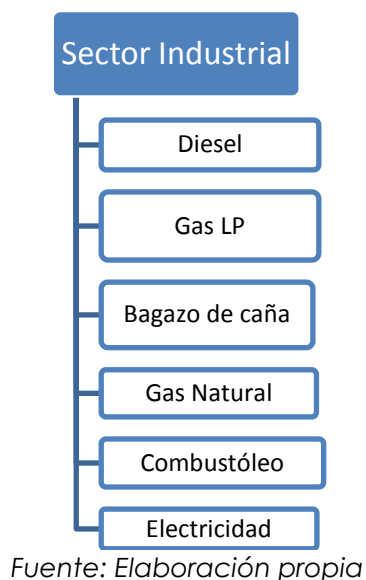
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.6 Demanda de energía del sector industrial

En la Figura 4.38 se puede ver los tipos de combustibles demandados por el sector industrial, considerado en el modelo LEAP. Cabe mencionar que en este punto solo

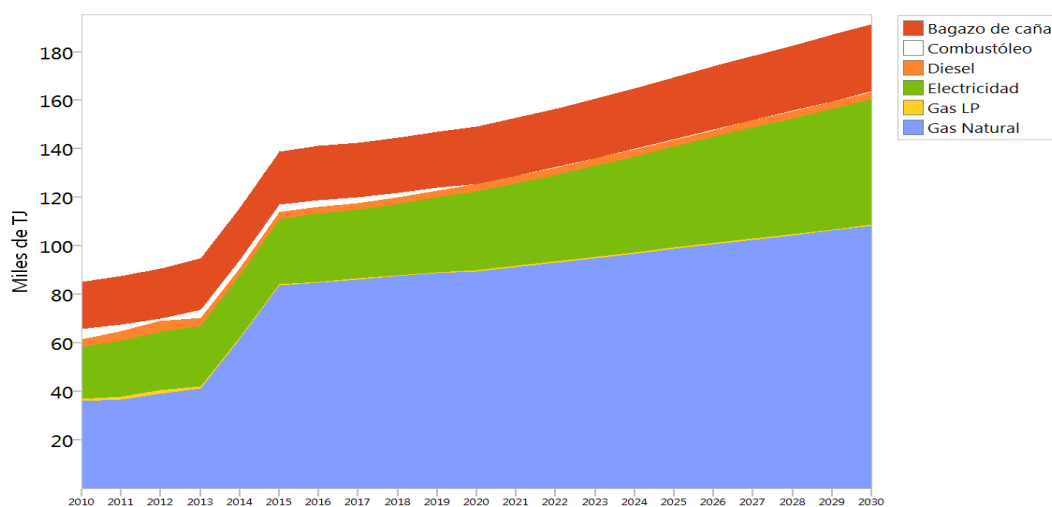
se aborda la demanda energética de este sector, el análisis de la actividad industrial se aborda en el capítulo de no energético.

Figura 4.38. Desglose de combustibles demandados por el sector industrial



En la Figura 4.39 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector industrial de Veracruz; en la misma figura se puede ver que la demanda de Gas Natural presenta un incremento considerable, mientras que el combustóleo por ejemplo va a la baja.

Figura 4.39. Demanda de energía del Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.15 se presentan las demandas de los combustibles utilizados por el sector industrial del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

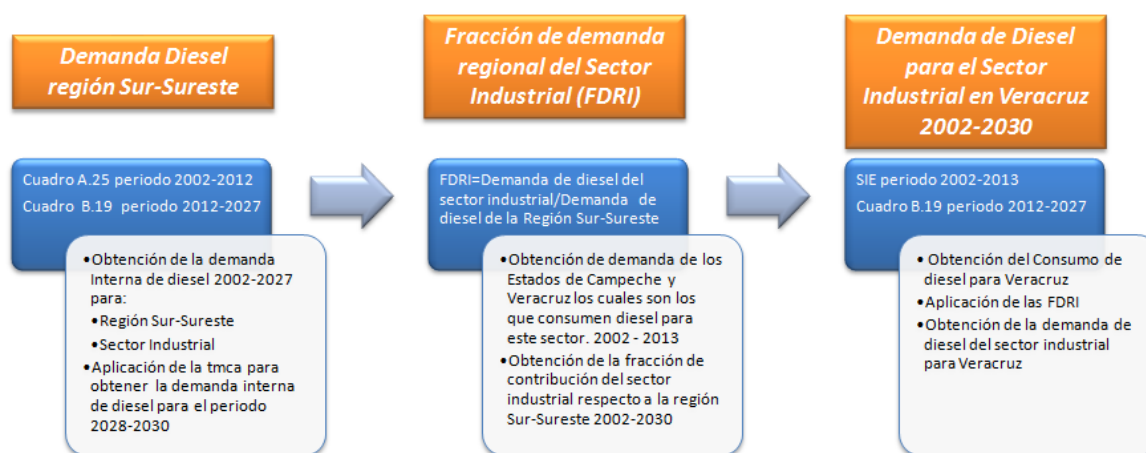
Tabla 4.15. Demanda interna energética para el sector industrial, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Bagazo de caña	19,422.24	21,836.03	23,484.21	25,500.24	27,820.24
Combustóleo	4,134.51	3,204.74	171.77	148.52	94.04
Diesel	3,138.06	2,877.37	2,858.13	3,002.25	3,049.64
Electricidad	21,584.97	26,712.36	32,443.29	41,359.73	51,768.28
Gas LP	824.92	534.17	569.67	614.92	552.64
Gas Natural	36,064.48	83,835.25	89,590.25	98,934.34	108,210.61
Total	85,169.19	138,999.92	149,117.32	169,560.00	191,495.45

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

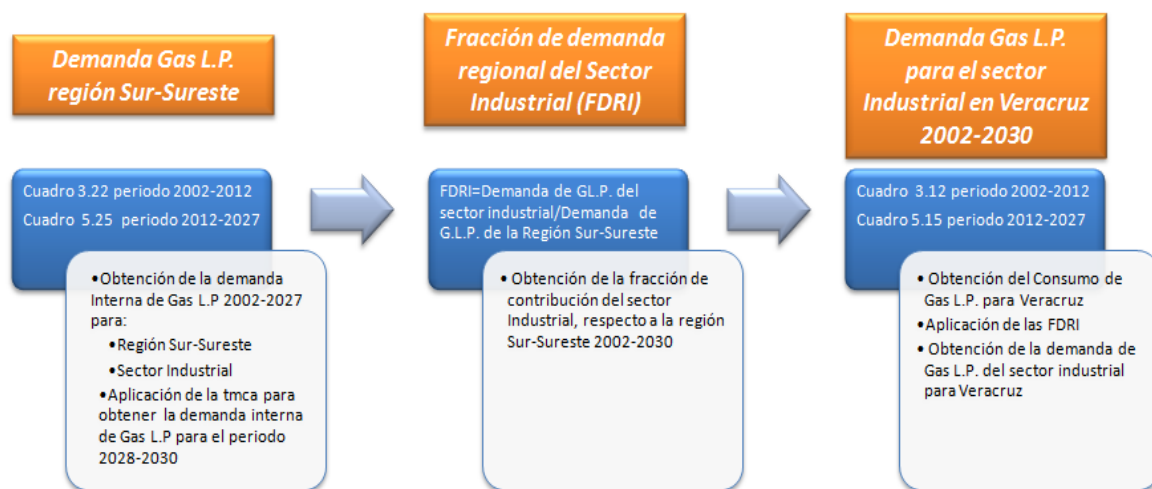
En la Figuras (Figura 4.40, Figura 4.41, Figura 4.42, Figura 4.43, Figura 4.44 y Figura 4.45) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector industrial del periodo 2010 al 2030 de Veracruz. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 4.40. Metodología para la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41. Metodología para la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42. Metodología para la proyección de la demanda de Bagazo de Caña en el Sector Industrial 2010-203



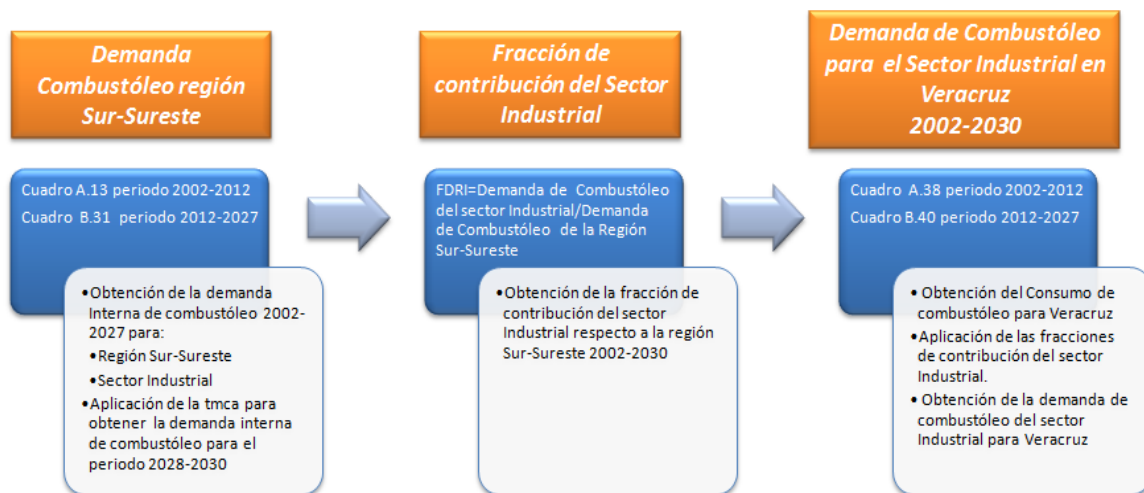
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43. Metodología para la proyección de la demanda de Gas Natural en el Sector Industrial 2010-2030



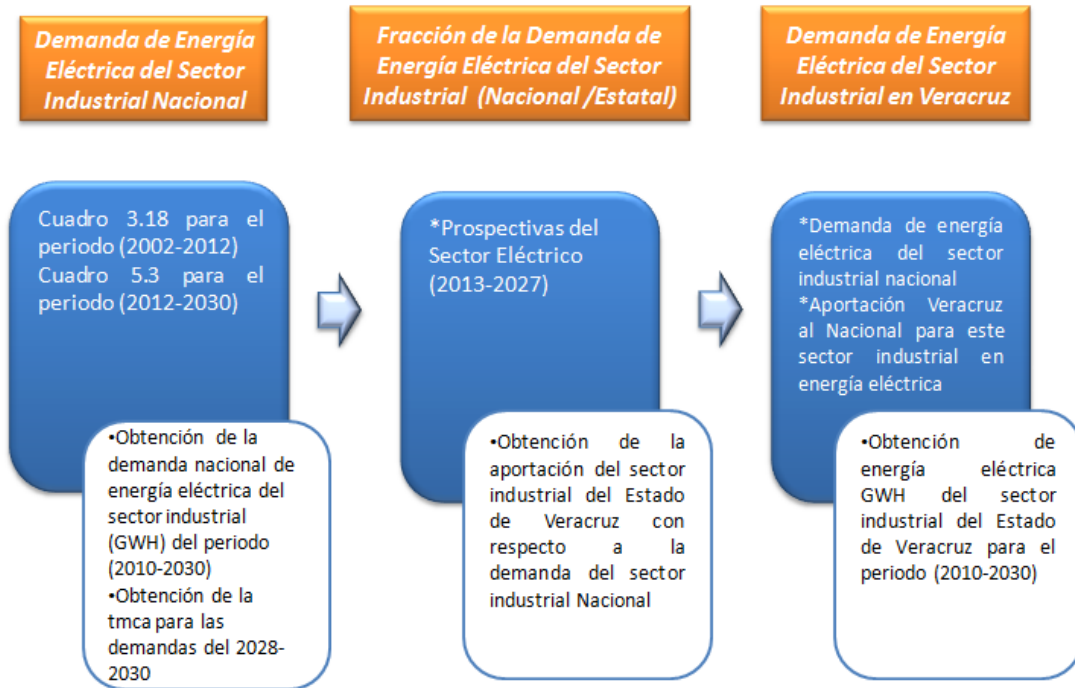
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44. Metodología para la proyección de la demanda de Combustóleo en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45. Metodología para la proyección de la demanda de Electricidad en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de diesel y combustóleo fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Petrolíferos para el periodo 2013-2027, en cuanto a las demandas de gas natural y gas L.P. fueron tomados de la Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2013-2027, en los cuadros correspondientes que se mencionan en las figuras anteriores. Los datos que se proporcionan en las prospectivas se encuentran en unidades de volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

Para el bagazo de caña se utilizó información de la Agroindustria Azucarera de México y el Documento de Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020 de la SAGARPA.

El consumo de electricidad se obtuvo partiendo de la demanda del sector industrial nacional de las Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027, con estos datos y con las proyecciones del PIB Nacional y del Estado, para el sector industrial se calculó el consumo de energía para el estado de Veracruz.

Es importante mencionar que el consumo de electricidad en el sector industrial es solo demostrativo para obtener la demanda energética total del estado de Veracruz, pero esta demanda no se le estima emisiones de GEI, porque éstas se encuentran estimadas en el capítulo cuatro correspondiente a Transformación.

Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector industrial

Las proyecciones de las emisiones generadas por el sector industrial al año 2030, a partir del año base 2010, se pueden observar en la Tabla 16.

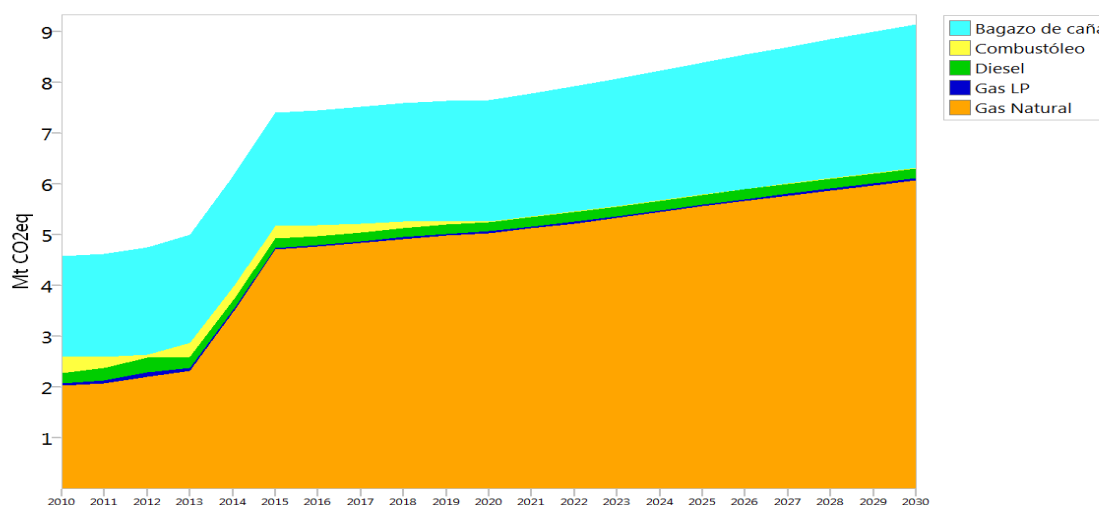
Tabla 4.16. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por la demanda del sector industrial

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Bagazo de caña	1,978.54	2,224.44	2,392.34	2,597.71	2,834.05
Combustóleo	321.04	248.84	13.34	11.53	7.30
Diesel	198.79	182.28	181.06	190.19	193.19
Gas LP	52.10	33.73	35.98	38.83	34.90
Gas Natural	2,025.09	4,707.52	5,030.67	5,555.36	6,076.24
Total	4,575.57	7,396.81	7,653.38	8,393.63	9,145.68

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Figura 4.46 se puede ver la tendencia que presentan las emisiones de cada uno de los combustibles utilizados en el sector industrial en Veracruz.

Figura 4.46. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector industrial

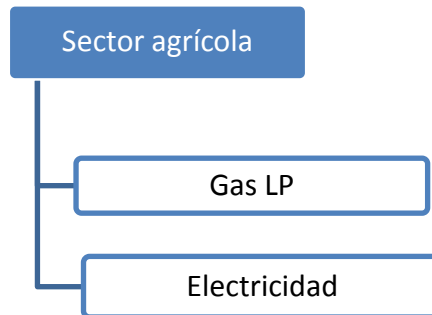


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.7 Demanda de energía del sector agrícola

En la Figura 4.47 se puede ver el desglose de la demanda de combustibles y energía eléctrica del sector agrícola.

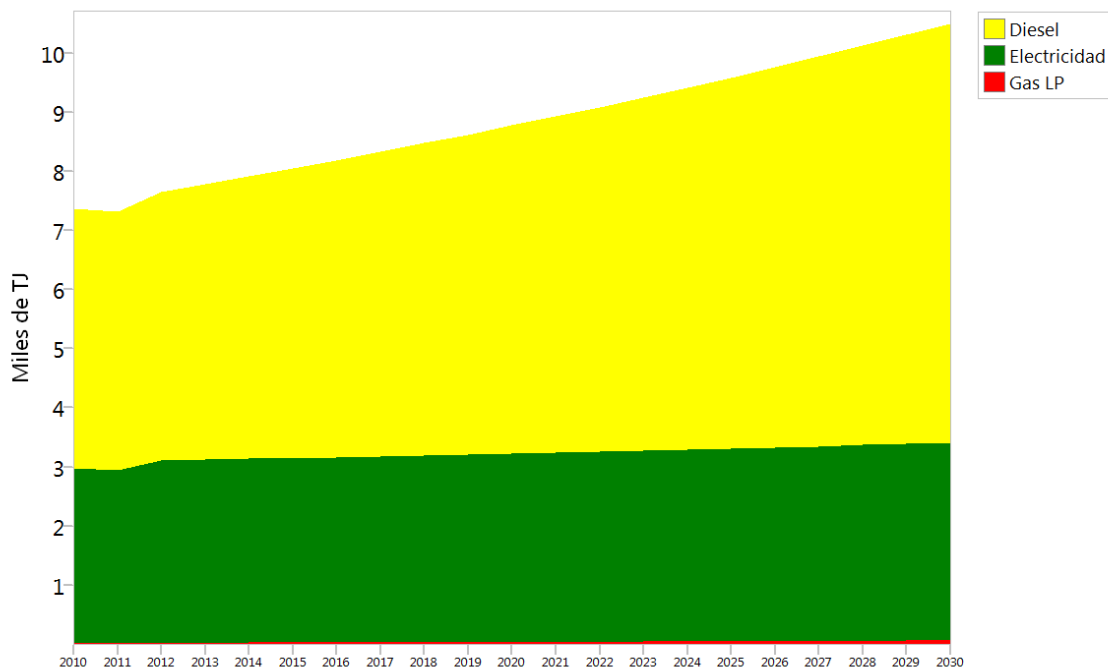
Figura 4.47. Desglose de la demanda energética del sector agrícola



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.48 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector agrícola en Veracruz.

Figura 4.48. Demanda de energía del Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.17 se presentan las demandas de Gas LP y de energía eléctrica utilizados por el sector agrícola de Veracruz del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

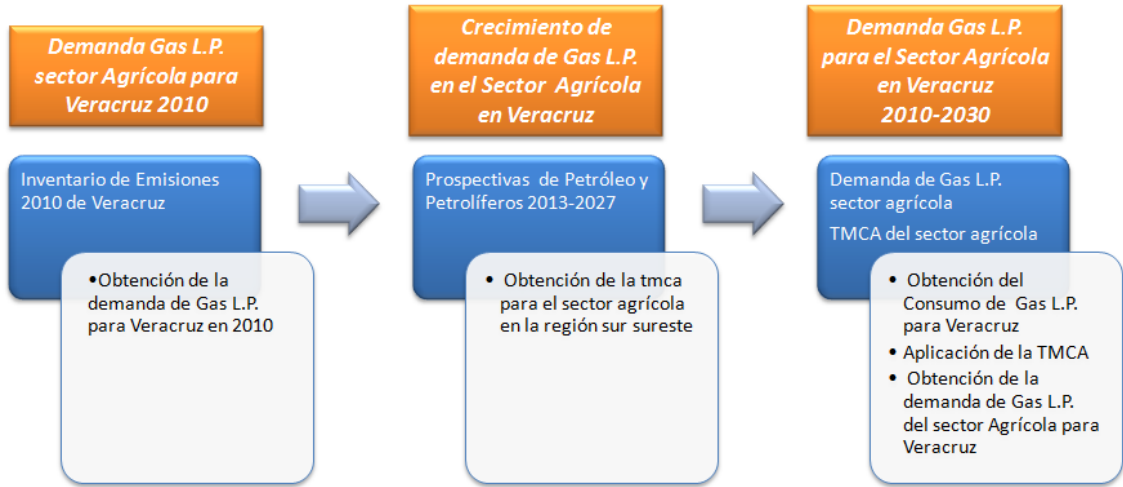
Tabla 4.17. Demanda interna de gas natural para el sector agrícola, en el estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	20.00	26.76	35.82	47.93	64.14
Diesel	4,391.01	4,900.78	5,543.94	6,271.50	7,094.55
Electricidad	2,952.24	3,123.77	3,194.82	3,267.49	3,341.80
Total	7,363.25	8,051.32	8,774.58	9,586.92	10,500.50

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

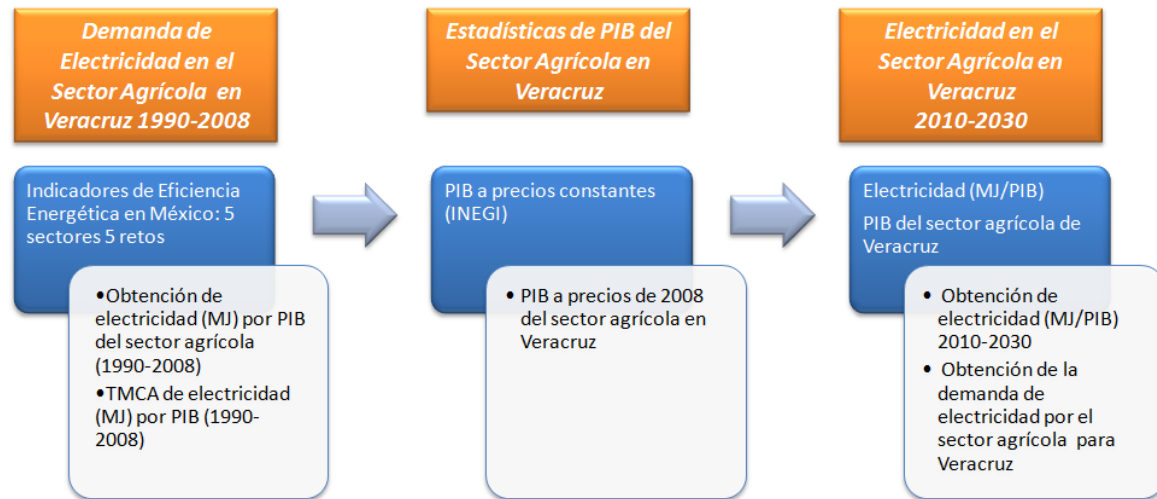
La Figura 4.49 y Figura 4.50 se describen brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector agrícola del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 4.49. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.50. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Electricidad en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de gas L.P fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Gas Natural y Gas L.P. para el periodo 2013-2027, en los cuadros correspondientes que se mencionan en la figura anterior. Los datos que se proporcionan en las prospectivas vienen en volumen, por lo que se realizaron los cálculos necesarios para alimentarlos al modelo LEAP en terajoules (TJ).

En el caso del consumo de electricidad se obtuvo el dato de energía eléctrica entre la unidad monetario (MXN) esta información se obtuvo del documento Indicadores de eficiencia energética en México: 5 sectores, 5 retos, SENER, 2011, por lo que para obtener solo la energía eléctrica se recurrió a de las proyecciones del PIB para el sector agrícola.

Es importante mencionar que el consumo de electricidad en el sector agrícola es solo demostrativo para obtener la demanda energética total del estado de Veracruz, pero esta demanda no se le estima emisiones de GEI.

Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector agrícola

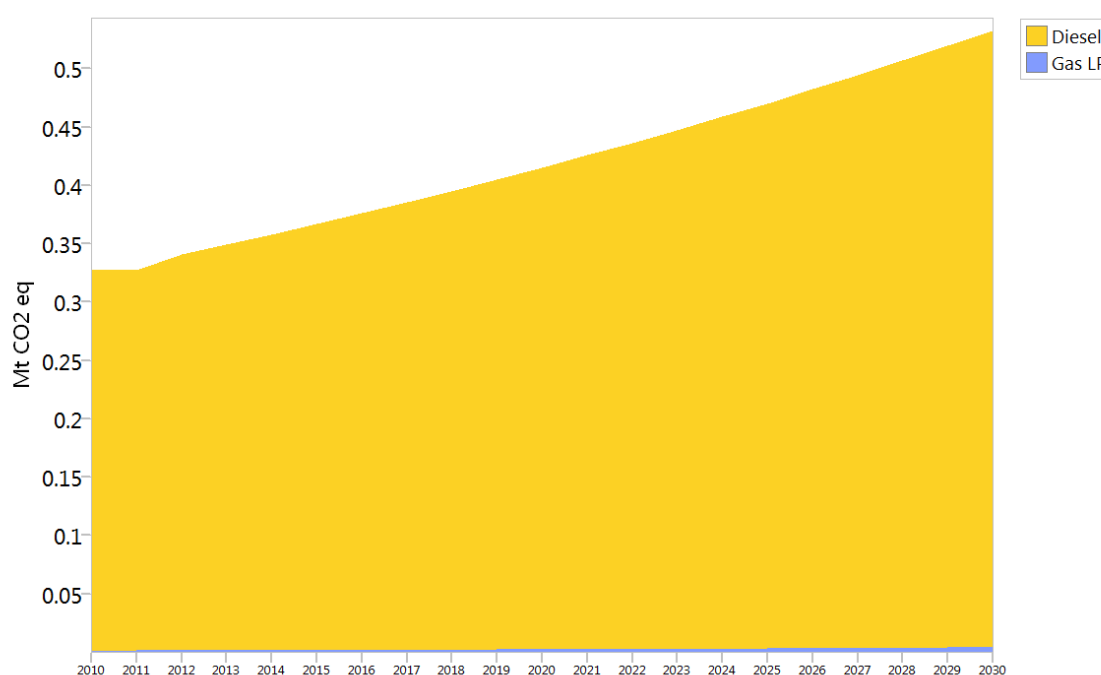
En relación a las emisiones de GEI generadas por el sector agrícola, se puede ver en la Tabla 4.18, mientras que la tendencia se puede apreciar en la Figura 51.

Tabla 4.18. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por el sector agrícola

Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Diesel	963.78	1,032.62	1,068.65	1,087.72	1,055.68
Gas LP	1.26	1.69	2.26	3.03	4.06
Total	965.05	1,034.31	1,070.91	1,090.75	1,059.74

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.51. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector agrícola

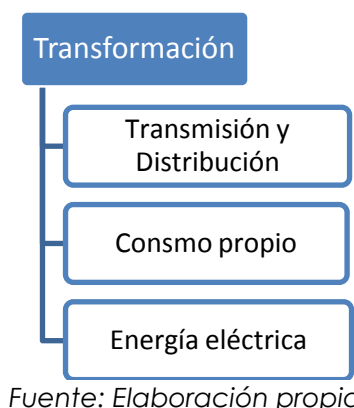


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.8 Transformación

Para transformación se realizó la siguiente apertura que el propio LEAP configura al momento en que se selecciona la opción de transformación, Figura 4.52.

Figura 4.52. Apertura de transformación



Fuente: Elaboración propia

La información necesaria que se debe de ingresar para transmisión y distribución y en consumo propio, son las pérdidas de energía, cabe mencionar que para la transmisión y distribución se ingresa el porcentaje de pérdidas para el año 2010 y para el año 2030, mientras que para el porcentaje de las pérdidas para el consumo propio se mantendrá constante la del año 2010.

Para transformación LEAP usa ramas las cuales se utilizan para modelar sectores de oferta de energía y conversión, como lo es la generación de electricidad para este caso. Esta rama de generación de electricidad contiene procesos o tecnologías las cuales son: nucleoelectrica, gas natural, combustóleo y diesel; tecnologías con las cuales el estado de Veracruz cuenta para generación de electricidad.

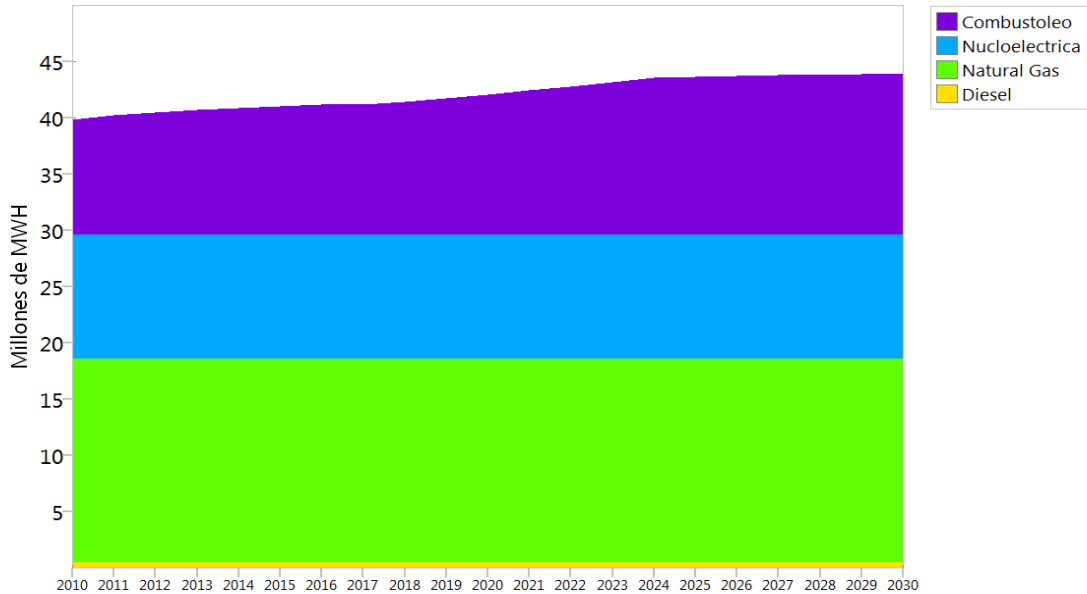
Para que se lleve a cabo la simulación de generación de electricidad, es necesario configurar las variables que se enlistan a continuación:

- Año inicial de simulación (2010)
- Capacidad instalada (MW) de cada tecnología.
- Máxima disponibilidad
- Eficiencia térmica (%)
- Orden de mérito de despacho.

Para la obtención de las capacidades instaladas se consultó el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026.

La generación de electricidad al 2030 fue calculada por el propio LEAP con ayuda de la información antes mencionada. En la Figura 4.53 y Tabla 4.19 se muestra la tendencia de la generación de electricidad para cada tecnología.

Figura 4.53. Tendencia de generación de energía eléctrica 2010-2030 en el estado de Veracruz



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

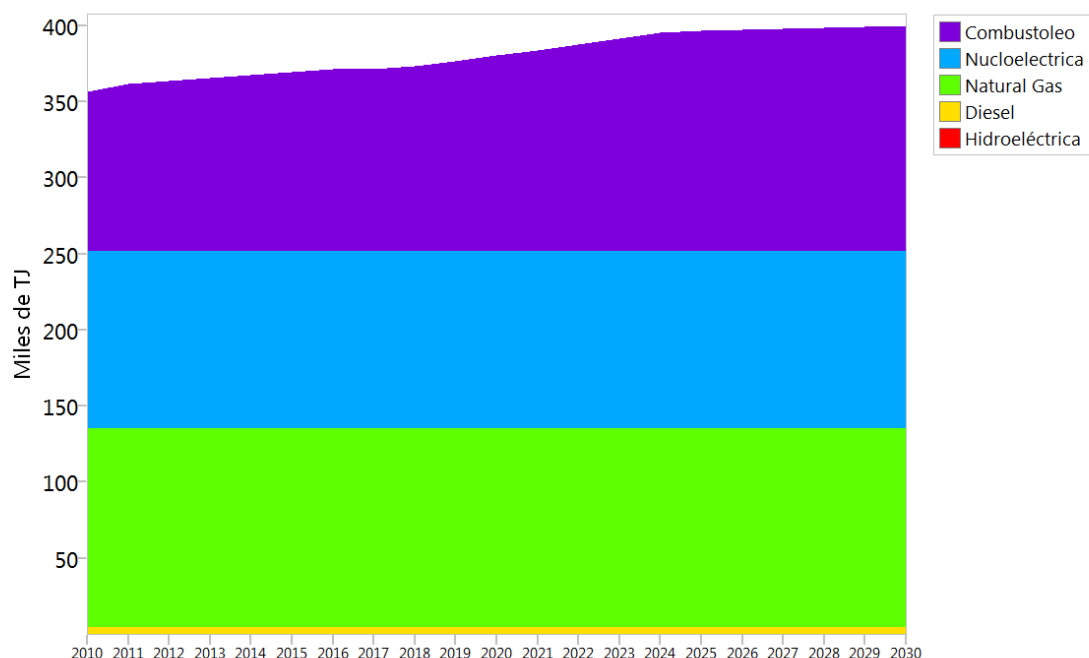
Tabla 4.19. Generación de energía eléctrica 2010-2030 en el estado de Veracruz
Millones de MWH

Tecnología	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	10.22	11.43	12.48	14.05	14.37
Nucleoeléctrica	10.99	11.00	11.00	11.00	11.00
Natural Gas	18.13	18.13	18.13	18.14	18.14
Diesel	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Total	39.81	41.02	42.08	43.65	43.97

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

La demanda energética para la generación de electricidad de cada tecnología se muestra en la Figura 4.54y en la Tabla 4.20.

Figura 4.54. Demanda energética para la generación de energía eléctrica en Veracruz



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Tabla 4.20. Demanda energética para la generación de energía eléctrica en Veracruz (Miles de TJ)

Tecnología	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	105.17	117.52	128.39	144.57	147.83
Nucleoeléctrica	116.41	116.44	116.47	116.48	116.48
Natural Gas	130.51	130.54	130.57	130.58	130.58
Diesel	4.75	4.76	4.76	4.76	4.76
Total	356.84	369.25	380.18	396.38	399.65

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

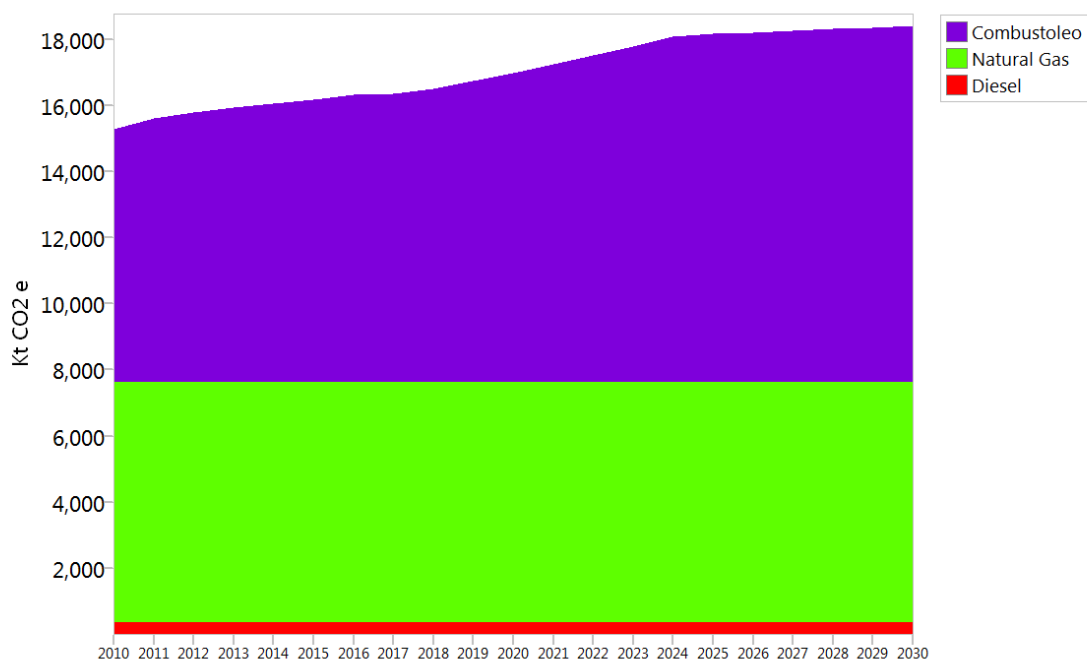
Con lo que respecta a las emisiones por la generación de electricidad se calculan de la siguiente forma:

$$Emisión = Electricidad\ generada\ por\ proceso * \left(\frac{1}{Eficiencia\ térmica} \right) * FE_{comb}$$

En la Figura 4.55 se muestran las aportaciones de emisiones de CO_{2eq} por la generación de electricidad para las tecnologías de diesel, gas natural y

combustóleo, es importante mencionar que la tecnología de nucleoelectrica no aporta emisiones por lo que no se presenta en esta gráfica y tampoco en la Tabla 4.21.

Figura 4.55. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por la generación de electricidad



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Tabla 4.21. Emisiones de Kt CO₂ eq aportadas por la generación de electricidad

Tecnología	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	7655.93	8555.33	9346.31	10524.21	10761.71
Natural Gas	7286.63	7288.37	7290.07	7290.87	7290.92
Diesel	346.13	346.22	346.3	346.33	346.34
Total	15288.7	16189.92	16982.67	18161.41	18398.97

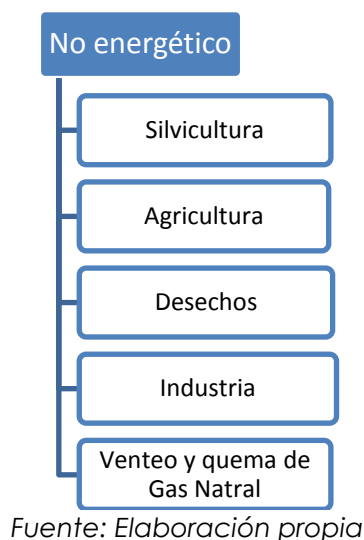
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.2.9 No energético

Para la parte no energética se tiene la apertura ver Figura 4.56, la cual se consideró para el LEAP. Cabe mencionar que dentro de esta apertura se

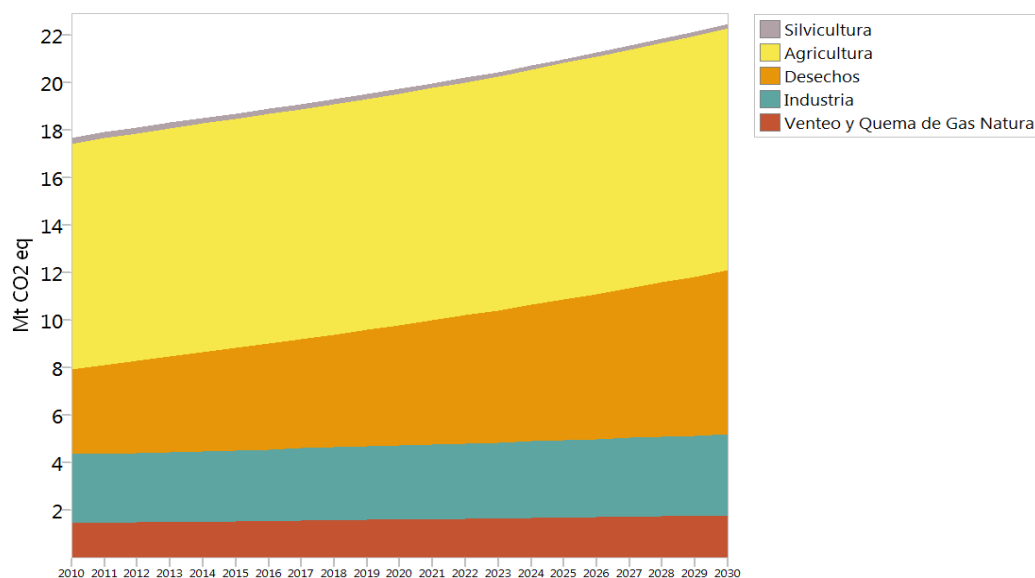
encuentran más desgloses, los cuales se mencionan y describen al momento de presentar las categorías que conforman la parte no energética.

Figura 4.56. Apertura de lo no energético



En la Figura 4.57 se muestran las aportaciones de emisiones de CO_{2eq} por sector, en la cual se puede ver que la agricultura es la que más aportación tiene en emisiones de GEI.

Figura 4.57. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por los sectores no energéticos.

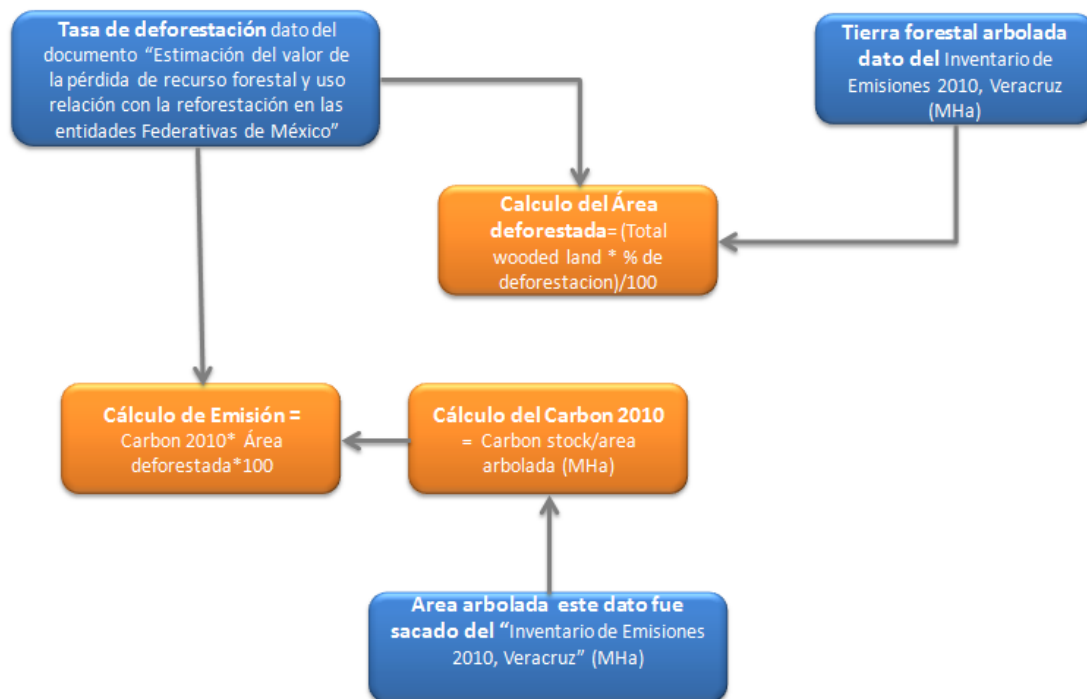


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones provenientes de la silvicultura

En la Figura 4.58 se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de las emisiones de silvicultura para el periodo 2010-2030. Esta descripción se realiza diferente a las demás descripciones antes mencionadas.

Figura 4.58. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la Silvicultura de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 4.22 se muestran las emisiones generadas por la silvicultura de Veracruz para 2010 que en este caso es el año base, y proyectadas al 2030, en rangos de 5 años.

Tabla 4.22. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por silvicultura

Categoría	2010	2015	2020	2025	2030
Silvicultura	249.00	222.79	199.34	178.36	159.58

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

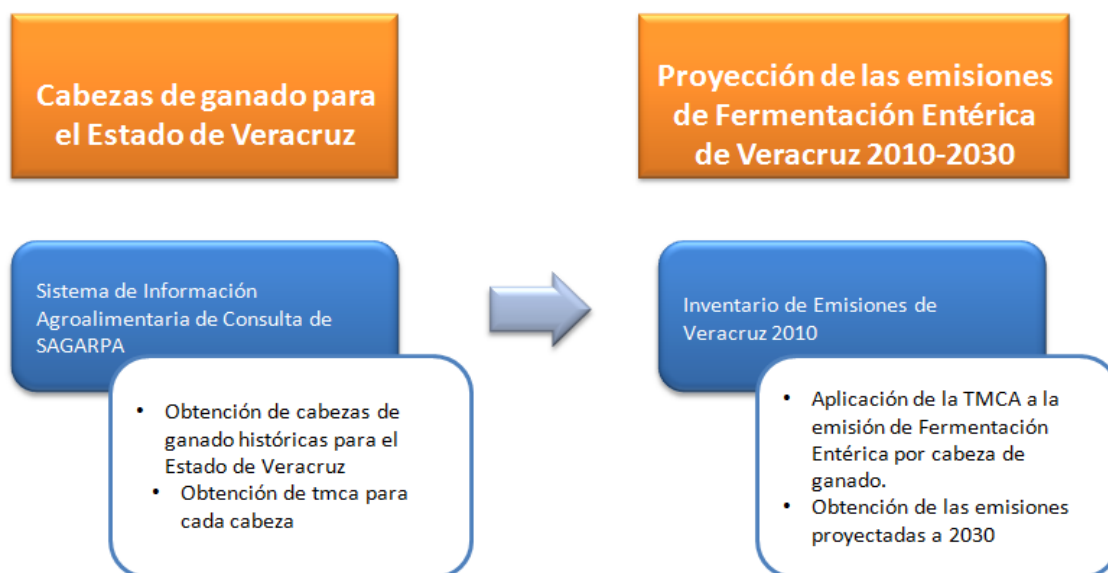
Proyección de emisiones provenientes de actividades agrícolas

Esta categoría de agricultura está conformada por subcategorías, las cuales se enlistan a continuación:

- Fermentación entérica.
- Siembra de arroz.
- Aplicación de fertilizantes.
- Manejo de estiércol.
- Quema de biomasa.
- Incendios forestales.

En las Figuras (Figura 4.59, Figura 4.60, Figura 4.61 y Figura 4.62) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones 2010-2030 de las emisiones de las subcategorías antes mencionadas que conforman a la agricultura. Cabe mencionar que fermentación entérica y manejo de estiércol se consideraron con la misma tasa debido a su relación.

Figura 4.59. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Fermentación entérica en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.60. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Siembra de arroz en el Sector Agrícola 2010-2030



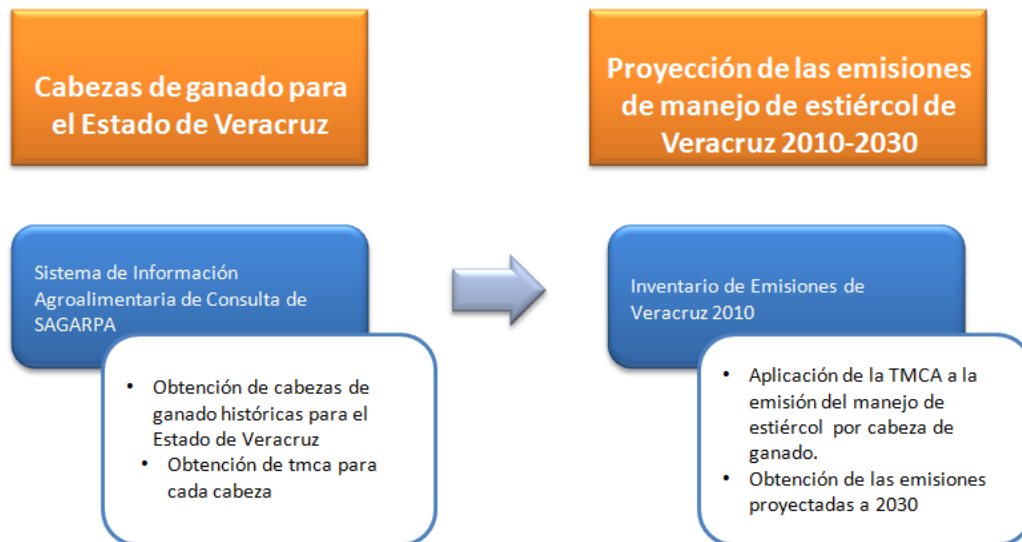
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.61. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por biomasa quemada en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.62. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por manejo de estiércol en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que por falta de información estatal, se considera tomar como referencia la información Nacional para poder proyectar, o bien utilizar tasas de crecimiento de los sectores que generan dichas emisiones, para proyectar las emisiones del 2010-2030. En cuanto a las proyecciones de las emisiones correspondientes a la aplicación de fertilizantes se aplicó la tmca del sector primario del estado de Veracruz, mientras que para incendios forestales se consideró la emisión del 2010 constante, debido a que los incendios forestales no se pueden prever ya que son fenómenos naturales que se salen de control.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las emisiones generadas por las subcategorías de la agricultura de Veracruz para 2010 que en este caso es el año base, y proyectadas al 2030.

Las emisiones de CO₂ eq provenientes de la fermentación entérica disminuyen por que dependen de las proyecciones de las cabezas de ganado y éstas disminuyen proporcionalmente.

**Tabla 4.23 Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e),
aportadas por el sector agrícola**

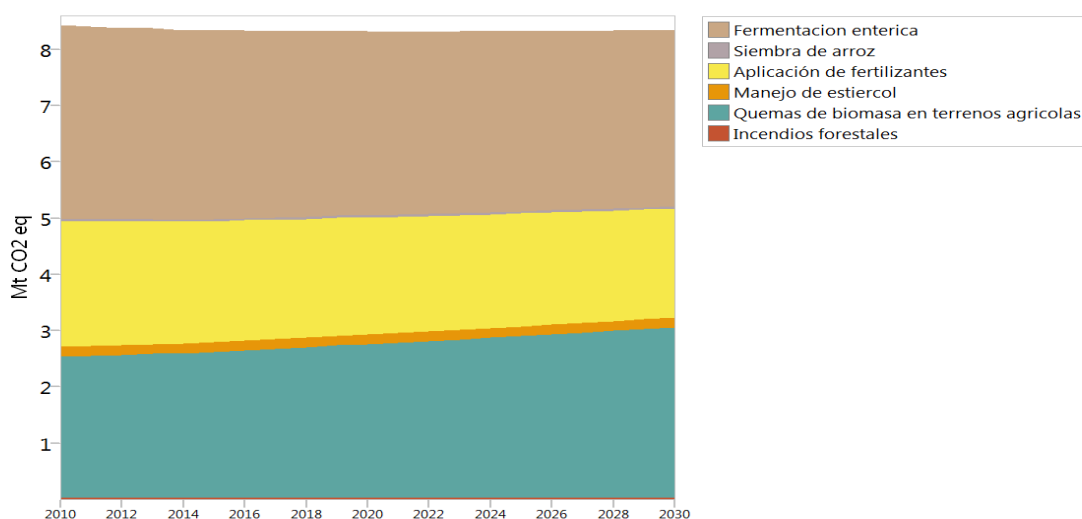
Subcategorías de agricultura	2010	2015	2020	2025	2030
Fermentación entérica	3,441.90	3,352.04	3,270.62	3,199.06	3,139.58
Quemas de biomasa en terrenos agrícolas	2,517.10	2,593.79	2,736.65	2,877.93	3,032.22
Aplicación de fertilizantes	2,232.00	2,154.45	2,079.60	2,007.35	1,937.61
Manejo de estiércol	175.06	173.57	173.03	173.81	176.27
Siembra de arroz	39.43	39.43	39.43	39.43	39.43
Incendios forestales	25.96	25.96	25.96	25.96	25.96
Total	8,431.44	8,339.24	8,325.30	8,323.53	8,351.07

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Con lo que respecta a las emisiones de CO₂ eq provenientes de la aplicación de fertilizantes presentan una disminución, debido a que como se mencionó anteriormente se aplicó la tmca del sector primario para Veracruz esté tiene un comportamiento a la baja.

En la Figura 4.63 se presenta gráficamente las emisiones generadas por las actividades de la agricultura, en la cual se puede ver que la de mayor aportación es la fermentación entérica, seguido de la quema de biomasa.

Figura 4.63. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por las actividades de la agricultura de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones provenientes de actividades industriales

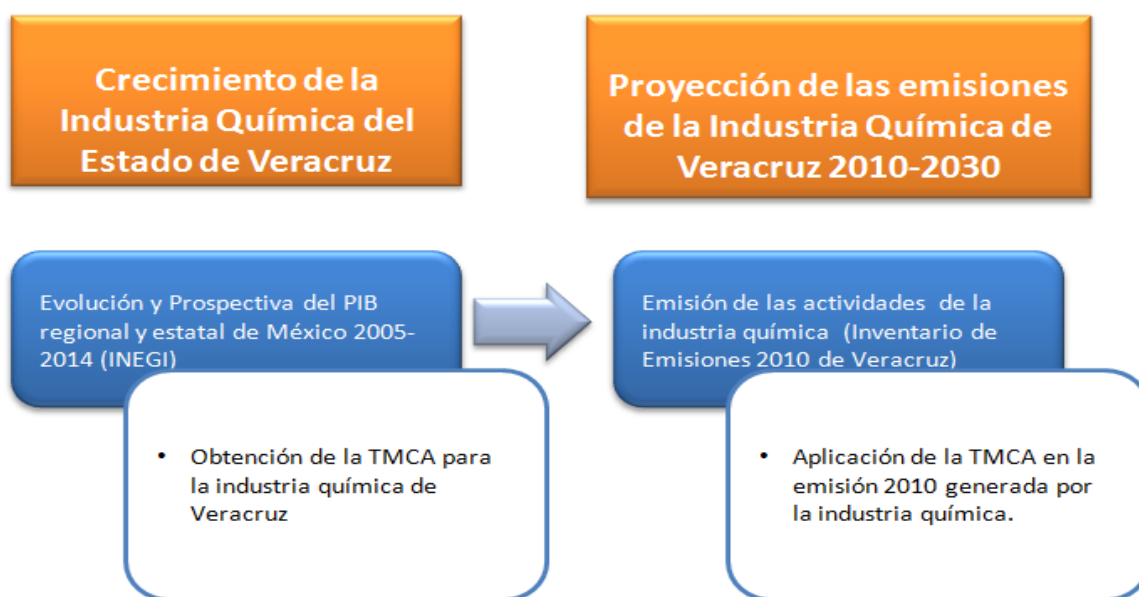
Esta categoría se refiere a las emisiones de GEI, las cuales son producidas por una gran variedad de actividades industriales que no están relacionadas con la energía. Las principales fuentes de emisión son los procesos industriales que transforman materias por métodos químicos o fisicoquímicos.

Por lo anterior esta categoría está conformada por los siguientes procesos industriales:

- Industria Química.
- Producción de Minerales.
- Producción de Cerveza.

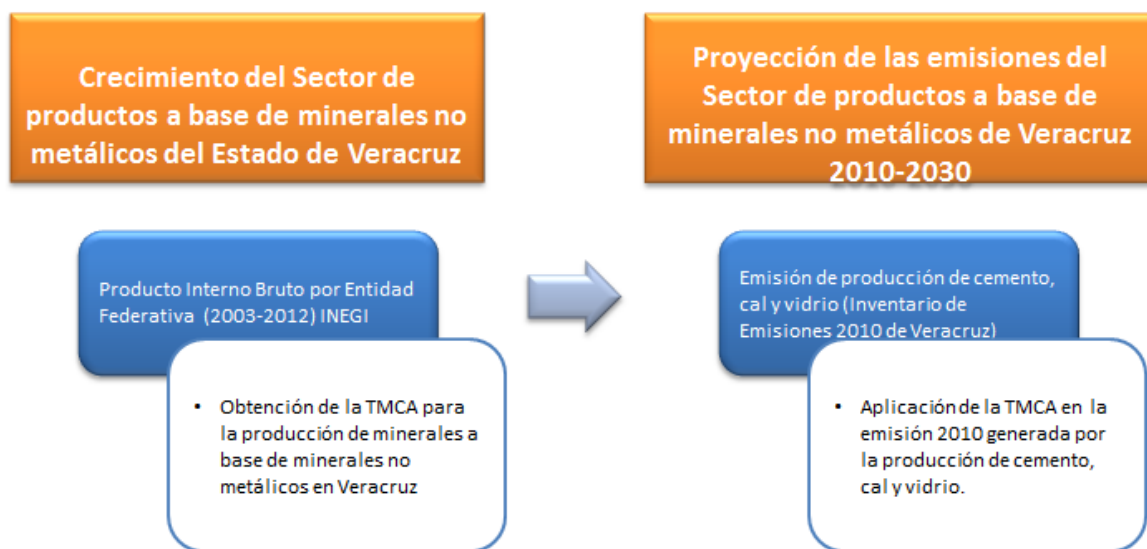
En las Figuras (Figura 4.64, Figura 4.65 y Figura 4.66) se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones 2010-2030, de las emisiones generadas por los procesos industriales antes mencionadas que conforman a la carpeta de industria.

Figura 4.64. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la industria química en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.65. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la producción de cemento, cal y vidrio en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.66. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la producción de cerveza en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que a falta de información, se consideraron tasas de crecimiento de los sectores relacionados a nivel estatal, por ejemplo para el caso de las emisiones por la producción de cemento, vidrio y cal se tomó la tmca del Sector de productos a base de minerales no metálicos del estado de Veracruz, la

cual se tomó de datos de INEGI. Otro ejemplo es el de producción de cerveza, se consideró la tmca de la industria alimenticia del estado.

En la Tabla 4.24 se muestran las emisiones generadas por las subcategorías de la industria de Veracruz para 2010 que en este caso es el año base, y proyectadas al 2030.

Tabla 4.24. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por la industria

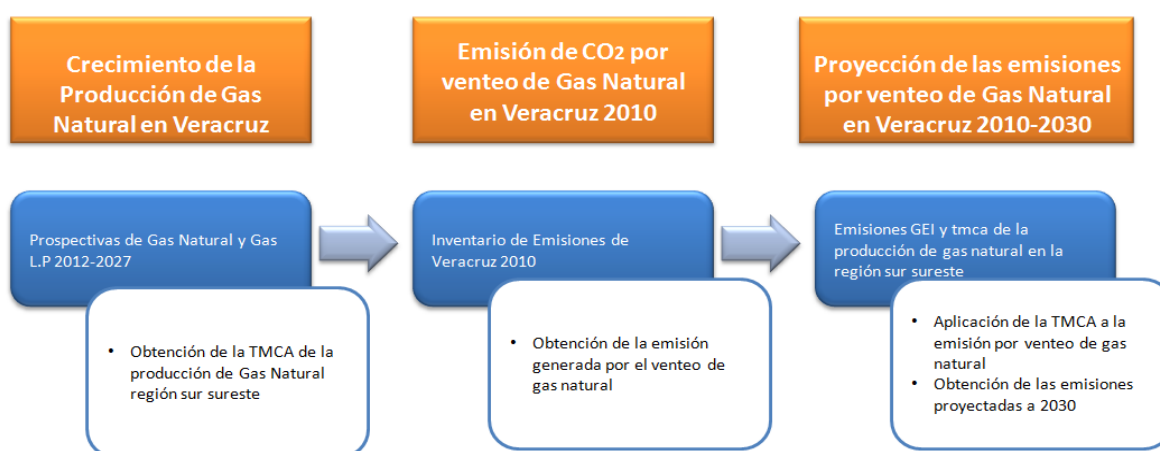
Subcategorías de industria	2010	2015	2020	2025	2030
Industria Química	1,232.90	1,375.96	1,535.63	1,713.82	1,912.69
Cemento	1,456.00	1,420.82	1,386.49	1,352.99	1,320.29
Cal	126.40	123.35	120.37	117.46	114.62
Vidrio	78.00	76.12	74.28	72.48	70.73
Cerveza	5.92	6.00	6.08	6.16	6.24
Total	2,899.22	3,002.24	3,122.83	3,262.90	3,424.57

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones provenientes del venteo y quema de Gas Natural.

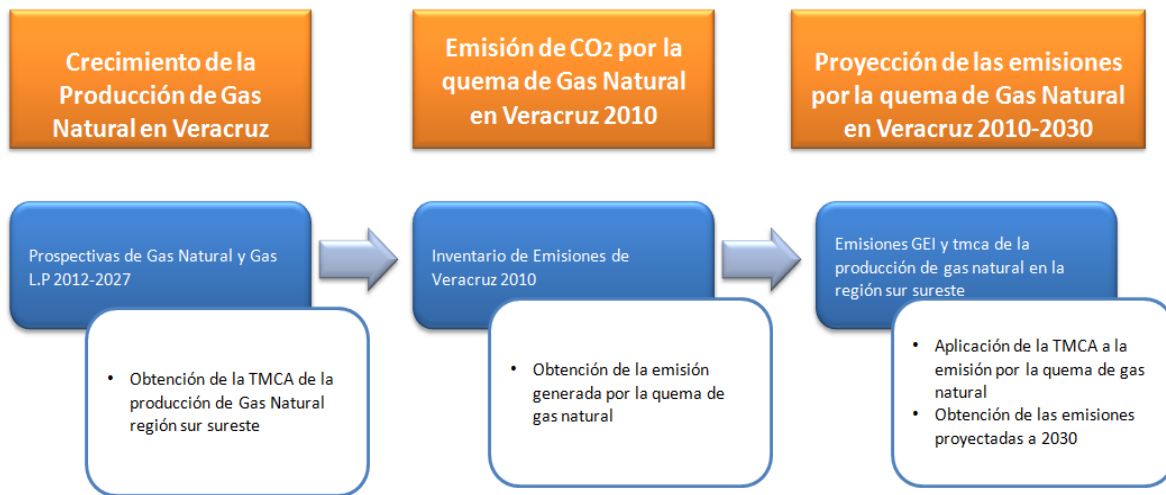
Para la proyección de las emisiones generadas por el venteo y quema de Gas Natural del periodo 2010-2030 para Veracruz, se realizaron las actividades que se describen en las Figura 4.67 y en la Figura 4.68.

Figura 4.67. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por el venteo de Gas Natural en Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.68. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la quema de Gas Natural en Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de venteo y quema de Gas Natural por la relación que tienen estas actividades se tomó la tmca de la producción de Gas Natural, debido a que ahí se llevan a cabo dichas actividades.

En la Tabla 4.25 se presentan las emisiones de GEI generadas por la quema y el venteo de Gas Natural durante el 2010-2030.

Tabla 4.25. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por el venteo y quema de Gas Natural

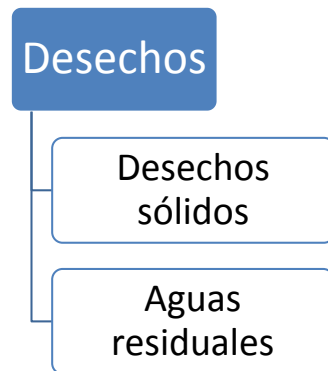
	2010	2015	2020	2025	2030
Venteo y Gas Natural	1,413.80	1,485.92	1,561.71	1,641.38	1,725.10
Quema de Gas Natural	35.13	36.04	37.88	39.81	41.84
Total	1,448.93	1,521.96	1,599.60	1,681.19	1,766.95

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones GEI provenientes de los desechos

Para la parte no energética y de los desechos se tiene la apertura ver Figura 4.69, la cual se consideró para el LEAP.

Figura 4.69. Apertura de la categoría de los desechos



Fuente: Elaboración propia

Proyección de emisiones provenientes de Desechos sólidos

A nivel Nacional las emisiones de CH₄ provenientes de los Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS), son la mayor fuente de emisiones de GEI, como se observa en la Tabla 4.26 para el periodo 1990-2010. Bajo esta consideración y además de que la información que se requiere para estimar el resto de las categorías es muy específica, detallada y está muy limitada en cuanto a su disposición, se determinó estimar únicamente las emisiones de los SEDS en el estado de Veracruz.

Tabla 4.26. Emisiones de CH₄ (Gg/año) por método de eliminación para desechos sólidos 1990-2010

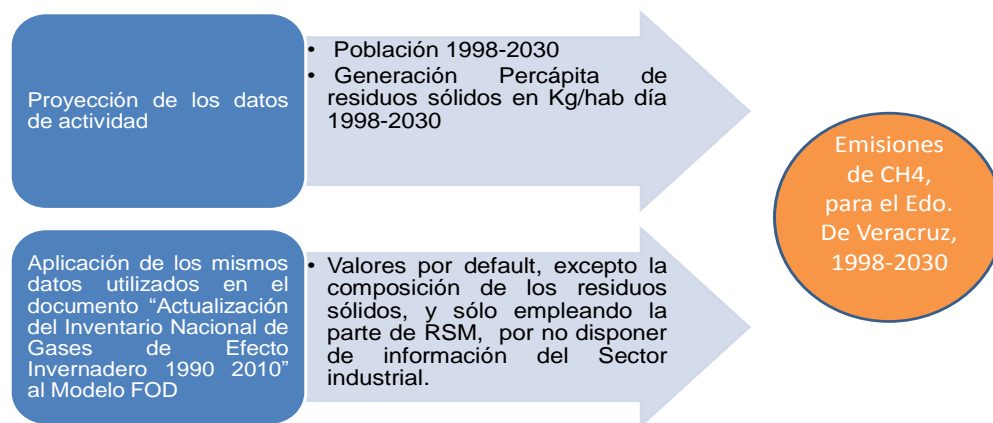
Año	Tratamiento Biológico	Incineración	Incineración a cielo abierto	Disposición Final de Residuos Sólidos
1990	4.88	0.00	12.14	317
1995	5.45	0.00	21.35	308
2000	5.76	0.0975	20.32	508
2005	6.14	0.461	21.61	774
2010	7.17	0.461	23.44	1,053

Fuente: Actualización del Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero 1990-2010, para el sector desechos, INECC.

La estimación de CH₄ provenientes de los SEDS, fue utilizando el Nivel 2 del modelo First Order Decay (FOD) considerado en la metodología del IPCC versión 2006, se requirió información relativa a la cantidad y tipo de desechos sólidos dispuestos en sitios gestionados anaerobios y semiaeróbicos, sitios no gestionados someros y profundos así como en sitios no categorizados, para lo cual se consideraron los mismos supuestos considerados en el numeral 7.2.1 del documento “Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 2010”, para el sector de desechos INECC 2012”.

A continuación en la Figura 4.70 se resume la metodología empleada para el caso de Veracruz.

Figura 4.70. Metodología para la obtención de la proyección de la generación de CH₄ en los SEDS 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

El año inicial 1998 lo determinó la disponibilidad de la información de la generación de residuos sólidos, que inicia en ese año, aunque el modelo FOD requiere información a partir de 1950.

Como primer paso se proyectaron los datos de actividad necesarios que requieren las hojas de cálculo del modelo FOD archivo "IPCC_Waste_Model".

Los datos de actividad proyectados al 2030 fueron:

- ✓ Población para el periodo 1998-2030
- ✓ Generación de residuos sólidos para el periodo 1998-2030
 1. 1998-2001. El primer año con el que se cuenta con información fue 1998 y se obtuvo de los Anuarios estadísticos para los años 1998-2001.
 2. 2001-2012 tomados del Sistema de Información Nacional para la Gestión integral de los residuos http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index_r.html
 3. 2013-2030 se obtuvieron mediante el cálculo de la generación per cápita anual para el periodo 1998-2012 y obteniendo la TCCA per cápita del periodo 1998-2012

Con la TCCA se estimó la generación per cápita (Kg/hab año) para el periodo 2013-2030.

Se alimentan los datos de generación per cápita calculados en el punto anterior la hoja "Activity" del archivo "IPCC_Waste_Model.xls" bajado del IPCC.

Para el siguiente paso fue alimentar las hojas "Parameters", "MCF", "Activity", etc. del Modelo FOD con los mismos supuestos de entrada considerados en el documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 2010", para el sector de desechos INECC 2012".

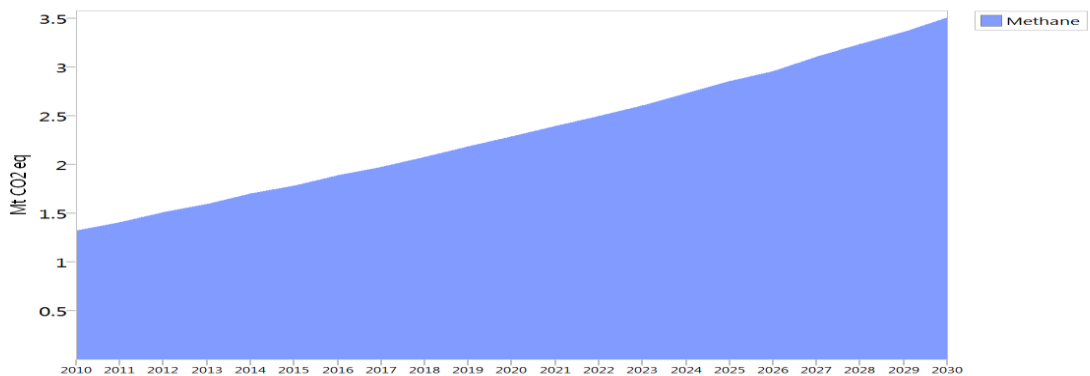
En la Tabla 4.27 se muestran las emisiones generadas por la disposición en SEDS de los desechos sólidos generados en Veracruz para el periodo 2010 – 2030, mientras que en la Figura 4.71 se presentan gráficamente.

Tabla 4.27. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por desechos sólidos

	2010	2015	2020	2025	2030
Desechos sólidos	1,323	1,785	2,289	2,856	3,507

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.71. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por el sector desechos sólidos.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Proyección de emisiones provenientes de aguas residuales

Esta categoría está integrada por las emisiones generadas por:

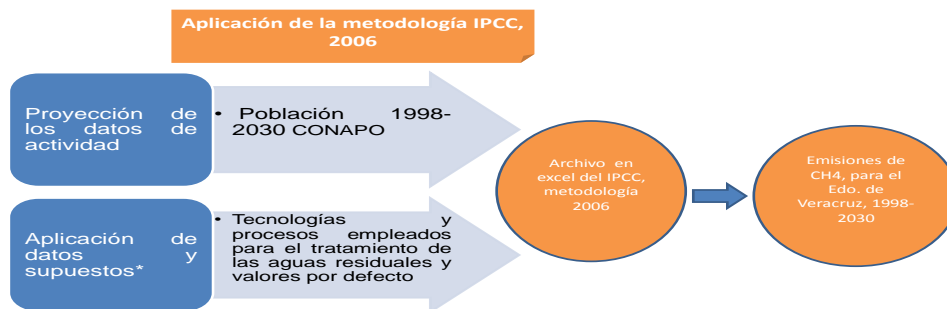
- Aguas municipales
- Aguas industriales

A continuación se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de las emisiones de aguas residuales para el periodo 2010-2030.

Aguas municipales

En la Figura 4.72 se describe brevemente la metodología para obtener la proyección de las emisiones de aguas municipales de Veracruz.

Figura 4.72. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030



* utilizados en el documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010" al Modelo FOD

Fuente: Elaboración propia

La estimación de las emisiones de CH₄ generadas por aguas residuales municipales fue utilizando la metodología del IPCC 2006, la cual facilita la estimación con un archivo de Excel "4d hojas Domestic Wastewater" que contiene 3 hojas de cálculo. Para su aplicación se requirió el dato de población proyectado hasta 2030, así como las tecnologías y procesos empleados para el tratamiento de las aguas residuales y valores por defecto, los cuales fueron tomados del cuadro 6.3 del documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010", para el sector de desechos INECC 2012".

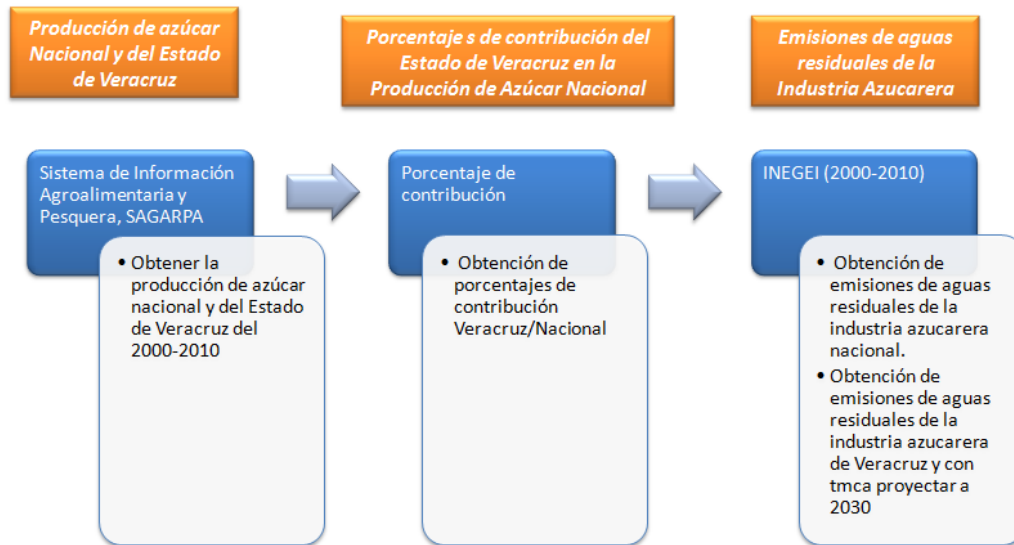
Respecto a las emisiones de N₂O generadas por aguas residuales municipales se utilizó la metodología del IPCC 2006, la cual facilita la estimación con un archivo de Excel que contiene 2 hojas de cálculo. Para su aplicación se requirieron datos de actividad como el dato de población proyectado hasta 2030, consumo de per cápita de carne, el grado de utilización de las plantas grandes, el factor de ajuste para la proteína no consumida y el factor que considera las descargas de nitrógeno industrial. De estos datos solo la población fue tomada de las proyecciones de CONAPO para el estado de Veracruz, el resto de datos fueron los que se consideraron en el cuadro 6.11 del documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010", para el sector de desechos INECC 2012".

Aguas industriales

Con información específica del sector industria azucarera, industria cervecera, industria petrolera y para aguas residuales no tratadas en el estado de Veracruz para el periodo 2005-2010. Se obtiene la fracción Dato específico/Dato Nacional y se calculan las emisiones con esta proporción partiendo del INEGI, se proyecta con TCMA del PIB propios de cada uno de los sectores mencionados"

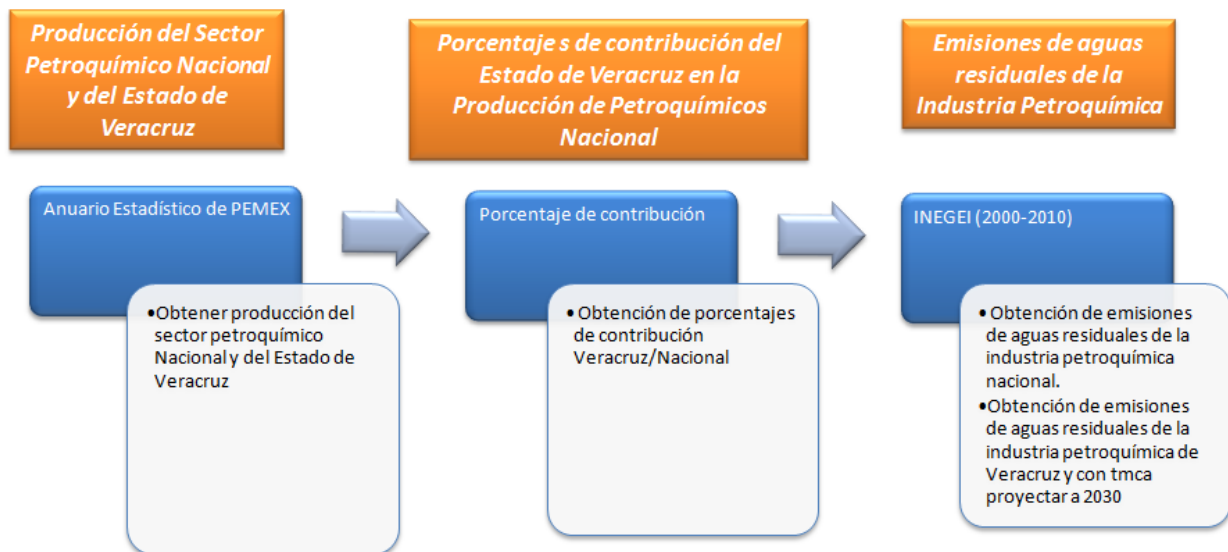
En las Figuras (Figura 4.73, Figura 4.74, Figura 4.75, Figura 4.76, Figura 4.77 y Figura 4.78) se describe la metodología empleada para la determinación de la producción en cada uno de los tres sectores industriales.

Figura 4.73. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria azucarera de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.74. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria petroquímica de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

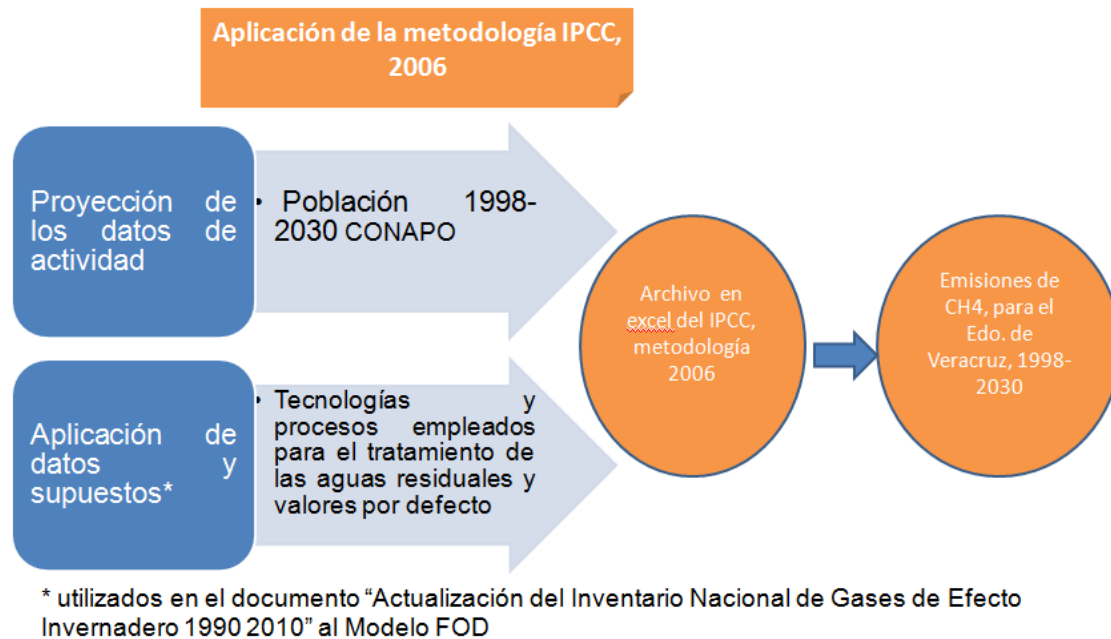
Figura 4.75. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria cervecera de Veracruz, 2010-2030



Figura 4.76. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales industriales sin tratamiento en Veracruz, 2010-2030

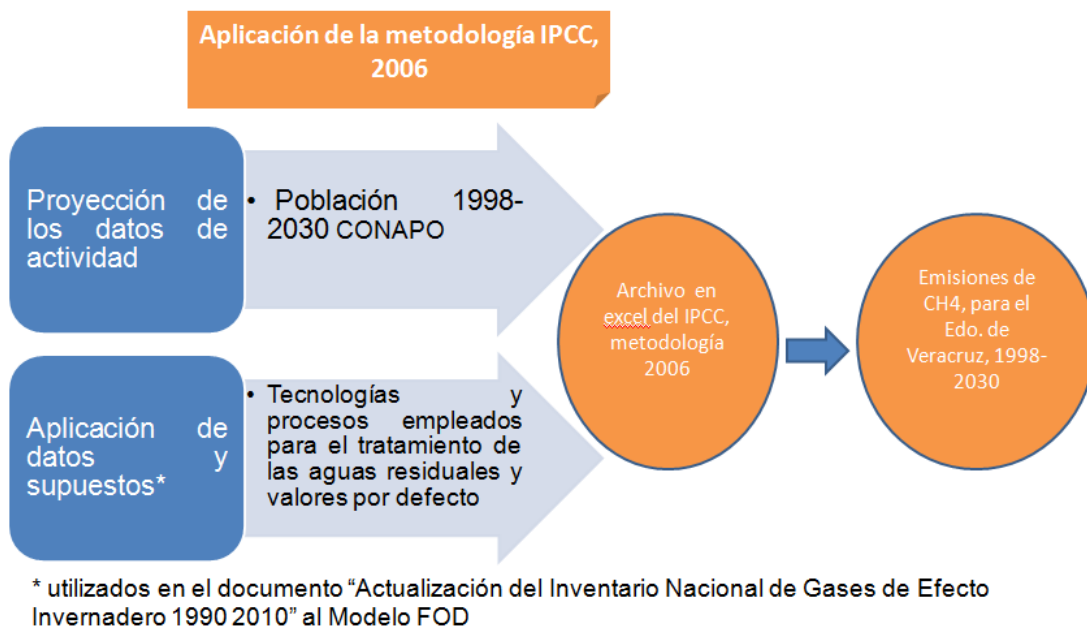


Figura 4.77. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.78. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones aguas industriales en el Sector desechos de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

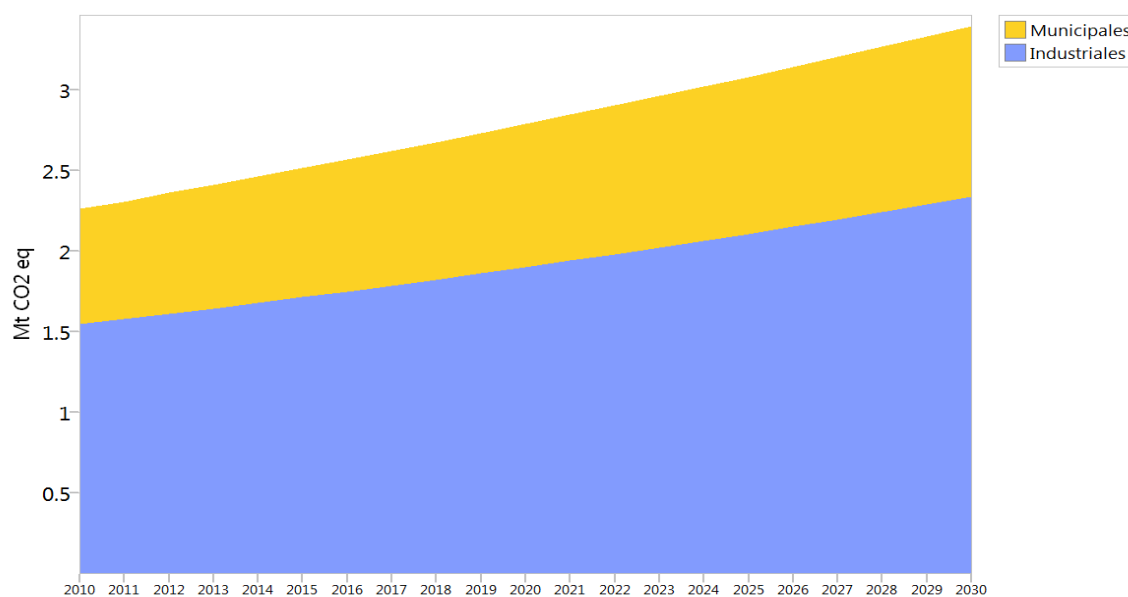
En la Tabla 4.28 se presentan las emisiones GEI aportadas por aguas residuales, y se puede observar que las aguas provenientes de la industria aporta un 68% de las emisiones GEI provenientes del tratamiento de las aguas residuales. En la Figura 4.79 se presentan gráficamente el comportamiento de los dos tipos de tratamientos.

Tabla 4.28. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por aguas residuales

Tratamiento de aguas residuales	2010	2015	2020	2025	2030
Municipales	715.29	801.55	887.68	973.92	1,058.43
Industriales	1,545.91	1,714.15	1,900.78	2,107.82	2,337.49
Total	2,261.20	2,515.70	2,788.46	3,081.74	3,395.92

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Figura 4.79. Proyección de las emisiones de CO₂ eq aportadas por aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4.3 Resumen de emisiones de la Línea Base

La línea base o escenario tendencial para el estado de Veracruz 2010-2030, representa las emisiones de GEI que el estado de Veracruz generará

considerando un escenario de crecimiento tendencial de los sectores que aportan emisiones de GEI, por el desarrollo de sus actividades y sin considerar la implementación de medidas de mitigación.

Considerando lo anterior y con el trabajo desarrollado y descrito en los capítulos anteriores, la línea base para el estado de Veracruz inicia en 2010 con 61 Mt CO₂e, se incrementa en 2015 a 69 Mt CO₂e y finalmente en 2030 a 83 Mt CO₂e.

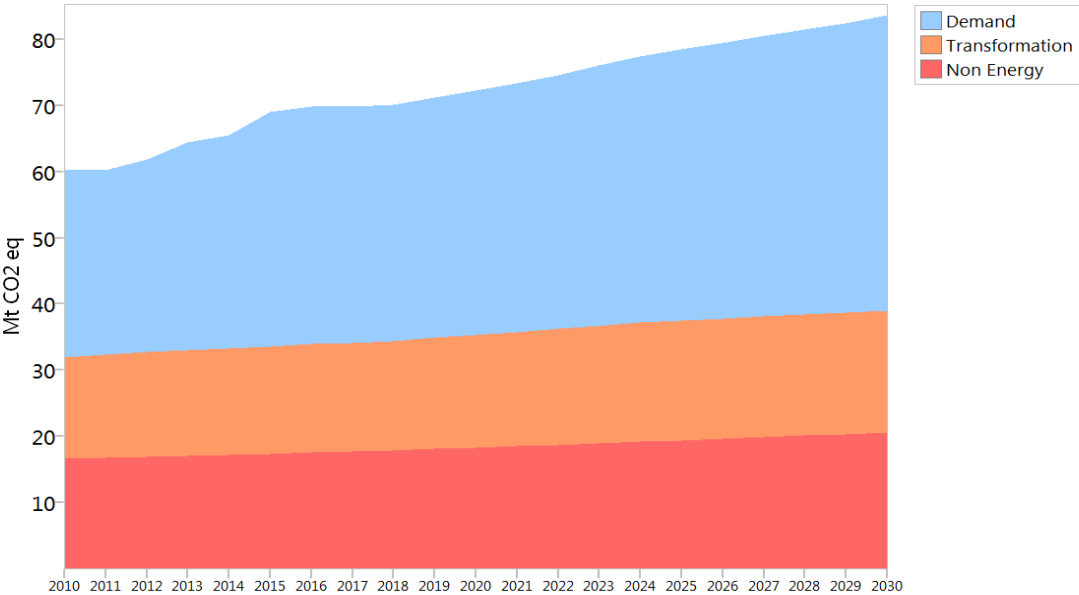
Tabla 4.29. Millones de toneladas de CO₂e

Sector	2010	2015	2020	2025	2030
Demanda	28.44	35.49	36.9	40.9	44.58
Transformación	15.29	16.19	16.98	18.16	18.4
No Energético	16.61	17.39	18.32	19.38	20.61
Total	60.34	69.06	72.21	78.44	83.58

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Se puede identificar que el sector demanda tiene la mayor contribución de CO₂e, seguido por el sector transformación y en tercer lugar se encuentra el de transformación, tal como se muestra en la Figura 4.80.

Figura 4.80. Proyección de las emisiones de CO₂ eq por la línea base.

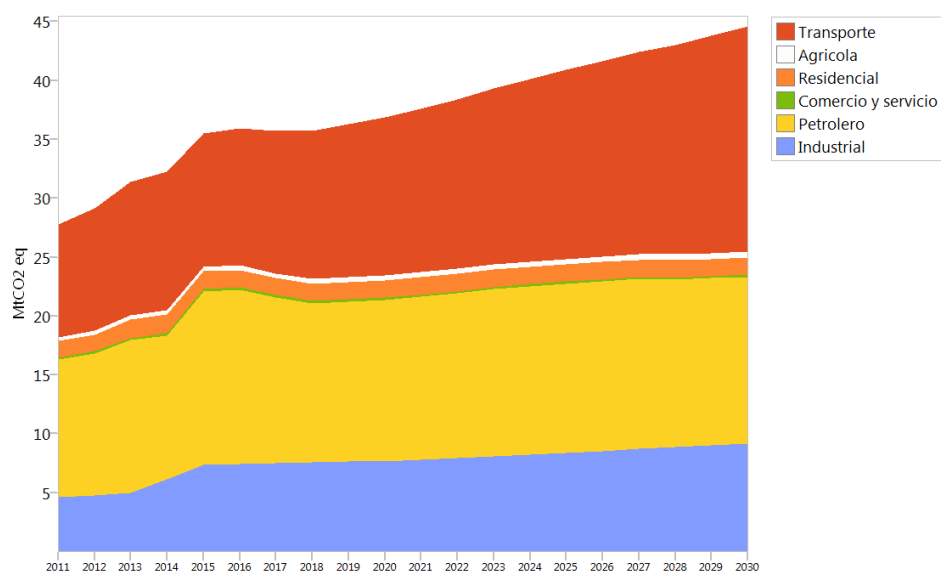


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Demanda

En este sector podemos identificar que las tres ramas que contribuyen con más emisiones de CO₂e son la industria petrolera, el transporte y el sector industrial, como se puede ver en la Figura 4.81.

Figura 4.81. Proyección de las emisiones de CO₂ eq generadas por la demanda energética.

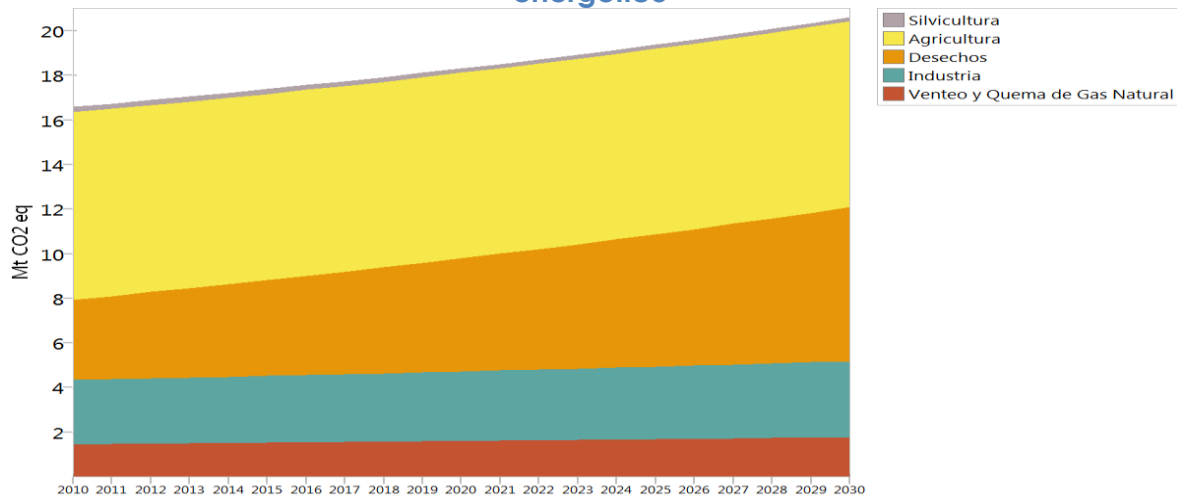


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

No energético

Las tres ramas con mayor contribución de emisiones de CO₂e, son la agricultura, los desechos y la industria, como se puede ver en la Figura 4.82.

Figura 4.82. Proyección de las emisiones de CO₂ eq generadas por el sector no energético

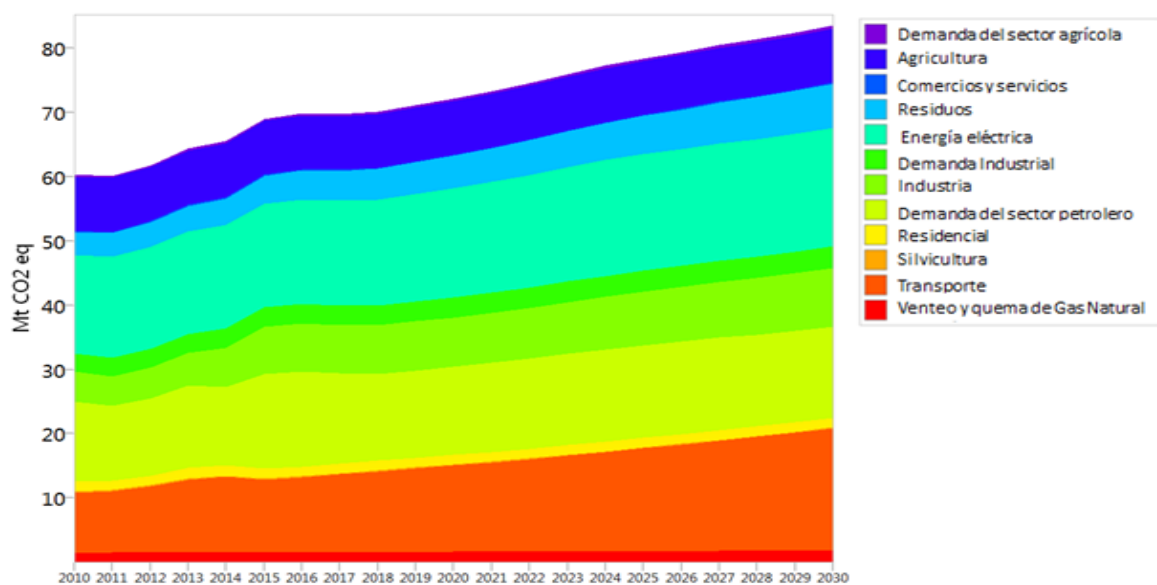


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Principales ramas emisoras de CO₂e

Desde el punto de vista de contribución de CO₂e, las principales ramas que tienen las mayores emisiones son el transporte, la industria petrolera la generación de energía eléctrica y el sector industrial, como se puede ver en la Figura 4.83.

Figura 4.83. Proyección de las emisiones de CO₂ eq generadas por las principales ramas.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

5. Escenarios de mitigación y clasificación de medidas

A fin de presentar dos escenarios relacionados a la planeación oficial programada y al potencial teórico de mitigación se enumeran los siguientes dos escenarios consistentes con la propia planeación federal y estatal aplicables al estado de Veracruz así como con las opciones descritas en el análisis de curva de costos de abatimiento de mitigación de México (Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost---curve and Project portfolio, INECC, 2013):

Escenario (1) de mitigación esperada: Considera las acciones que ya tiene el Estado o que han sido ya contempladas por la federación en algún programa oficial (i.e. Programa Especial de Cambio Climático, PECC 2014-2018 y Programas de inversión del sector eléctrico (POISE, 2012) y del sector petrolero). Las 14 medidas que se consideran en el escenario 1 corresponden a los principales 6 sectores responsables de las emisiones de GEI en el estado de Veracruz, conforme se desglosan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5.1 Relación de medidas de mitigación de GEI en Veracruz programadas para el periodo 2012-2030

Sector - medidas			Alcance
Energía	Generación de energía eléctrica (transformación de energía primaria):	1a Introducción de minihidro-eléctricas	Generación de energía eléctrica por medio de hidroeléctrica de 174 MW en el 2022 mediante 2 proyectos integrales de Centrales minihidroelectricas <ul style="list-style-type: none"> En 2022 se instalará el Sistema Xúchiles con una capacidad de 54 MW y el Sistema Pescados con una capacidad de 120 MW
		1b Ampliación de generación nuclear	Ampliación de la generación de energía nucleoelectrica y desplazamiento de la generación asociada a combustóleo <ul style="list-style-type: none"> En 2026 se ampliará el Sistema Oriental I y II con una capacidad de 1,400 MW y en 2027 el Sistema Oriental III y IV con una capacidad de 1,400 MW
Energía Secundaria	Transporte	2a- Incentivar el transporte público mediante un tranvía	Introducir nuevas modalidades de transporte público, ante la tradicional oferta de camiones viejos, destartalados y contaminantes que saturan vialidades de Boca del Río. <ul style="list-style-type: none"> Construcción y operación del Tranvía en Boca del Río a partir del año 2015

Sectores no energéticos	Residencial	2b Programa de Verificación Vehicular	<p>Se mejorará las condiciones de mecánicas del parque vehicular en circulación para que funcione de manera adecuada y se disminuyan las emisiones de GEI.</p> <ul style="list-style-type: none"> Para el 2016 se pretende verificar el 40% del parque vehicular del estado de Veracruz
		3 Uso Residencial de Leña	<p>Reducción de CO2e por la disminución del consumo de leña debida a la mejora de la combustión</p> <ul style="list-style-type: none"> El DIF instalará 3 mil estufas ecológicas las cuales consumen 80% menos de leña que los fogones convencionales a partir del 2012 y concluyendo en 2016
		4a Cogeneración en centro de procesos de PEMEX	<p>Implementar plantas de cogeneración en los centros de procesos de PEMEX Cangrejera (Fase I y Fase II) en Minatitlán</p> <ul style="list-style-type: none"> El potencial técnico de cogeneración para Cangrejera Fase I y Fase II en 340 MW y para Minatitlán II en 30 MW.
	Industrial	4b Cogeneración en Industria Química	<p>Generar electricidad aprovechando la energía térmica de los gases de combustión para la generación de electricidad</p> <ul style="list-style-type: none"> La Destiladora del Golfo y la de Papaloapan aprovecharán la energía térmica proveniente de los gases de combustión para generar energía eléctrica, la cual utilizarán para las instalaciones de las plantas respectivas.
		4c Cogeneración en Industria Azucarera	<p>Reducción de emisiones GEI por la reducción en la demanda de combustibles fósiles en ingenios azucareros en Diesel , Gas LP, Gas Natural y Combustóleo</p> <ul style="list-style-type: none"> Para el 2012 se reducirá el 1%. Para el 2013 se reducirá el 5%.
	Residuos	5a Eficiencia operativas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	<p>Reducción de las emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales municipales, por mayor eficiencia operativa</p> <ul style="list-style-type: none"> Incrementar la eficiencia operativa de tratamiento de agua del 70% al 100% en las plantas actuales.
		5a Implementación de un relleno sanitario	<p>Instalar un relleno sanitario para controlar las emisiones de GEI generados por los residuos, así como recuperar estas emisiones para generar energía eléctrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al estado de Veracruz se recuperará los gases generados por los residuos sólidos urbanos, por medio de un relleno sanitario que se localizará en el municipio de Poza Rica Veracruz, dichos gases serán utilizados para la generación de electricidad.

	Agricultura	6a Gestión de tierras de pastoreo	Reducción de CO2e por manejo de pasto <ul style="list-style-type: none"> Integrar a la actividad ganadera esquemas silvopastoriles que contemplen plantas útiles nativas que mitiguen el cambio climático.
		6b Reforestación	Incrementar la biomasa vegetal para la captura de CO2 y producción de oxígeno.
		6c Reducción de quemas pre-cosecha en la zafra	Considerando un análisis de sensibilidad en la que se promueve la mecanización de la cosecha en verde de la caña de azúcar <ul style="list-style-type: none"> Aumento de área mecanizada al 20% en el 2020 y al 30% en el 2030, con lo cual se reduce la superficie donde se quema la caña de azúcar.
		6d Manejo de excretas de ganado bovino y porcino	Manejo de excretas del ganado, mediante la implementación de biodigestores y el aprovechamiento de energía en las granjas porcícolas y criaderos de bovino (carne y leche).
			Reducción de las emisiones procedentes de los procesos de fermentación entérica del ganado mediante la mejora en la dieta del ganado.

A fin de poder comparar los escenarios de mitigación con la Línea Base, se mantiene una secuencia de opciones de mitigación ordenadas con base en los principales sectores de demanda energética (Transporte, Agrícola, Industrial, Residencial, Comercio y Servicio y Petrolero) así como 5 sectores adicionales considerados como no energéticos (Silvicultura, Agricultura, Desechos, Industria y Venteo y quema de gas natural). Esta secuencia es consistente con los sectores considerados en el Inventario estatal de GEI así como con la Línea Base y su modelación en la herramienta LEAP. El escenario 1 se refleja en las siguientes gráficas que resumen la reducción de emisiones asociadas a las medidas de mitigación en escenario así como los escenarios de reducción de emisiones en comparación a la Línea Base.

Figura 5.1. Reducción de emisiones en Kt CO₂e en las 14 medidas del escenario 1 de mitigación esperada

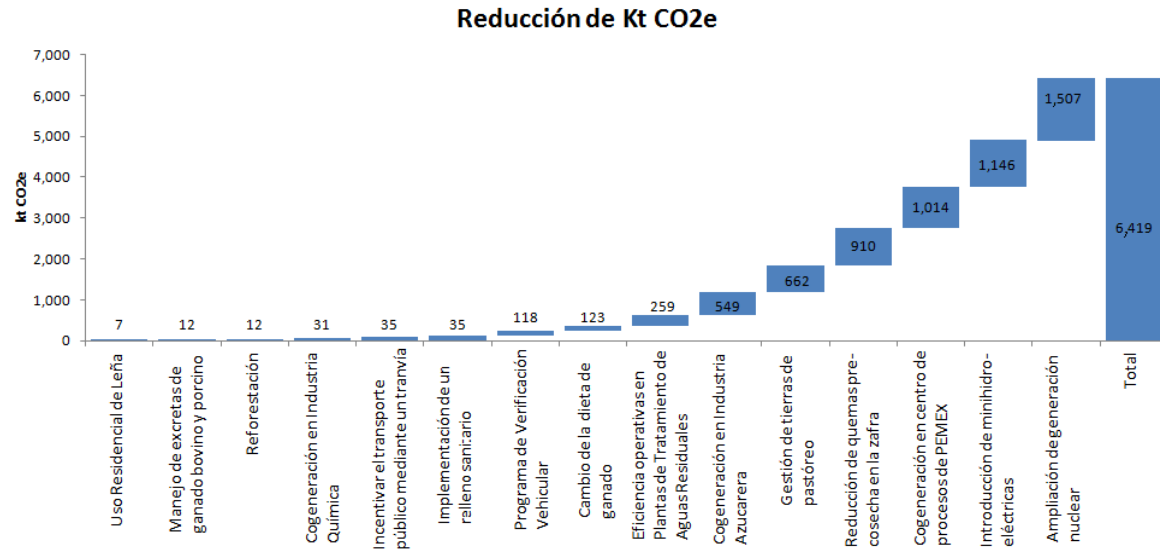
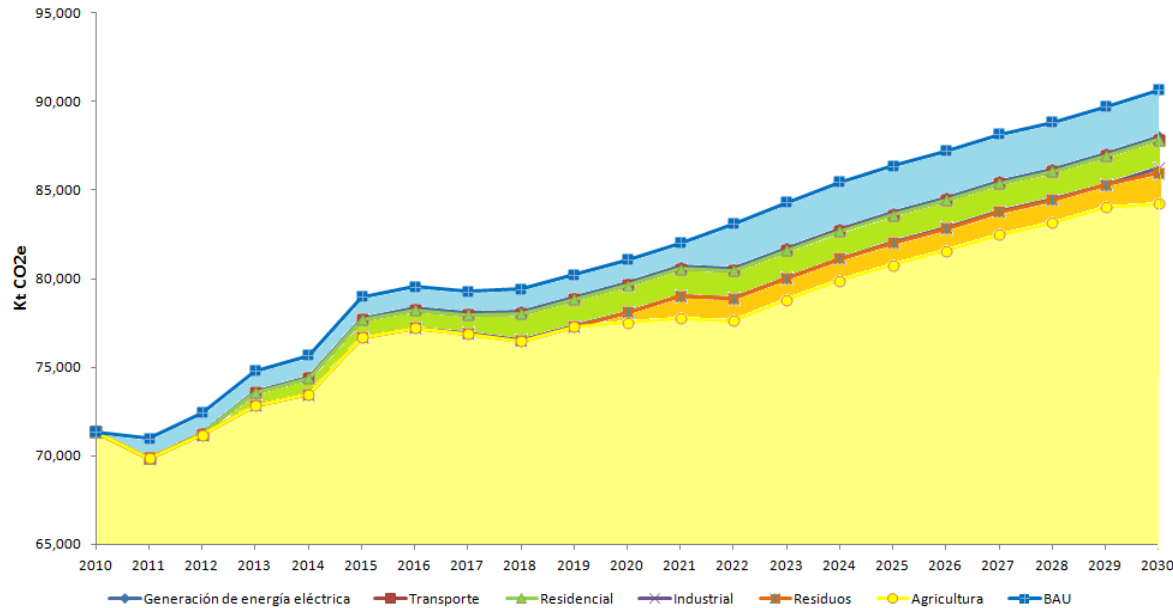


Figura 5.2 Línea Base (BAU) y líneas de emisiones en Kt CO₂e de escenarios de reducción de emisiones por sector.



Escenario (2) de potencial teórico de mitigación: A fin de reflejar un escenario de "potencial teórico" se han seleccionado 7 medidas adicionales para conformar un escenario de mitigación que contempla reducciones adicionales asociadas a la implementación de dichas medidas. Con base en la revisión de la curva de costos y la selección de medidas aplicables de acuerdo a tecnologías que se pueden utilizar para reducir emisiones en el estado de Veracruz, en este escenario se sumaran las acciones que se puedan llevar a cabo además de las consideradas en el escenario 1 y que tendrían costos negativos. La selección de medidas se describe en el Anexo. Proceso de análisis y selección de medidas a incluirse en el Escenario (2) de potencial teórico de mitigación. Dicho análisis parte de la información del INECC en relación a la curva de costos de mitigación de programas contemplados por la federación y a los informes administrativos elaborados por la SEDEMA Veracruz en relación a las Agendas sectoriales de acción climática.

Las medidas de los escenarios se describen en una "FICHA resumen" que describe los alcances y supuestos de las medidas. Estas fichas, resumen las metodologías utilizadas y referencias relacionadas a la estimación de reducciones de emisiones GEI. En relación a las medidas de los sectores energéticos se realizó también una modelación en Leap, sin embargo los cálculos por concepto de energía endógena se omiten a fin de mantener comparabilidad con la Línea Base y que la reducción de emisiones pueda calcularse con los volúmenes de emisiones estimadas en dicha Línea referida como tendencial en LEAP. Al respecto debe recordarse que esta Línea base corresponde a los propios supuestos de las Perspectivas de Petróleo y petrolíferos así como de las Perspectivas de gas natural y GLP (2013-2027) publicadas por la SENER

Tabla 5.2 Medidas adicionales de potencial de mitigación

Medidas		
Energía	Distribución y transmisión	7a Reducción de las pérdidas por distribución y transmisión
	Aprovechamiento de Gas Natural	7b Aprovechamiento del gas en el campo tres hermanos perteneciente al Activo integral Poza Rica-Altamira
Transporte	Transferencia entre modalidades de transporte público	7c Construcción de un sistema de transporte tipo BRT en Boca del Río Veracruz. Se construirá en el 2018 una línea de transporte BRT con una distancia aproximada de 19.31 Km
	Eficiencia vehículos LDV y HDV	7d Eficiencia de vehículos, políticas de chatarrización, y eficiencia en transporte de carga
Agricultura	Labranza y cosecha en verde	7e Adquisición de maquinaria para labranza y cosecha en verde, así como práctica de conservación de suelos.
	Manejo de nutrientes de tierras agrícolas	Manejo en el uso de nutrientes, para reducir su consumo.

El potencial de mitigación con las medidas enlistadas alcanza reducciones de hasta 16,793 Kt de CO₂e, según se desglosa en las siguientes figuras:

Figura 5.3 Reducción de emisiones en Kt CO₂e en las 7 medidas del escenario 2 de potencial teórico de mitigación

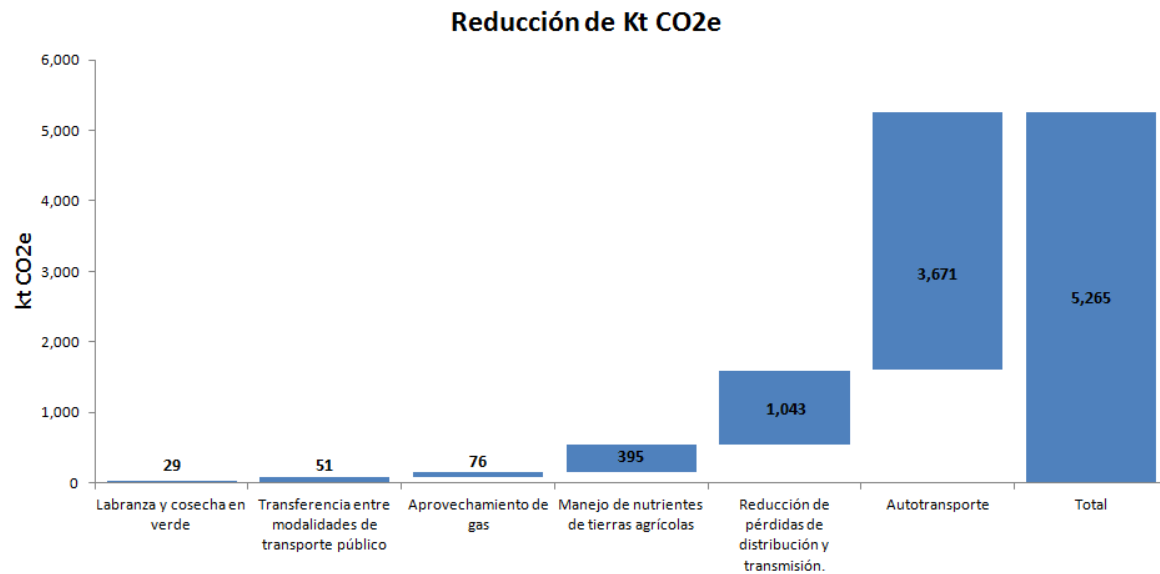
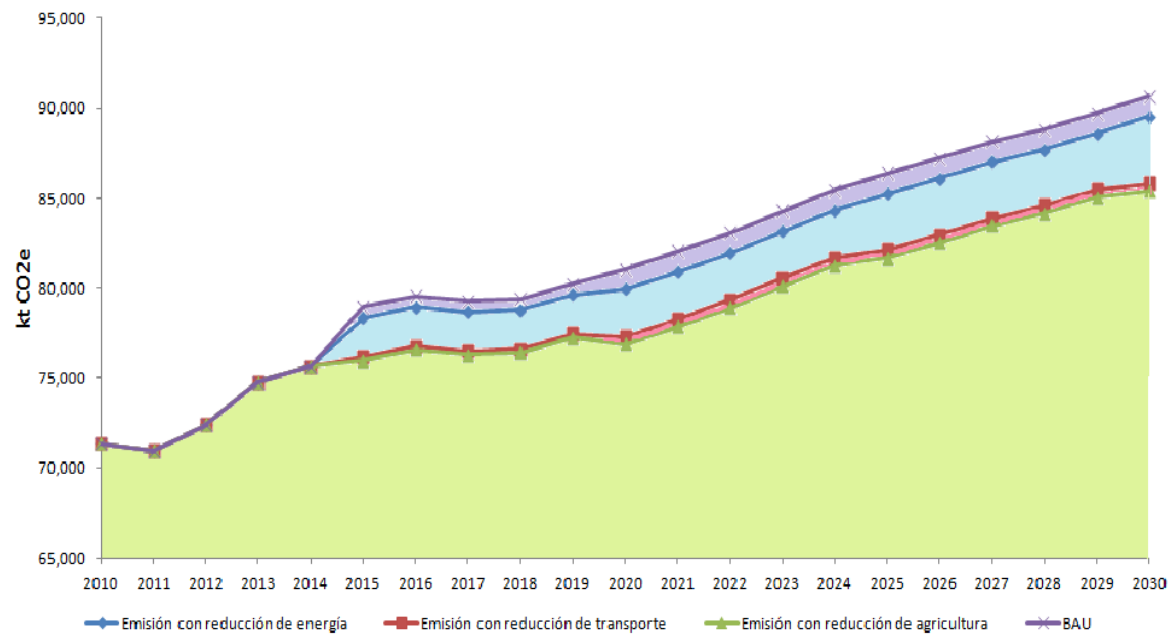


Figura 5.4 Línea Base (BAU) y líneas de emisiones en Kt CO₂e de escenarios de reducción de emisiones en escenario 2.



5.1 Generación de energía eléctrica (transformación de energía primaria)

5.1.1 1a Energía Hidroeléctrica

Sector: Generación de electricidad		
1. Información General		
Categoría:	Energías renovables: Hidroeléctricas	
Descripción:	Emisiones de GEI asociadas a la generación de electricidad mediante combustibles fósiles (combustóleo)	
2. Método de estimación de línea base		
Método	LEAP	
Año base de estimación	2010	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	LEAP mediante cálculo interno	
3. Información para la estimación de emisiones		Referencia
Datos de actividad	<p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por la transmisión y distribución de electricidad generada en un año:18%</p> <p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por transmisión y distribución de electricidad para el año a proyectar: 8%</p> <p>Capacidad instalada (MW) para cada tipo de central (Exogenous Capacity)</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 1,365 MWGas Natural 2,588 MWTurbogas 163 MWCombustóleo 2,100 MWDiesel 52.8 MW <p>Eficiencia térmica (%) para cada tipo de central (Process efficiency): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 34%Gas Natural 50%Combustóleo 35%Diesel 35% <p>Orden de Merito de Despacho "Merit Order" (Es el orden de despacho de cada central y pueden que sea base o pico): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 1	<p>CFE, 2013.</p> <p>SENER, 2013.</p> <p>Archivo LEAP</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Natural 1 • Combustóleo 2 • Diesel 1 <p>Máxima disponibilidad (%), esta es la disponibilidad que tiene cada central para suministrar la electricidad: Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 92% • Gas Natural 80% • Combustóleo 80% • Diesel 100% <p>Primer año de la simulación: 2011</p>	
--	--	--

4. Consideraciones y supuestos

AÑO BASE Y PROYECCIONES

Generación de Energía eléctrica y emisiones de CO₂e

Tecnología		2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	MMWH	10.22	11.43	12.48	14.05	14.37
	Kt	7,655.93	8,555.33	9,346.31	10,524.21	10,761.71
	CO ₂ e					
Nucleoeléctrica		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Natural Gas	MMWH	18.13	18.13	18.13	18.14	18.14
	Kt	7,286.63	7,288.37	7,290.07	7,290.87	7,290.92
	CO ₂ e					
Diesel	MMWH	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	Kt	346.13	346.22	346.3	346.33	346.34
	CO ₂ e					
Total	MMWH	39.81	41.02	42.08	43.65	43.97
	Kt	15,288.7	16,189.92	16,982.67	18,161.41	18,398.97
	CO ₂ e					

Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310

La generación de electricidad al 2030 fue calculada mediante LEAP a partir de los supuestos e información antes mencionada.

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	Reducción de CO ₂ e por sustitución de la producción de energía eléctrica mediante combustóleo por energía Hidroeléctrica.	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Capacidad hidroeléctrica total (MW) 174, año de implementación 2022	CFE, 2013
Factor de emisión:	IPCC, 2006 utilizando el modelo LEAP	

Consideraciones importantes:

- En 2022 se instalarán y se pondrán en operación el Sistema Xúchiles con una capacidad de 54 MW y el Sistema Pescados con una capacidad de 120 MW.
- La Generación de energía eléctrica no genera emisiones.
- Se disminuirá la producción de energía eléctrica por combustóleo
- Con los datos mencionados y alimentando al LEAP se obtienen los siguientes resultados.

Generación de Energía eléctrica y emisiones de CO₂e con las Centrales minihidroeléctricas

Tecnología		2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	MMWH	10.22	11.43	12.48	12.52	12.84
	Kt CO ₂ e	7,655.93	8,555.33	9,346.31	9,378.16	9,615.89
Nucleoeléctrica	MMWH	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Hidroeléctrica	MMWH	0.00	0.00	1.53	1.53	1.53
Natural Gas	MMWH	18.13	18.13	18.13	18.14	18.14
	Kt CO ₂ e	7,286.63	7,288.37	7,290.07	7,290.87	7,290.92
Diesel	MMWH	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	Kt CO ₂ e	346.13	346.22	346.30	346.33	346.34
Total	MMWH	39.81	41.02	42.07	43.65	43.97
	Kt CO ₂ e	15,288.69	16,189.92	16,982.68	17,015.36	17,253.15

Las reducciones obtenidas serán

	2010	2015	2020	2025	2030
Kt CO ₂ e	0.00	0.00	0.00	1,146.05	1,145.82

6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Precisión por parte de CFE de los años de inicio y finalización de los proyectos.
- Definición por parte de la CFE de que tecnologías de producción de energía eléctrica serán sustituidas por año, con la puesta en marcha de la medida de mitigación, o en su caso confirmar se desplaza la energía proveniente de combustóleo.

7. Referencias completas

- IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Chapter 2: Stationary Combustion
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf.
- CFE, 2013, Programa de Obras e inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 (POISE), pág 1-23.
- SENER, 2013, Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027, 2013 (Pag. 149)
- Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310
- Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026
- Archivo LEAP "INECC Línea Base Comparacion "

5.1.2 1b Ampliación de generación nuclear

Sector: Generación de energía		
1. Información General		
Categoría:	Transformación	
Descripción:	Emisiones de GEI provenientes de la generación de energía eléctrica producida con combustóleo	
2. Método de estimación de línea base		
Método	LEAP	
Año base de estimación	2010	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	LEAP mediante cálculo interno	
3. Información para la estimación de emisiones		Referencias
Datos de actividad	<p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por la transmisión y distribución de electricidad generada en un año:18%</p> <p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por transmisión y distribución de electricidad para el año a proyectar: 8%</p> <p>Capacidad instalada (MW) para cada tipo de central (Exogenous Capacity)</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 1,365 MWGas Natural (452+1973) 2,588 MWTurbogas 163 MWCombustóleo 2,100 MWDiesel 52.8 MW <p>Eficiencia térmica (%) para cada tipo de central (Process efficiency): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 34%Gas Natural 50%Combustóleo 35%Diesel 35% <p>Orden de Merito de Despacho "Merit Order" (Es el orden de despacho de cada central y pueden que sea base o pico): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 1Gas Natural 1	<p>CFE, 2013. Pág.1-23</p> <p>SENER, 2013. Pág. 149</p> <p>Archivo LEAP</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Combustóleo 2 • Diesel 1 <p>Máxima disponibilidad (%), esta es la disponibilidad que tiene cada central para suministrar la electricidad: Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 92% • Gas Natural 80% • Combustóleo 80% • Diesel 100% <p>Fijar el primer año de la simulación: 2011</p>	
--	--	--

4. Consideraciones y supuestos

AÑO BASE Y PROYECCIONES

Generación de Energía eléctrica y emisiones de CO₂e

Tecnología		2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	MMWH	10.22	11.43	12.48	14.05	14.37
	Kt CO ₂ e	7,655.93	8,555.33	9,346.31	10,524.21	10,761.71
Nucleoeléctrica		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Natural Gas	MMWH	18.13	18.13	18.13	18.14	18.14
	Kt CO ₂ e	7,286.63	7,288.37	7,290.07	7,290.87	7,290.92
Diesel	MMWH	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	Kt CO ₂ e	346.13	346.22	346.3	346.33	346.34
Total	MMWH	39.81	41.02	42.08	43.65	43.97
	Kt CO ₂ e	15,288.7	16,189.92	16,982.67	18,161.41	18,398.97

Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310

La generación de electricidad al 2030 fue calculada por el propio LEAP con ayuda de la información antes mencionada.

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	Reemplazo de tecnología a base de combustóleo compensando con tecnología Nueva Generación Limpia (nucleoeléctrica)	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	La reducción considerada de combustóleo fue de 14% anual	SENER, 2013. pág. 161
	Capacidad Nucleoeléctrica (MW) 1,400 en 2026	SENER, 2013. Cuadro 5.29
	Capacidad Nucleoeléctrica (MW) 1,400 en 2027	

Factor de emisión:	de	IPCC, 2006 (ya incluido en LEAP)				
Consideraciones importantes:						
<ul style="list-style-type: none">El suministro necesario será compensado con Tecnología Nueva de Generación Limpia (Nucleoeléctrica)En 2026 se ampliará el Sistema Oriental I y II con una capacidad de 1,400 MW y en 2027 el Sistema Oriental III y IV con una capacidad de 1,400 MW.La Generación de energía nucleoeeléctrica no genera emisiones.Con los datos mencionados y alimentando al LEAP se obtienen los siguientes resultados						
Tecnología		2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	MMWH	10.22	9.83	10.73	12.08	12.36
	Kt	7,655.93	7,357.58	8,037.83	9,050.82	9,255.07
	CO2e					
Nucleoeléctrica		11.00	12.60	12.75	12.97	13.01
Natural Gas	MMWH	18.13	18.13	18.13	18.14	18.14
	Kt	7,286.63	7,288.37	7,290.07	7,290.87	7,290.92
	CO2e					
Diesel	MMWH	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	Kt	346.13	346.22	346.30	346.33	346.34
	CO2e					
Total	MMWH	39.81	41.02	42.07	43.65	43.97
	Kt	15,288.69	14,992.17	15,674.20	16,688.02	16,892.33
	CO2e					

Las reducciones obtenidas serán

	2010	2015	2020	2025	2030
Kt					
CO2e	0.00	1,197.75	1,308.48	1,473.39	1,506.64

6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Que la información de producción de energía eléctrica por tecnología en el POISE pueda ser desglosada por entidad y por proyecto
- Precisión por parte de CFE de los años de inicio y finalización de los proyectos
- Definición por parte de la CFE de que tecnologías de producción de energía eléctrica serán sustituidas por año, con la puesta en marcha de la medida de mitigación o en su caso, confirmar se desplaza la energía producida con combustóleo..

7. Referencias completas

- IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Chapter 2: Stationary Combustion
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf .
- SENER, 2013 Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027
- CFE, 2013. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026

- Cuarto informe, Anexo A Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). Contract: us0397-po-13-0310
- Archivo LEAP "INECC Linea Base Comparacion"

5.2 Demanda de energía secundaria

5.2.1 2a Incentivar el transporte público mediante un tranvía

Sector: Transporte					
1. Información General					
Categoría:	Construcción del Tranvía en Boca del Río				
Descripción:	Desincentivar el uso de transporte particular y ofrecer alternativas de transporte público con calidad, seguridad y limpieza a costos accesibles para la población, traerá como consecuencia la reducción de GEI. De acuerdo a BANOBRAS en el estado de Veracruz se introducirá una vía férrea a lo largo de la calzada Ejército Mexicano desde Mocambo hasta la Boticaria y de ahí tenderla a lo largo de la calzada Díaz Mirón hasta el Parque Zamora, de ida y vuelta.				
2. Método de estimación de línea base					
Método	Factor de emisión				
Año base de estimación	2010-2030				
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O				
Método de estimación	$E_{iy}=\Sigma (D_{iy}*FE_{ij})/1000$ Donde: E=Emisión generada por la demanda del sector autotransporte (Kt) D=Dato de actividad (TJ) FE=Factor de emisión (Kg/TJ) i=Tipo de combustible j=Tipo de contaminante y=Año del dato de actividad y de la emisión				
3. Información para la estimación de emisiones		Referencias			
Datos de actividad	Demanda de combustibles para el periodo 2010-2030 del autotransporte: <ul style="list-style-type: none">Gasolina magna (TJ)Gasolina Premium (TJ)Diesel (TJ)Gas LP (TJ)	a. SENER, 2013. b. SENER, 2013..			
Factor de emisión	<ul style="list-style-type: none">Gasolina magna (74,100 Kg/TJ)Gasolina Premium (74,100 Kg/TJ)Diesel (3.9 Kg/TJ)Gas LP (3.9 Kg/TJ)	IPCC 2006			
4. Consideraciones y supuestos					
AÑO BASE Y PROYECCIONES					
Emisiones de CO ₂ e por autotransporte					
	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO ₂	8,681.11	10,358.53	12,415.72	14,898.66	17,831.66
Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación. Mexico low emissions					

development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310

5. Método de estimación de medidas de mitigación														
Medida de mitigación 1:	Introducir nuevas modalidades de transporte público, ante la tradicional oferta de camiones viejos, destatalados y contaminantes que saturan vialidades de Boca del Río, mediante un tranvía en Boca del Río.													
Información para el cálculo de escenario		Referencia												
Datos de actividad:	Datos reducción de emisiones estimados para curva de costos de reducción de emisiones del INECC	INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio – preliminar.												
Factor de emisión:	No aplica													
<p>Consideraciones importantes:</p> <ul style="list-style-type: none">De acuerdo a BANOBRAS el estado de Veracruz introducirá una vía férrea con tranvía a lo largo de la calzada Ejército Mexicano desde Mocambo hasta La Boticaria y de allí tenderla a lo largo de la calzada Díaz Mirón hasta el Parque Zamora, de ida y vuelta. <p>Las reducciones obtenidas serán</p> <table><thead><tr><th></th><th>2010</th><th>2015</th><th>2020</th><th>2025</th><th>2030</th></tr></thead><tbody><tr><td>Kt CO₂e</td><td>0</td><td>35</td><td>35</td><td>35</td><td>35</td></tr></tbody></table>				2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO ₂ e	0	35	35	35	35
	2010	2015	2020	2025	2030									
Kt CO ₂ e	0	35	35	35	35									
6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones														
<ul style="list-style-type: none">Precisión por parte de BANOBRAS en los tramos de tranvía que se van a construir a futuro.Que se defina el tipo de transporte que se va a dejar de utilizar en el Estado por la implementación de la medida.Realizar estudios para conocer los pasajeros que cambiaron de modalidad de transporte, así como los beneficios en km recorridos.Realizar la aplicación de un modelo de tránsito o metodología de estimación de emisiones														
7. Referencias completas														
<ul style="list-style-type: none">Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310a. SENER, 2013. Prospectiva de Petróleo y Petrolíferos 2013-2027.b. SENER, 2013. Prospectiva de Gas Natural y Gas LP 2013-2027INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.														

5.2.2 2b Programa de Verificación Vehicular

Sector: Transporte		
1. Información General		
Categoría:	Programa de Verificación Vehicular	
Descripción:	Se promoverá el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el estado de Veracruz el cual existe desde hace ya más de dos décadas la última actualización entró en vigor el 1 de enero de 2010.	
2 Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	$E_{ijy}=\Sigma (D_{iy}*FE_{ij})/1000$ Donde: E=Emisión generada por la demanda del sector autotransporte (Kt) D=Dato de actividad (TJ) FE=Factor de emisión (Kg/TJ) i=Tipo de combustible j=Tipo de contaminante y=Año del dato de actividad y de la emisión	
3 Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Demanda de combustibles para el periodo 2010-2030 del autotransporte: <ul style="list-style-type: none">• Gasolina magna (TJ)• Gasolina Premium (TJ)• Diesel (TJ)• Gas LP (TJ)	a. SENER, 2013. b. SENER, 2013..
Factor de emisión	Gasolina magna: <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 74,100 Kg/TJ• CH₄ 3.9 Kg/TJ• N₂O 3.9 Kg/TJ Gasolina Premium <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 74,100 Kg/TJ• CH₄ 3.9 Kg/TJ• N₂O 3.9 Kg/TJ Diesel <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 74,100 Kg/TJ• CH₄ 3.9 Kg/TJ• N₂O 3.9 Kg/TJ Gas LP <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 74,100 Kg/TJ• CH₄ 3.9 Kg/TJ• N₂O 3.9 Kg/TJ	IPCC, 2006

4 Consideraciones y supuestos					
AÑO BASE Y PROYECCIONES					
Emisiones de CO ₂ e por autotransporte					
	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO ₂	8,681.11	10,358.53	12,415.72	14,898.66	17,831.66
Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310					
5 Método de estimación de medidas de mitigación					
Medida de mitigación 1:	Promover el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el estado de Veracruz				
Información para el cálculo de escenario				Referencia	
Datos de actividad:	Incorporación de flota vehicular al programa de acuerdo a: <ul style="list-style-type: none">El 40% del parque vehicular en 2012El 60% del parque vehicular en 2016			Matriz CINAM, 2014	
Base de cálculo:	Reducción de 1.1% en las emisiones de CO2			AirCare Program, 2010	
Consideraciones importantes:					
<ul style="list-style-type: none">Se asume que el porcentaje de reducción para CO2 en el Programa Veracruzano de verificación es equivalente al reportado en California, EUA.La consideración previa es factible dada iniciativa aprobada en julio de 2014, relativa a las nuevas reglas para la Verificación Vehicular en el estado, en la que destacan concesionar a particulares la operación de los verificentros, y otorgar facultades en la materia a la Secretaría y a la Procuraduría de Medio Ambiente, así como a Tránsito estatal, para que garanticen la obligatoriedad de las nuevas reglas.					
Las reducciones obtenidas serán					
	2010	2015	2020	2025	2030
Kt CO ₂ e	0.00	45.58	79.18	98.33	117.69
1. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones					
<ul style="list-style-type: none">Que la SEDEMA del estado de Veracruz pueda obtener la información necesaria para desarrollar una base de datos, y se pueda facilitar la estimación de las reducciones.Se requiere realizar estudios de investigación en México que permitan determinar los beneficios ambientales obtenidos por los Programas de Verificación implementados en los estados del país.					
2. Referencias completas					
<ul style="list-style-type: none">Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310					

- Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Sonora. PEACC 2011
- a. SENER, 2013. Prospectiva de Petróleo y Petrolíferos 2013-2027.
- b. SENER, 2013. Prospectiva de Gas Natural y Gas LP 2013-2027
- IPCC 2006, Capítulo 2, "Combustión estacionaria".
- Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel.
- SEMARNAT, 2007. Guía para establecer Programas de verificación vehicularen los estados y municipios,
- AirCare Program, 2010. AireCare Program Review, Phase 1, Pag. 3 y 112, Tabla 24 Junio 30, 2010, California

5.3 Sector Residencial

5.3.1 3a Instalación de estufas de leña ecológicas en sustitución de fogones abiertos

SECTOR: RESIDENCIAL		
1. Información General		
Categoría:	Uso residencial de leña	
Descripción:	Los fogones abiertos de leña emiten GEI y contaminantes locales y son menos eficientes en la combustión que las estufas ecológicas	
2. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	$E_y = \sum (D_y * FE) / 1000$ Donde: E=Emisión generada por la demanda de leña en el estado de Veracruz en el (t) D=Demanda de leña (TJ) FE=Factor de emisión (Kg/TJ) y=Año del dato de actividad y de la emisión	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Consumo de leña anual en el estado de Veracruz (PJ) durante el periodo 2010-2030	a. SENER 2012 b. SENER 2012
Factores de emisión	<ul style="list-style-type: none">CO₂ 12,000 Kg/TJCH₄ 4 Kg/TJN₂O 4 Kg/TJ	IPCC 2006
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none">Se tomó como base el consumo de leña nacional (TJ).Población rural nacionalSe consideró el 89% de la población rural en México demanda leñaSe obtiene una relación (leña nacional/Población rural que consume leña en México).Población rural de en Veracruz.Leña demandada por el 89% de la Población rural en Veracruz.		
5. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Reducción de CO ₂ e por la disminución del consumo de leña debida a la mejora de la combustión	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Instalación de 3 mil estufas ecológicas 2012 se instalarán 500 estufas ecológicas 2016 se instalarán 2,500 estufas ecológicas	Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel
Factor de Abatimiento:	Potencial de abatimiento 2.7 t CO ₂ e/estufa año (Cociente de 960,000 tCO ₂ e/año/354,606 estufas eficientes)	SEMARNAT, 2012.
Consideraciones importantes:		
El DIF instalará 3 mil estufas ecológicas las cuales consumen 80% menos de leña que los		

fogones convencionales a partir del 2012 y concluyendo en 2016.

Las reducciones obtenidas serán:

	2012	2016
† CO2e	1,353.6	6,768.1

6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Realizar un estudio actual sobre el consumo de leña en el estado de Veracruz y el porcentaje utilizado en fogones convencionales así como el número de fogones.
- Determinar Factores de emisión de fogones convencionales en Veracruz
- Determinar Factores de emisión de estufas ecológicas en Veracruz

7. Referencias completas

- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2012, *Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*.
- Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel
- Balance Nacional de Energía 2012 SENER
- Prospectivas de Energías Renovables 2012-2026 SENER
- SEMARNAT, 2012. Informe de avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012
- a. SENER, 2012. Balance de Nacional de Energía 2012.
- b. SENER 2012 Prospectivas de Energías Renovables 2012-2026. Pág. 121.

5.4 4 Sector Industrial

5.4.1 4a Cogeneración en Industria de petróleo y gas

Sector: Industria (petróleo y gas)		
1. Información General		
Categoría:	Cogeneración	
Descripción:	<p>La industria petrolera y petroquímica representan la mayor parte del potencial de cogeneración y también donde la generación es más rentable, debido a la gran demanda constante de vapor que es producido por la combustión de combustibles fósiles y productos destilados intermedios de refinación. Las refinerías de petróleo modernas utilizan plantas de cogeneración para proveer vapor para los procesos de refinación y electricidad tanto para el autoabastecimiento como para su venta a la red.</p> <p>La cogeneración se ha vuelto cada vez más atractiva, porque las refinerías utilizan el combustible residual pesado de bajo valor y contaminante proveniente del proceso de refinación, que limpian mediante la gasificación. El uso del combustible gasificado resultante en las turbinas de gas de la cogeneración puede alcanzar valores de eficiencia total (eficiencia térmica más eficiencia eléctrica) superiores al 80%. (México: Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono, 2009. Pág 65).</p>	
2. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	LEAP mediante cálculo interno	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por la transmisión y distribución de electricidad generada en un año:18%	CFE, 2013. Pág. 1-23 SENER, 2013. Pág. 149
	Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por transmisión y distribución de electricidad para el año a proyectar: 8%	
	Capacidad instalada (MW) para cada tipo de central (Exogenous Capacity)	
	<ul style="list-style-type: none">Nucleoeléctrica 1,365 MWGas Natural (452+1973) 2,588 MWTurbogas 163 MWCombustóleo 2,100 MWDiesel 52.8 MW	

	<p>Eficiencia térmica (%) para cada tipo de central (Process efficiency): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 34% • Gas Natural 50% • Combustóleo 35% • Diesel 35% <p>Orden de Merito de Despacho "Merit Order" (Es el orden de despacho de cada central y pueden que sea base o pico): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 1 • Gas Natural 1 • Combustóleo 2 • Diesel 1 <p>Máxima disponibilidad (%), esta es la disponibilidad que tiene cada central para suministrar la electricidad: Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 92% • Gas Natural 80% • Combustóleo 80% • Diesel 100% <p>Fijar el primer año de la simulación: 2011</p>	
--	---	--

4. Consideraciones y supuestos

AÑO BASE Y PROYECCIONES

Emissiones de CO₂e por generación de energía eléctrica.

	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO ₂	15,288.70	16,189.92	16,982.67	18,161.41	18,398.97

Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	Implementar plantas de cogeneración en los centros de procesos de PEMEX Cangrejera (Fase I y Fase II) en Minatitlán	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	El potencial técnico de cogeneración para Cangrejera Fase I y Fase II en 340 MW y para	SEMARNAT, INECC, 2012. Bases para una

	Minatitlán II en 30 MW. Proyecto	estrategia de desarrollo bajo en emisiones en México.
Factor de emisión:	IPCC 2006	

Consideraciones importantes:

Proyecto	Potencial técnico de Cogeneración (MW)	Año de Operación ^{1/}	Mitigación ^{1/} KtCO ₂ e
Cangrejera II	170	2018	500
Cangrejera	170	2013	414
Minatitlán II	30	2014	100
Poza Rica	ND	2012	ND

Fuente: INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.

Las reducciones obtenidas serán:

	2010	2015	2020	2025	2030
Kt CO ₂ e	0	514	1,014	1,014	1,014

6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

Precisión por parte de PEMEX y de CFE en los datos de los proyectos que se planea desarrollar, para poder desarrollar una relación tCO₂ a reducir /MW generado.

7. Referencias completas

- Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310
- SEMARNAT, INECC, 2012. Bases para una Estrategia de Desarrollo Bajo en Emisiones en México.
- CFE, 2013 Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026.
- SENER, 2013. Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027

5.4.2 4b Cogeneración en Industria Química

Sector: Industrial (Industria Química)		
1 Información General		
Categoría:	Cogeneración en destilería	
Descripción:	<p>Se generará energía eléctrica conjuntamente con vapor para satisfacer las necesidades de las instalaciones del Grupo Celanese, dicha generación de energía eléctrica se llevará a cabo utilizando una central qe estará integrada por un turbogenerador a vapor con capacidad de 14.99 MW, con una producción estimada anual de energía eléctrica de 99.19 GWh.</p> <p>El proceso de cogeneración de energía eléctrica consiste en la producción de energía eléctrica a través de un turbogenerador a gas, cuyos gases de escape serán enviados a una caldera de recuperación de calor para la producción del vapor, el cual será utilizado en los procesos productivos de la planta, en su carácter de operador del proceso de cogeneración.¹¹</p>	
2 Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	LEAP mediante cálculo interno	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	<p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por la transmisión y distribución de electricidad generada en un año:18%</p> <p>Porcentaje de las pérdidas de energía eléctrica por transmisión y distribución de electricidad para el año a proyectar: 8%</p> <p>Capacidad instalada (MW) para cada tipo de central (Exogenous Capacity)</p> <ul style="list-style-type: none">• Nucleoeléctrica 1,365 MW• Gas Natural (452+1973) 2,588 MW• Turbogas 163 MW• Combustóleo 2,100 MW• Diesel 52.8 MW <p>Eficiencia térmica (%) para cada tipo de central (Process efficiency): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p>	<p>CFE, 2013. Pág. 1-23</p> <p>SENER, 2013. Pág. 149.</p>

¹¹ Título de permiso de cogeneración de energía eléctrica otorgado a: “Grupo Celanese, S. de R.L. de C.V. Complejo Cangrejera, Comisión Reguladora de Energía.

	<ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 34% • Gas Natural 50% • Combustóleo 35% <p>Diesel 35%</p> <p>Orden de Merito de Despacho "Merit Order" (Es el orden de despacho de cada central y pueden que sea base o pico): Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 1 • Gas Natural 1 • Combustóleo 2 • Diesel 1 <p>Máxima disponibilidad (%), esta es la disponibilidad que tiene cada central para suministrar la electricidad: Se asumieron las mismas que consideró INECC en la corrida del LEAP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nucleoeléctrica 92% • Gas Natural 80% • Combustóleo 80% • Diesel 100% <p>Primer año de la simulación: 2011</p>	
--	---	--

4. Consideraciones y supuestos

AÑO BASE Y PROYECCIONES

Emissiones de CO₂e por generación de energía eléctrica

	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO ₂	15,288.70	16,189.92	16,982.67	18,161.41	18,398.97

Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	Generar electricidad aprovechando la energía térmica de los gases de combustión para la generación de electricidad.	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	El Grupo Celanese aprovechará la energía térmica proveniente de los gases de combustión para generar energía eléctrica, la cual utilizarán para las instalaciones de las plantas respectivas.	SEMARNAT, INECC, 2012.
Factor de emisión:	IPCC 2006	

Consideraciones importantes:

Proyecto	Potencial técnico de	Año de Operación ^{1/}	Mitigación ^{1/} KtCO ₂ e
----------	----------------------	--------------------------------	--

		Cogeneración (MW)			
	Grupo Celanese	11.36	2013	30.93	

Fuente: INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.

Las reducciones obtenidas serán

	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO₂e	0	30.93	30.93	30.93	30.93

6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Que la información de las industrias que cuentan con proyecto de cogeneración o que van a iniciar con su proyecto de cogeneración entreguen un informe.
- Precisión de los años de inició de operación de los proyectos.

7. Referencias completas

- Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310
- Título de permiso de cogeneración de energía eléctrica E/924/COG/2012 otorgado a "Grupo Celanese, S. de R.L. de C.V. Complejo Cangrejera, Comisión Reguladora de Energía.
- CFE, 2013. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026.
- SENER, 2013. Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027.
- SEMARNAT, INECC, 2012. Bases para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones en México.

5.4.3 4c Cogeneración en Industria Azucarera

Sector: Industrial (Industria Azucarera)		
1 Información General		
Categoría:	Demanda de combustible	
Descripción:	Reducción de emisiones GEI por la disminución de combustóleo ¹² en ingenios azucareros, esto se logrará con la implementación de sistemas y equipos más eficientes dentro de los ingenios azucareros. ¹³	
3. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	$E_{ijy}=\Sigma (D_{iy}*FE_{ij})/1000$	
	Donde:	
	E=Emisión generada por la demanda del sector industrial (Kt)	
	D=Dato de actividad (TJ)	
	FE=Factor de emisión (Kg/TJ)	
i=Tipo de combustible		
j=Tipo de contaminante		
y=Año del dato de actividad y de la emisión		
4. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Demanda de combustibles para el periodo 2010-2030 del sector industrial. <ul style="list-style-type: none">• Diesel (TJ)• Gas LP (TJ)• Bagazo de caña (TJ)• Gas Natural (TJ)• Combustóleo (TJ) Las demandas de los combustibles antes mencionados, fueron determinadas partiendo de los datos de las prospectivas para la Región Sur-Sureste y se consideró la información que permitiera proyectar el consumo para el estado de Veracruz (por ejemplo el consumo de diesel 2002-2013 para Veracruz y Campeche en el sector industrial, demanda de gas L.P y combustóleo del sector industrial, etc.	a. SENER, 2013. b. SENER, 2013.
Factores de emisión	Factores para Diesel <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 74,100 kg/TJ• CH₄ 3 ka/TJ	IPCC 2006

¹² SENER, 2013. Prospectiva de petróleo y petrolíferos, 2013-2027, página 144.

¹³ Formulación de lineamientos de políticas en materia de eficiencia energética en sectores clave de la economía mexicana para el programa especial de cambio climático (INECC- Centro Mario Molina)

	<ul style="list-style-type: none">• N₂O 0.6 kg/TJ Factores para Gas LP <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 63,100 kg/TJ• CH₄ 1 kg/TJ• N₂O 0.1 kg/TJ Factores para Gas Natural <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 56,100 kg/TJ• CH₄ 1 kg/TJ• N₂O 0.1 kg/TJ Factores para Combustóleo <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 77,400 kg/TJ• CH₄ 3 kg/TJ• N₂O 0.6 kg/TJ Factores para Bagazo de caña <ul style="list-style-type: none">• CO₂ 100,00 kg/TJ• CH₄ 30 kg/TJ• N₂O 4 kg/TJ													
5. Consideraciones y supuestos														
AÑO BASE Y PROYECCIONES														
Emisiones de CO ₂ e por el consumo de combustibles en el sector industrial														
	<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>KtCO₂</td><td>4,575.57</td><td>7,396.81</td><td>7,653.38</td><td>8,393.63</td><td>9,145.68</td></tr></table>		2010	2015	2020	2025	2030	KtCO₂	4,575.57	7,396.81	7,653.38	8,393.63	9,145.68	
	2010	2015	2020	2025	2030									
KtCO₂	4,575.57	7,396.81	7,653.38	8,393.63	9,145.68									
Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310														
6. Método de estimación de medidas de mitigación														
Medida de mitigación 1:	Promover el uso de combustibles no fósiles. Promoviendo el cambio de equipos más eficientes.													
Información para el cálculo de escenario		Referencia												
Datos de actividad:	De acuerdo a la SEDEMA del estado de Veracruz se reducirá lo siguiente: <ul style="list-style-type: none">• Para el 2012 se reducirá el 1%.• Para el 2013 se reducirá el 5%.	Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel												
Factor de emisión:	Porcentajes antes mencionados													
Las reducciones obtenidas por la medida serán:														
	<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>Kt CO₂e</td><td>0</td><td>443.81</td><td>459.20</td><td>503.62</td><td>548.74</td></tr></table>		2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO₂e	0	443.81	459.20	503.62	548.74	
	2010	2015	2020	2025	2030									
Kt CO₂e	0	443.81	459.20	503.62	548.74									
7. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones														
Obtener el factor de emisión de emisiones GEI para el consumo de combustibles fósiles y el uso de bagazo, factores desarrollados para México.														
8. Referencias completas														
<ul style="list-style-type: none">• Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación,														

Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310.

- Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel
- a. SENER, 2013. Prospectiva de Petróleo y Petrolíferos 2013-2027.
- b. SENER, 2013. Prospectiva de Gas Natural y Gas LP 2013-2027.

5.5 Residuos

5.5.1 5a Eficiencia operativas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

SECTOR: RESIDUOS		
1. Información General		
Categoría:	Aguas Residuales	
Descripción:	Emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales municipales.	
2. Método de estimación de línea base		
Método	IPCC Factores de emisión, 2006	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CH ₄ , N ₂ O	
Método de estimación	<p>CH₄</p> <p>$E_i = \sum (Pob \times (DBO / \text{cápita} \times \text{Corrección} - DBO_{\text{remov}}) \times EF_i \times Fra)$</p> <p>Donde:</p> <p>$E_i$ = Emisiones anuales de metano de planta tipo i (Mg/año) Pob = Población (cápita) $DBO/\text{cápita}$ = DBO emitida por agua residual por individuo (kg/cápita) Corrección = Factor de corrección por el tipo de agua DBO_{remov} = Metano removido en el tratamiento de agua (kg) =35% del DBO/cápita FE = Factor de emisión (CH₄/kg DBO) Fra = Fracción de agua trata por planta tipo i DBO = Demanda Bioquímica de oxígeno.</p> <p>N₂O</p> <p>$E=(FE*FC* N \text{ Efluente})-E_{pr}$</p> <p>Donde:</p> <p>$E_i$ = Emisiones anuales de N₂O (Mg/año)</p> <p>Donde:</p> <p>$FE=0.005 \text{ kg N}_2\text{O-N/kg N}$ $FC=\text{Factor de conversión de Kg N}_2\text{O-N a Kg N}_2\text{O (44/28)}$ $N \text{ Efluente} = \text{Nitrógeno en el efluente Kg N/año}$ $E_{pr}= \text{Emisiones de plantas de aguas residuales por default es cero}$</p> <p>$N \text{ Efluente} = Pob * Cp * FNp * Fno * Fic - Nr$</p> <p>Donde:</p> <p>$Pob$=Población Cp= Consumo de proteína per cápita FNp=Fracción de Nitrógeno en proteína Fno= Factor de ajuste para la proteína no consumida Fic= Fracción de descarga de proteína industrial y comercial Nitrógeno removido en las plantas de tratamiento.</p>	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	CH ₄ Población en 2010-2030 = Variable año con año hab ^a Corrección = 1.25 ^b	a) CONAPO b) INE-SEMARNAT 2012

	<p>DBO/cápita = 18.25 kg DBO /cápita^b DBO remov = 35% del DBO /cápita (Laguna Aeróbica)^b Fracción de tratamiento (2010)^b Planta Aeróbica 0.299^b Laguna Aeróbica 0.071^b Océano, río, lago (sin tratar 0).466^b Pozo Séptico 0.164^b</p> <p>N2O Población en 2010-2030 = Variable año con año hab^a Consumo de proteína percápita 30.514 Kg de carne/persona/año^b Fracción de nitrógeno en la proteína 0.16^b Factor de ajuste para la proteína no consumida 1.1^b Fracción de descarga de proteína industrial y comercial 1.25^b Nitrógeno removido en las plantas de tratamiento 0^b</p>													
Factores de emisión	<table><tr><td>Planta Aeróbica</td><td>0.18 (kg</td></tr><tr><td>CH₄/kg DBO)</td><td></td></tr><tr><td>Laguna Aeróbica</td><td>0.30 (kg</td></tr><tr><td>CH₄/kg DBO)</td><td></td></tr><tr><td>Océano, río, lago</td><td>(Sin tratamiento) 0.06 (kg CH₄/kg DBO)</td></tr><tr><td>Pozo séptico</td><td>0.42 (kg CH₄/kg DBO)</td></tr></table>	Planta Aeróbica	0.18 (kg	CH ₄ /kg DBO)		Laguna Aeróbica	0.30 (kg	CH ₄ /kg DBO)		Océano, río, lago	(Sin tratamiento) 0.06 (kg CH ₄ /kg DBO)	Pozo séptico	0.42 (kg CH ₄ /kg DBO)	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013
Planta Aeróbica	0.18 (kg													
CH ₄ /kg DBO)														
Laguna Aeróbica	0.30 (kg													
CH ₄ /kg DBO)														
Océano, río, lago	(Sin tratamiento) 0.06 (kg CH ₄ /kg DBO)													
Pozo séptico	0.42 (kg CH ₄ /kg DBO)													

4. Consideraciones y supuestos

- Las emisiones son altamente dependientes de la opción predeterminada del factor de emisión y los datos de población obtenidos de censos. Para el período de 2010-2030 las emisiones aumentan con la población.
- Sólo se consideran 4 tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Se supone que las poblaciones urbanas y rurales tienen los mismos tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Ninguna dependencia al ingreso se toma en cuenta en el cálculo de la DBO por población
- El valor de 1.25 se usa como corrección debido a la porción de aguas residuales industriales que se descarga en las aguas residuales municipales.

Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por el tratamiento de aguas residuales municipales

	2010	2015	2020	2025	2030
Municipales	715.29	801.55	887.68	973.92	1,058.43

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación:	Mejora de la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Distribución de tratamiento 2030 Planta Aeróbica 0.336 Laguna aeróbica 0.080 Sin tartar 0.400 Pozo septic 0.184	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013
Factor de emisión:	Factor de emisión para el tratamiento aeróbico pasa de 0.18 a 0.06	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013.

Consideraciones Importantes:	
<ul style="list-style-type: none"> • El factor de emisión para el tratamiento aeróbico varía desde 0.18 hasta 0.06 kg CH₄/DBO • Planta aeróbicas aumentan la capacidad de caudal tratado desde 29,9% a 33,6% • Pozo sépticos aumentan la capacidad de flujo tratado del 16.4% al 18.42% • Las tendencias de crecimiento para la cantidad de aguas residuales y DBO depende de la población • Más emisiones de metano son el resultado de los aumentos en las aguas residuales tratadas. Por lo tanto, es necesaria una mejor gestión de la planta de tratamiento de agua para reducir las emisiones de metano. 	
6.	Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones
<ul style="list-style-type: none"> • Obtener los datos de actividad específicos para el estado de Veracruz de acuerdo a la metodología IPCC 2006 para aguas residuales municipales. • Mejorar la clasificación de tipos de tratamiento de agua y estimar por ingreso y región (rural o urbana) 	
7.	Referencias completas
<ul style="list-style-type: none"> • Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013. Apoyo a la iniciativa de planificación Nacional sobre contaminantes climáticos de vida corta en México, septiembre 2013. • INE-SEMARNAT, 2012. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el Sector de Desechos. IIE para INE-SEMARNAT Convenio FPP-2011-26 • CONAPO disponible en http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/De_las_Entidades_Federativas_2010-2050 • Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions developmentprogram (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310 	

5.5.2 5b Implementación de un relleno sanitario con recuperación de biogás

Sector: Desechos	
1 Información General	
Categoría:	Implementación de un relleno sanitario
Descripción:	<p>De acuerdo al estado de Veracruz se recuperará los gases generados por los residuos sólidos urbanos, por medio de un relleno sanitario que se localizará en el municipio de Poza Rica Veracruz, dichos gases serán utilizados para la generación de electricidad.</p> <p>Este relleno podrá ser el primero en Veracruz y el tercero a nivel nacional un proyecto de reducción de emisiones de biogás ante la Organización de las Naciones Unidas. (Proyecto Piloto: Evaluación Integral sobre Forzadores del Clima de Vida Corta en México)</p> <p>La materia orgánica contenida en los residuos sólidos (basura) sigue generando emisiones de CH₄ de 10 a 30 años o más. Se estima que más del 50% del CH₄ puede recuperarse y utilizarse para la generación de electricidad e incluso el CH₄ puede purificarse e inyectarse en ductos de distribución de gas natural o ser combustible para camiones recolectores de basura¹⁴.</p>
2 Método de estimación de línea base	
Método	Factor de emisión
Año base de estimación	2010-2030
Contaminantes	CH ₄
Método de estimación	<p>$RSU = Pob * RSU_{pc} * 365$ Donde: RSU: Generación total de residuos sólidos urbanos (RSU) (kg/año) Pob: Población total (personas) RSU_{pc}: Generación per cápita de RSU (Kg / persona / día)</p> <p>$DSW_i = (RSU * 0.7) * C_i RSU / 100$ Donde: DWS_i: Fracción de i RSU para la disposición final (kg) RSU: Generación total de RSU_i (kg) 0.7: Fracción de basura desechada en rellenos sanitarios o sitios controlados C_iRSU: Composición de i residuos i: Tipo de residuo</p> <p>$MCF = (RSU_{sup}(0.4)) + (RSU_{prof}(0.8)) + (RSU_{rs}(1)) + (RSU_{sca}(0.5)) + (RSU_{ssc}(0.6))$ Donde: MCF: Fracción de CH₄ de RSU en rellenos sanitarios RSU_{sup}: Proporción de RSU dispuestos en sitios no controlados en la superficie RSU_{prof}: Proporción de RSU en sitios no controlados con profundidad RSU_{rs}: Proporción de RSU en rellenos sanitarios RSU_{sca}: Proporción de RSU en sitios con control semiaeróbico RSU_{ssc}: Proporción de RSU en sitios sin categorizar</p> <p>$DDOC_m = DWS_i * DOC_i * DOC_f * MCF$ Donde: DDOC_m: Fracción depositada de carbón orgánico</p>

¹⁴ Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático, Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, 1996

	<p>degradado. DWS_i: Cantidad de <i>i</i> RSU para disposición final (kg)</p> <p>DOC_i : Carbón orgánico degradado de <i>i</i> (Gg C/Gg waste) (IPCC, 2010) DOC_f: Carbón orgánico degradado “distinto” (IPCC, 2010)</p> <p>f = Fracción en el gas de volumen de CH₄ en rellenos sanitarios</p> <p>MCF: Fracción de CH₄ de <i>i</i> en rellenos sanitarios</p> <p>$DDOC_m = DDOC_m * exp(-k*((13-M)/12))$</p> <p>Donde:</p> <p>DDOC_m : Fracción de carbón orgánico degradado depositado</p> <p>M = Proceso de inicio en el año de la deposición. Mes (IPCC,2010) K = Tasa constante de generación de metano (1/año) (IPCC,2010)</p> <p>$DDOC_{m\ SWDS} = (DDOC_{m(t-1)} + DDOC_{mnr}) *(exp(-k))$</p> <p>Donde:</p> <p>DDOC_{m SWDS}= Fracción de carbón orgánico acumulado en el sitio de disposición final</p> <p>$DOC_{m\ di} = DDOC_{m\ SWDS(t-1)} (1- exp(-k))$</p> <p>Donde:</p> <p>DOC_{m di}: Fracción de carbón orgánico degradada (IPCC, 2010)</p> <p>$CH_{4i} = DOC_{m\ di}*(16/12)*FCH_4$</p> <p>Donde:</p> <p>CH_{4i}: Emisiones de metano de residuo <i>i</i> (kg)</p> <p>DOC_{m di}: Fracción de carbón orgánico degradada (IPCC, 2006)</p> <p>16/12: Equivalencia entre la masa atómica del CH₄ y el Carbono FCH₄: Fracción de metano (IPCC, 2006)</p> <p>$CH_4 = (\sum CH_{4i}) -CH_{4rec}*(1-CH_4Oxidized)$</p> <p>Donde:</p> <p>CH₄: Emisiones de metano</p> <p>CH_{4i}: Emisiones totales de metano del residuo <i>i</i> (kg) CH_{4rec}: Metano recuperado de rellenos (kg)</p> <p>CH₄Oxidado: Fracción de CH₄ oxidada (%)</p> <p><i>i</i>: tipo de residuos</p>				
3 Información para la estimación		Referencias			
Datos de actividad	<p>Población (2010-2030)^a</p> <p>Generación total de RSU^b</p> <p>Fracción de RSU para disposición final^c</p> <p>Fracción de CH₄ de <i>i</i> en rellenos sanitarios^e</p> <p>Emisiones de metano para cada residuo ^d</p> <p>CH₄ recuperado [kg]^e</p> <p>Fracción de oxidación de CH ^d</p>	<p>a. CONAPO, 2010</p> <p>b. INEGI</p> <p>c. INE, SEMARNAT, 2012</p> <p>d. IPCC, 2010</p> <p>e. INEGI, 2013</p>			
Factores de emisión	IPCC, 2006 con datos nacionales (Nivel 2)				
4 Consideraciones y supuestos					
AÑO BASE					
Emisiones de CO ₂ e por los residuos generados en el estado de Veracruz.					
	2010	2015	2020	2025	2030
KtCO ₂	1,323.00	1,785.00	2,289.00	2,856.00	3,507.00
Fuente: Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310					

5. Método de estimación de medidas de mitigación																	
Medida de mitigación 1:	Instalar un relleno sanitario para controlar las emisiones de GEI generados por los residuos, así como recuperar estas emisiones para generar energía eléctrica.																
Información para el cálculo de escenario				Referencia													
Datos de actividad:	Con la instalación del relleno sanitario se reducirán 35.31 KtCO ₂ e.			USAID, MEXICO, 2013													
Factor de emisión:	IPCC 2006																
Las reducciones obtenidas por la medida serán:																	
<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>Kt CO₂e</td><td>0</td><td>0</td><td>35.31</td><td>35.31</td><td>35.31</td></tr></table>							2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO ₂ e	0	0	35.31	35.31	35.31
	2010	2015	2020	2025	2030												
Kt CO ₂ e	0	0	35.31	35.31	35.31												
6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones																	
<ul style="list-style-type: none">Realizar estudios específicos para la determinación de valores de DOC para las de México.Mejorar estadísticas regionales sobre la disposición de RSUAnalizar las diferencias entre la generación per cápita de RSU a nivel regional y desarrollar más estudios.																	
7. Referencias completas																	
<ul style="list-style-type: none">Cuarto informe, Anexo a Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310.Proyecto Piloto: Evaluación Integral sobre Forzadores del Clima de Vida Corta en México (INECC), 2012INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.INE-SEMARNAT, 2012. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el Sector de Desechos. IIE para INE-SEMANRNAT Convenio FPP-2011-26CONAPO disponible en http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/De_las_Entidades_Federativas_2010-2050INEGI, Anuarios Estadísticos del estado de Veracruz, 1998-2010.INEGEI 2013. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990- 2010.																	
8. Consideraciones importantes																	
Además de la reducción en la generación per cápita de los RSU, se captura el metano generado por el 30% de los RSU totales.																	

5.6 6 Agricultura

5.6.1 6a Gestión de tierras de pastoreo

SECTOR: AGRÍCOLA		
1. Información General		
Categoría:	Gestión de tierras de pastoreo.	
Descripción:	Las tierras de pastoreo ocupan áreas más extensas que las tierras de cultivo, por lo que es necesario manejarlas de manera más amplia para mitigar emisiones de CO2	
2. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CO2 e	
Método de estimación	<div>$AM_i = AM_{i-1} - AD_{i-1}$$AD_i = \frac{AM_i - \%D}{100}$$C_{2010} = \frac{Reservas\ de\ Carbono}{AM_{2010}}$$E_i = C_{2010} * AD_i * 1000$</div> <div>AM= Área maderable (MHa) AD= Área deforestada (MHa) %D= % de deforestación C₂₀₁₀= Carbón 2010 E= Emisión de CO₂e (KtCO₂e)</div> <div>Estas fórmulas son las que se utilizaron en el LEAP realizado por el INECC.</div>	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Área maderable (MHa) Área deforestada (MHa) % de deforestación Reservas de carbono (Ha) Carbón 2010	Céspedes, Et al, 2010. Inventario de Emisiones de Veracruz 2010
4. Consideraciones y supuestos		
<p>El sistema de pastoreo es dependiente de la cantidad disponible de manera natural de pasturas y por consiguiente está definido en gran parte por la zona agroecológica.¹⁵</p> <p>Los climas que predominan en el estado de Veracruz son cálido subhúmedo 53.5% y cálido húmedo 41%, se practica el pastoreo de campo abierto y producción de pastizales, el manejo de pasturas puede incluir la rotación de éstas, la introducción en la vegetación de plantas forrajeras seleccionadas. Investigaciones recientes indican que pasturas mejoradas con sistemas radiculares profundos y combinaciones de gramíneas con árboles pueden tener un efecto significativo en el secuestro de carbono¹⁶.</p> <p>Científicos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia comprobaron</p>		

¹⁵<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>

¹⁶<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>

en terreno que el pasto *Brachiariahumidicola* sembrado en 80 millones de hectáreas de América Latina para alimentar ganado inhibe en forma natural la emisión de óxido nitroso. Esta característica permitiría que al alimentar sus hatos con este pasto, la industria ganadera tenga un menor impacto sobre el cambio climático, comprobaron que las raíces del pasto *Brachiariahumidicola* tienen un mecanismo químico, denominado inhibición de la nitrificación biológica (INB), capaz de reducir la conversión del nitrógeno a óxido nitroso. El Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas de Japón (Jircas), que ha investigado la INB junto al CIAT, patentó este mecanismo como *Brachialactone* y desarrolló métodos para potenciarlo mediante el fitomejoramiento de diferentes especies de *Brachiaria*.¹⁷

5. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	Reducción de CO ₂ e por la gestión de pastizales	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Potencial de abatimiento clima húmedo 0.81 tCO ₂ e/ha; Potencial de abatimiento, clima seco 0.11 tCO ₂ e/ha. Área gestionada en 2020 40% Superficie de pastoreo en Veracruz 3.6 mha	USAID-MEXICO, 2013. Pág. 35 Nota periodística.
Factor de emisión	Potencial de abatimiento por ha promedio 0.46 tCO ₂ e/ha	USAID-MEXICO, 2013. pág 36

Las reducciones obtenidas serán

	2020
Kt CO ₂ e	662.4

6. Referencias completas

- IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Chapter 2: StationaryCombustionhttp://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf .
- Prospectiva del Sector Eléctrico (SENER 2013-2027)
- Cuarto informe, Anexo A Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED). CONTRACT: US0397-PO-13-0310
- Céspedes, Et al, 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México.
- USAID-MEXICO, 2013. Análisis actualizado de la línea base de emisiones de GEI de México, curva de costo marginal de reducción y cartera de proyectos MLED, pág 35.
- Nota periodística disponible en <http://www.codigocritico.com/nota.php?id=2597>

¹⁷<http://m.scidev.net/america-latina/agricultura/noticias/pasto-ayuda-a-reducir-el-calentamiento-global.html>

5.6.2 6b Reforestación

SECTOR: AGRÍCOLA										
1. Información General										
Categoría:		Reforestación								
Descripción:		Aumentar la biomasa vegetal para la captura de CO ₂ y producción de oxígeno.								
2. Método de estimación de línea base										
Método		LEAP								
Año base de estimación		2010-2030								
Contaminantes		CO ₂ e								
Método de estimación		<div>$AM_i = AM_{i-1} - AD_{i-1}$$AD_i = \frac{AM_i - \%D}{100}$$C_{2010} = \frac{Reservas\ de\ Carbono}{AM_{2010}}$$E_i = C_{2010} * AD_i * 1000$</div> <div>AM= Área maderable (MHa) AD= Área deforestada (MHa) %D= % de deforestación C₂₀₁₀= Carbon 2010 E= Emisión de CO₂e (KtCO₂e)</div> <div>Estas fórmulas son las que se utilizaron en el LEAP realizado por el INECC.</div>								
3. Información para la estimación				Referencias						
Datos de actividad		Área maderable (MHa) Área deforestada (MHa) % de deforestación Reservas de carbono (Ha) Carbon 2010	Céspedes, Et al, 2010. Inventario de Emisiones de Veracruz 2010							
4. Consideraciones y supuestos										
<ul style="list-style-type: none">Considerando que se plantan 1,000 árboles por HaSe captan 97 t CO₂/ha añoTasa de supervivencia de los árboles 55%La mayor actividad de fijación de CO₂, se presenta en la etapa vegetativa o de crecimiento de los árboles, en la etapa adulta y sobre madura la fijación se reduce llegando a cero.										
5. Método de estimación de medidas de mitigación										
Medida de mitigación 1:		Incrementar la biomasa vegetal para la captura de CO ₂ y producción de oxígeno.								
Información para el cálculo de escenario				Referencia						
Datos de actividad:		<table><tr><td></td><td>2012</td><td>2016</td></tr><tr><td>Árboles sembrados</td><td></td><td>220,000</td></tr></table>		2012	2016	Árboles sembrados		220,000	<ul style="list-style-type: none">Matriz CINAM, 2014.Absorción de CO₂Fondo Nacional del Medio Ambiente Perú, 2007Céspedes, Et al, 2010.	
	2012	2016								
Árboles sembrados		220,000								

	<ul style="list-style-type: none"> Se captan 97 t CO₂/ha año Se consideró que se plantan 1,000 árboles por Ha Tasa de supervivencia de los árboles 55% Año de inicio de reducción de CO₂ 2018 (La mayor actividad de fijación de CO₂, se presenta en la etapa vegetativa o de crecimiento de los árboles, en la etapa adulta y sobre madura la fijación se reduce llegando a cero¹⁸) 	<ul style="list-style-type: none"> Silva Herrera,
Factor de Abatimiento:	<ul style="list-style-type: none"> Se captan 97 t CO₂/ha año 	Ficha técnica Proyectos Ejecutivos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (NAMA's). Proyecto 171499 Mitigación de CO ₂ por efecto de Microorganismos Marinos aplicados al suelo con cultivo de caña de azúcar.
<p>Las reducciones obtenidas serán</p> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> <p>2018</p> <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> <p>Kt CO₂e 11.75</p> </div>		
7. Referencias completas		
<ul style="list-style-type: none"> Absorción de CO₂ disponible en http://arboliza.es/compensar-co2/metodos-absorcion-co2.html Fondo Nacional del Medio Ambiente Perú, 2007. Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales. Céspedes, Et al, 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. Silva Herrera, Fijación de CO₂ por parte de los árboles urbanos, propuesta para un programa de captura para Bogotá D.C. Inventario de Emisiones de Veracruz 2010 Matriz CINAM, 2014. Hoja de Excel Ficha técnica Proyectos Ejecutivos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (NAMA's). Proyecto 171499 Mitigación de CO₂ por efecto de Microorganismos Marinos aplicados al suelo con cultivo de caña de azúcar. 		

5.6.3 6c Reducción de quemas pre cosecha en la zafra

SECTOR: AGRÍCOLA						
1. Información General						
Categoría:	Quemas agrícolas pre cosecha					
Descripción:	Las emisiones procedentes de la quema de caña agrícola (durante la zafra)					
2. Método de estimación de línea base						
Método	Factor de emisión					
Año base de estimación	2010-2030					
Contaminantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O					
Método de estimación	$E_i=(CA*FE_i)/1000$ Dónde: E= Emisión generada por la quema agrícola (t) CA= Hectáreas de caña de azúcar (Ha) FE= Factor de emisión (Kg/Ha) i= Tipo de contaminante					
3. Información para la estimación					Referencias	
Datos de actividad	Hectáreas de caña de azúcar sembrada en el estado de Veracruz				INEGI, 2010. SIACON, SAGARPA	
Factores de emisión	FE _{CO2} =7,878 kg/Ha FE _{CH4} =14.07 kg/Ha FE _{N2O} =3.7 kg/Ha				El factor de emisión estimado de acuerdo a las recomendaciones de la Directrices del IPCC	
4. Consideraciones y supuestos						
Los siguientes supuestos (1)						
<ul style="list-style-type: none">Se asume que la superficie de caña no mecanizada se quemaSe considera que la producción es homogénea en todos los predios de caña de azúcar en el estado de VeracruzEn Veracruz en 2010 el % superficie de caña cosechada mecánicamente fue de 9.709% (2)En Veracruz en 2010 el % superficie de caña cosechada no mecánicamente fue de 90.291%Las emisiones del periodo 2010-2030 consideradas fueron:						
Subcategorías de agricultura		2010	2015	2020	2025	2030
Quemas de biomasa en terrenos agrícolas (KtCO ₂ e)		2,517.10	2,593.79	2,736.65	2,877.93	3,032.22
5. Método de estimación de medidas de mitigación						
Medida de mitigación	Considerando un análisis de sensibilidad en la que se promueve la mecanización de la cosecha en verde de la caña de azúcar y esta es de 20% en el 2020 y de 30% en el 2030, con lo cual se reduce la superficie donde se quema la caña de azúcar. (1)					
Información para el cálculo de escenario					Referencia	
Datos de actividad:	La superficie no mecanizada pasa a representar el 80% en 2020 y 70% en 2030				Molina Center for Strategic Studies in Energy and the	

		Environment, INECC, 2013.						
<p>Consideraciones importantes: Es un análisis de sensibilidad.</p> <p>Las reducciones obtenidas serán</p> <table> <tr> <td></td><td>2020</td><td>2030</td></tr> <tr> <td>Kt CO2e</td><td>547.33</td><td>909.66</td></tr> </table>				2020	2030	Kt CO2e	547.33	909.66
	2020	2030						
Kt CO2e	547.33	909.66						
6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones								
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un estudio para determinar las variables que favorecen la quema de biomasa en la cosecha de caña Realizar un estudio para determinar la cantidad quemada de biomasa en la cosecha de caña Determinar los factores de emisión de GEI para Veracruz 								
7. Referencias completas								
<ul style="list-style-type: none"> Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013. Apoyo a la iniciativa de planificación Nacional sobre contaminantes climáticos de vida corta en México, septiembre 2013. (2) Estadísticas de la Agroindustria azucarera nacional (http://www.caneros.org.mx/site_caneros/estadisticas/veracruz.pdf) INEGI, 2010. Anuario estadístico del estado de Veracruz. SIACON,SAGARPA. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta 								

5.6.4 6d Manejo de excretas de ganado bovino y porcino

SECTOR: AGRÍCOLA		
1. Información General		
Categoría:	Ganadería	
Descripción:	Manejo de excretas del ganado, mediante la implementación de biodigestores y el aprovechamiento de energía en las granjas porcícolas y criaderos de bovino (carne y leche).	
2. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CH ₄	
Método de estimación	Las emisiones de metano se estiman por medio de la siguiente ecuación $E_{CH_4} = \#Cabezas_{TIPO} * FE_{TIPOGANADO}$ Dónde: E _{CH₄} = Emisión de metano (CH ₄), [tCH ₄ /año] FE _{tipo de ganado} = Factor de emisión de metano (CH ₄) # cabezas TIPO= Número de cabezas por tipo de ganado	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	Cabezas de ganado para los años del periodo 2010-2030 <ul style="list-style-type: none">• Ganado bobino lechero• Ganado bobino de engorda• Ovejas• Cabras• Caballos• Mulas y asnos• Cerdos• Conejos	INEGI, 2010. SIACON, SAGARPA
Factores de emisión	Factores para CH ₄ : <ul style="list-style-type: none">• Ganado lechero 0.57 kg CH₄/cabeza al año• Ganado de engorda 0.57 kg CH₄/cabeza al año• Ovejas 0.15 kg CH₄/cabeza al año• Cabras 0.17 kg CH₄/cabeza al año• Cerdos 1 kg CH₄/cabeza al año• Equinos 1.64 kg CH₄/cabeza al año• Mulas y asnos 0.90 kg CH₄/cabeza al año• Aves de corral 0.02 kg CH₄/cabeza al año	IPCC 2006
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none">• Al 2030 se considera que estos sistemas abarcan al 50% de las cabezas de ganado existente.• Se reduce el 20% de las emisiones provenientes de los cerdos y bovinos (carne y leche)		
5. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de	Reducción de CO ₂ e por la implementación de biodigestores y el	

mitigación 1:	aprovechamiento de energía en las granjas porcícolas y criaderos de bovino (carne y leche).	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	<ul style="list-style-type: none"> Al 2030 se considera que estos sistemas abarcan al 50% de las cabezas de ganado existente. Se reduce el 20% de las emisiones provenientes de los cerdos y bovinos (carne y leche). 	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013.
Factor de Abatimiento:	20% de reducción de las emisiones provenientes de los cerdos y bovinos	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013.
<p>Las reducciones obtenidas serán</p> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> <p>2030</p> <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> <p>Gg CO₂e 11.170</p> </div>		
6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones		
Se requiere validar el análisis de sensibilidad utilizado para determinar los porcentajes de ganado que abarcarán la implementación de la medida de mitigación.		
7. Referencias completas		
<ul style="list-style-type: none"> Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013. Apoyo a la iniciativa de planificación Nacional sobre contaminantes climáticos de vida corta en México, septiembre 2013. INEGI, 2010. Anuario estadístico del estado de Veracruz. SIACON, SAGARPA Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta 1980-2012. IPCC 2006 		

5.6.5 6e Reducción de emisiones mediante mejora en la dieta del ganado

SECTOR: AGRÍCOLA		
1. Información General		
Categoría:	Ganadería	
Descripción:	Reducción de las emisiones procedentes de los procesos de fermentación entérica del ganado mediante la mejora en la dieta del ganado.	
2. Método de estimación de línea base		
Método	Factor de emisión	
Año base de estimación	2010-2030	
Contaminantes	CH ₄	
Método de estimación	$E_{CH_4} = \# Cabezas_{TIPO} * FE_{TIPOGANADO}$ <p>Dónde:</p> <p>E_{CH4}= Emisión de metano (CH₄), [t_{CH4} /año]</p> <p># cabezas TIPO= Número de cabezas por tipo de ganado</p> <p>FE_{CH4}= Factor de emisión de metano (CH₄)</p>	
3. Información para la estimación		Referencias
Datos de actividad	<p>Cabezas de ganado para los años del periodo 2010-2030</p> <ul style="list-style-type: none">• Ganado bobino lechero• Ganado bobino de engorda• Ovejas• Cabras• Caballos• Mulas y asnos• Cerdos• Conejos	<p>INEGI, 2010.</p> <p>SIACON, SAGARPA</p>
Factores de emisión	<p>Factores para CH₄:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ganado lechero 72 kg CH₄/cabeza al año• Ganado de engorda 56 kg CH₄/cabeza al año• Ovejas 5 kg CH₄/cabeza al año• Cabras 5 kg CH₄/cabeza al año• Cerdos 1 kg CH₄/cabeza al año• Equinos 1.64 kg CH₄/cabeza al año• Mulas y asnos 0.90 kg CH₄/cabeza al año	<p>IPCC 2006</p>
4. Consideraciones y supuestos		Referencia
Se han identificado como principales vías para la mitigación de la producción entérica de CH ₄ , la adición de aditivos a la dieta y la alimentación. Su eficacia se estima generalmente de baja a media, pero algunas de estas opciones pueden conseguir sustancialmente intensidades de emisión inferior al mejorar la eficiencia de la alimentación y la productividad animal. Las dietas también afectan a las emisiones de estiércol, los aditivos tienen una influencia en la forma y la cantidad de N en la orina y las heces, así como en la cantidad de		<p>FAO, 2013</p>

materia orgánica fermentable en las heces.		
5. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación :	Se reducen los factores de emisión de fermentación entérica en el ganado como resultado de mejoras en la dieta, manejo del ganado, cambio en la dieta del ganado, variaciones en la ruta metabólica, etc.	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Emisiones de CO ₂ e por fermentación entérica de ganado en el estado de Veracruz	Anexo A
Factor de Abatimiento:	Se reduce el factor de emisión de 2011 a 2013 hasta en un máximo de 3 %.	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013.
Consideraciones importantes:		
Las reducciones obtenidas serán de 122.930624 Gg de CO ₂ e para cada año a partir de 2014		
6. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios para la obtención de los factores de emisión de GEI con una dieta normal en el ganado y posteriormente obtener los factores de emisión de GEI con la dieta mejorada. Realizar investigaciones acerca de los cambios en la dieta del ganado y recomendar la dieta óptima para el ganado que contribuya con menores emisiones de GEI. 		
7. Referencias completas		
<ul style="list-style-type: none"> FAO, 2013. Tackling Climate Change Through Livestock. Pag. 48. Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment, INECC, 2013. Apoyo a la iniciativa de planificación Nacional sobre contaminantes climáticos de vida corta en México, septiembre 2013. Integración de Línea Base y Escenarios de Mitigación MexicoLowEmissionsDevelopmentProgram (MLED). Contract: US0397-PO-13-0310 INEGI, 2010. Anuario estadístico del estado de Veracruz. SIACON, SAGARPA. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, 1980-2012. IPCC 2006 		

5.7 Medidas adicionales de potencial de mitigación.

5.7.1 7a Reducción de pérdidas de distribución y transmisión

Sector: Energía																											
1. Información General																											
Categoría:	Reducción de pérdidas de distribución y transmisión.																										
Descripción:	Modificación en el tipo de material para el cableado así como mantenimiento y cambio en los equipos.																										
2. Consideraciones y supuestos																											
En 2012, las pérdidas por concepto de distribución en México alcanzaron 15.3% de la energía generada. Uno de los principales problemas de la red de distribución es la edad de los equipos y de las líneas de transmisión, a continuación se muestra la edad de las diferentes estaciones y líneas:																											
<table><tr><th>Edad (años)*</th><th>Número de estaciones</th></tr><tr><td>>26</td><td>86</td></tr><tr><td>16 a 25</td><td>29</td></tr><tr><td>6 a 15</td><td>52</td></tr><tr><td>0 a 5</td><td>12</td></tr><tr><td>Total</td><td>179</td></tr></table>	Edad (años)*	Número de estaciones	>26	86	16 a 25	29	6 a 15	52	0 a 5	12	Total	179	<table><tr><th>Edad (años)*</th><th>Líneas de transmisión</th></tr><tr><td>>30</td><td>243</td></tr><tr><td>30 a 21</td><td>171</td></tr><tr><td>11 a 20</td><td>196</td></tr><tr><td>10 a 6</td><td>204</td></tr><tr><td><=5</td><td>67</td></tr><tr><td>Total</td><td>881</td></tr></table>	Edad (años)*	Líneas de transmisión	>30	243	30 a 21	171	11 a 20	196	10 a 6	204	<=5	67	Total	881
Edad (años)*	Número de estaciones																										
>26	86																										
16 a 25	29																										
6 a 15	52																										
0 a 5	12																										
Total	179																										
Edad (años)*	Líneas de transmisión																										
>30	243																										
30 a 21	171																										
11 a 20	196																										
10 a 6	204																										
<=5	67																										
Total	881																										
*SENER, Estrategia Nacional de Energía 2013-2027																											
3. Método de estimación de medidas de mitigación																											
Medida de mitigación 1:	Realizar los mantenimientos adecuados y las renovaciones necesarias de los equipos y redes de transmisión.																										
Información para el cálculo de escenario.		Referencia																									
Datos de actividad:	En México se tienen 50 regiones entre las cuales la capacidad de transmisión es de 59,715 MW. En el estado de Veracruz se localizan 3 de estas regiones las cuales tienen conexión entre ellas y además conectan con otras tres regiones fuera del Estado con una capacidad total de 10,384MW que representa el 17.39% de la capacidad nacional.	Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027																									
Reducción estimada:	6 MtCO2e al año 2020.	INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost-curve and Project portfolio – preliminar.																									

Supuestos aplicables:

Las regiones en color rojo son las 3 regiones que se localizan en el Estado.
 La capacidad de transmisión en amarillo son aquellas que están conectadas directamente a alguna de las regiones del Estado.
 De las 6 MtCO₂e referenciado en la curva de costos se calculó el potencial de mitigación, con una proporción entre la capacidad de transmisión nacional y estatal.

Región	Transmisión entre regiones (MW)		Región	Transmisión entre regiones (MW)	
1	450	400	26		
2	360		27	450	
3	400		28	2100	450
4	650		29	1800	
5	1200		30	3500	2560
6	300	21	31	600	310
7	600		32	1500	450
8	500		33	3110	270
9	250	350	34		
10	300	200	35	1064	2150
11	300		36	1960	
12	330	2100	37	1340	950
13	60		38		
14	1300	1250	39	780	
15			40	600	190
16	1300		41		
17	1200		42		
18	1000	1500	43	800	
19	1500	1000	44	520	
20	1500		45	220	
21	2050		46	370	
23	900	1600	47		
24			48		
25	750	1300	49	90	
			50	280	
La región 22 cuenta con 5 puntos de conexión con capacidades de 1,700, 480, 700, 500 y de 950 MW					

Capacidad Total de transmisión de Veracruz (MW)	10,384
Capacidad Total de transmisión nacional (MW)	59,715

Porcentaje	17.39												
<ul style="list-style-type: none">En un sistema de 59,715 MW de capacidad de transmisión, se estima una reducción de 6 MtCO₂ePara el estado de Veracruz que cuenta con el 17.39% de esta capacidad la reducción al 2020 es de 1,043 KtCO₂e a partir del 2010.													
Las reducciones obtenidas serán de													
<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>Kt CO₂e</td><td>0.0</td><td>521.7</td><td>1043.36</td><td>1043.36</td><td>1043.36</td></tr></table>			2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO ₂ e	0.0	521.7	1043.36	1043.36	1043.36
	2010	2015	2020	2025	2030								
Kt CO ₂ e	0.0	521.7	1043.36	1043.36	1043.36								
4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones <ul style="list-style-type: none">Datos actualizados de longitud, edad y estado de la red eléctrica del EstadoPorcentaje de pérdidas en el Estado													
Referencias completas													
<ul style="list-style-type: none">INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.Prospectiva del Sector Eléctrico SENER México, 2013.SENER, Estrategia Nacional de Energía 2013-2027													

5.7.2 7bAprovechamiento de Gas en el campo Tres Hermanos

Sector: Energía							
1. Información General							
Categoría:	Aprovechamiento de gas						
Descripción:	El Campo Tres Hermanos perteneciente al Activo Integral Poza Rica Altamira (AIPRA), se localiza en la parte norte del estado de Veracruz a 50km al norte de la Ciudad de Cerro Azul. Existen oportunidades de intervención para aprovechamiento del gas, en vez de su emisión directa a la atmósfera.						
2. Consideraciones y supuestos							
Recuperar el gas que actualmente se quema en el Modulo 1 y Baterías 3 y 4, llevar a cabo la separación de CO2 y acondicionar el gas combustible para su aprovechamiento, reduciendo la emisión de contaminantes a la atmósfera.							
3. Método de estimación de medidas de mitigación							
Medida de mitigación 1:	Aprovechamiento de la quema de gas en el PEP Tres Hermanos, proyecto realizado en el 2010.						
Información para el cálculo de escenario						Referencia	
Datos de actividad:	Volumen de gas natural de alimentación a la planta de separación de CO2:					IMP, Planta de separación de CO2, especificaciones generales, Junio 2010	
	Año	2010	2011	2012	2013		2014
	Gas recuperado (MMPCSD)	13.82	13.11	11.81	10.52		9.31
	Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Gas recuperado (MMPCSD*)	8.32	7.41	6.61	5.92	5.29	4.66
	*Millones de pies cúbicos estándar por día						
Reducción estimada:	76.38 KtCO2.					INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio – preliminar.	

Supuestos aplicables:

Se utilizó el valor del documento elaborado por el INECC, de 76.38 KtCO₂ de mitigación.

Las reducciones obtenidas serán de

	2010	2015	2020	2025	2030
Kt CO ₂ e	0.0	76.38	76.38	76.38	76.38

4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Reporte los datos finales del proyecto

Referencias completas

- INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.
- IMP, (2010) Planta de separación de CO₂, especificaciones generales.

5.7.3 7c BRT Boca del Río

Sector: Transporte		
8. Información General		
Categoría:	Transferencia entre modalidades de transporte público	
Descripción:	Apoyar el transporte público urbano masivo para orientarlas hacia una movilidad urbana sustentable.	
9. Consideraciones y supuestos		
El gobierno federal a través del Fondo nacional de infraestructura tiene por objetivo impulsar la movilidad urbana en ciudades con más de 500,000 habitantes, Aunque existen proyectos ya en ejecución y en evaluación el proyecto de BRT para Boca del Río se encuentra apenas identificado.		
10. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Reducción de CO2e por reducción del uso del automóvil, mejor organización y eficiencia del transporte público.	
Información para el cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Se tienen identificados 39 proyectos de BRT en el país uno de ellos en Boca del Río, el cual se encuentra en etapa de de identificación.	Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM)
Reducción estimada:	2 MtCO2 por los 39 proyectos	INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost-curve and Project portfolio – preliminar.

Supuestos aplicables:

Se tienen considerados 39 proyectos para una reducción total de 2,000,000 de CO2

Status	proyectos	Pasajeros/día total	Km	Pasajeros / día / proyecto	Km/proyecto
Autorizados	9	1,417,465	197	157,496	21.89
Evaluación	10	1,453,564	175	145,356	17.50
Identificación BRT	16	2,034,663	309	127,166	19.31
Identificación trenes	4	950,000	80	237,500	20.00
Totales/Promedio	39	5,855,692	761	150,146	19.51

De los 39 proyectos, 1 se encuentra en Boca del Río Veracruz, y el estatus de dicho proyecto es "Identificado".

El total de Km a construir de es de 761Km, mientras que el promedio de los

Identificados es de 19.31, por lo que se utilizó este último valor para obtener un cálculo proporcional con respecto a las 2,000,000 de CO₂ que se tienen contempladas reducir para el año 2020.

$$\text{Mitigación/km} = \frac{2,000,000 \text{ tCO}_2}{761 \text{ Km}} = 2,628 \frac{\text{tCO}_2}{\text{Km}}$$

$$\text{Mitigación BRT Boca del Río} = \frac{2,628 \text{ tCO}_2}{\text{Km}} \times 19.31 \text{ Km} = 50,755 \text{ tCO}_2$$

Las reducciones obtenidas serán de

	2010	2015	2020	2025	2030
Kt CO ₂ e	0.0	0.0	50.75	50.75	50.75

4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones

- Que la información de producción de energía eléctrica por tecnología sea desglosada por entidad y por proyecto
- Precisión por parte de BANOBRAS de los años de inicio y finalización de los proyectos
- Beneficios de número de vehículos retirados.

Referencias completas

- Presentación Programa de apoyo federal al transporte masivo PROTAM en el Foro de eficiencia energética en el transporte urbano, BANOBRAS-SHCP, 7 noviembre 2013
- INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.

5.7.4 7d Mejora del autotransporte

Sector: Transporte						
1. Información General						
Categoría:	Autotransporte					
Descripción:	Eficiencia de vehículos, políticas de chatarrización, y eficiencia en transporte de carga					
2. Consideraciones y supuestos						
A nivel federal se estima una reducción de 55MtCO2e, que representa el 20% de la línea base						
3. Método de estimación de medidas de mitigación						
Medida de mitigación 1:	Aumento de la eficiencia de los vehículos ligeros Cambios en el transporte público y de mercancías Políticas públicas como chatarrización, importación de vehículos.					
Información para el cálculo de escenario						Referencia
Datos de actividad:	KtCO2e generadas por el sector autotransporte en el Estado					Cuarto informe, Anexo A Integración de línea base y escenarios de mitigación, Mexico low emissions development program (MLED)
	Combustible	2015	2020	2025	2030	
	Gasolina Magna	6,506	7,764	9,266	11,059	
	Diesel	3,673	4,312	5,061	5,869	
	Gasolina Premium	515	705	966	1,324	
	Gas LP	104	99	99	99	
	Total	10,800	12,883	15,394	18,353	
Reducción estimada:	20% de las emisiones de transporte de la línea base de autotransporte					INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio – preliminar.
Las reducciones obtenidas serán de:						
	2010	2015	2020	2025	2030	
Kt CO2e	0.00	2,160	2,577	3,079	3,671	
4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones						
• Proyecciones de ventas de vehículos a nivel Federal y Estatal						

Referencias completas
<ul style="list-style-type: none">• INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.• INEGI, Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013

5.7.5 7e Agricultura

Sector: Agricultura																
1. Información General																
Categoría:	Labranza y cosecha en verde															
Descripción:	Fomentar prácticas agrícolas sustentables, como la labranza de conservación para mantener las reservas de carbono e incrementar sus capacidades de captura															
2. Consideraciones y supuestos																
Se cuenta con 4 programas a nivel federal de apoyos para las mejoras de las prácticas agrícolas a través de la conservación de 250,00 ha de tierras agrícolas mediante el apoyo para la adquisición de maquinaria para labranza de conservación (5,000 máquinas en el periodo, considerando una superficie de 50ha/máquina).																
3. Método de estimación de medidas de mitigación																
Medida de mitigación 1:	a. Proporcionar equipos para labranza y conservación de suelos b. Cosechar en verde para la caña de azúcar c. Reconvertir tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente a sistemas sustentables															
Información para el cálculo de escenario				Referencia												
Datos de actividad:	Hectáreas de cultivo en México		22,136,742	INEGI, 2012												
	Hectáreas de cultivo en Ver		1,456,305													
	Porcentaje de área de cultivo		6.579%													
Reducción estimada:	Reducción de 440 Kt CO2 al año 2020			Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost-curve and Project portfolio												
Supuestos aplicables: Se realizo un cálculo proporcional entre las tierras cultivables a nivel nacional y las que se encuentran en el estado de Veracruz, con las toneladas de CO2 mitigables totales de los programas federales. Las reducciones obtenidas serán de																
<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>Kt CO2e</td><td>0</td><td>14.47</td><td>28.95</td><td>28.95</td><td>28.95</td></tr></table>						2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO2e	0	14.47	28.95	28.95	28.95
	2010	2015	2020	2025	2030											
Kt CO2e	0	14.47	28.95	28.95	28.95											
4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones <ul style="list-style-type: none">• Actualizar hectáreas de cosecha en el Estado• Área que potencialmente puede entrar en alguno de los 4 programas																

Referencias completas
<ul style="list-style-type: none">• 2013-2027Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio• México en Cifras, 2011, INEGI• SAGARPA (2012), MÉXICO: el sector agropecuario Ante el desafío del cambio Climático

5.7.6 7f Manejo de nutrientes, para reducir su consumo en tierras agrícolas

Sector: Agricultura																
1. Información General																
Categoría:	Manejo de nutrientes de tierras agrícolas															
Descripción:	Mejora en el uso de nutrientes para reducir su consumo, los cuales constituye una fuente de las emisiones de GEI															
2. Consideraciones y supuestos																
3. Método de estimación de medidas de mitigación																
Medida de mitigación 1:	Disminuir las emisiones de GEI por la disminución en el consumo de fertilizantes inorgánicos															
Información para el cálculo de escenario				Referencia												
Datos de actividad:				INEGI, 2012												
	Hectáreas de cultivo en México	22,136,742														
	Hectáreas de cultivo en Ver	1,456,305														
	Porcentaje de área de cultivo	6.579%														
Reducción estimada:	6 MtCO2e para el año 2020.			INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost-curve and Project portfolio – preliminar.												
Supuestos aplicables:																
Se calculó la fracción de toneladas de las tierras cultivables que se encuentran en el Estado respecto a las tierras cultivables a nivel nacionales, para obtener una proporción de las tCO2e que se pueden mitigar a nivel estatal respecto a las 6,000Kton a nivel nacional																
Las reducciones obtenidas serán de																
<table><tr><td></td><td>2010</td><td>2015</td><td>2020</td><td>2025</td><td>2030</td></tr><tr><td>Kt CO2e</td><td>0</td><td>197.36</td><td>394.72</td><td>394.72</td><td>394.72</td></tr></table>						2010	2015	2020	2025	2030	Kt CO2e	0	197.36	394.72	394.72	394.72
	2010	2015	2020	2025	2030											
Kt CO2e	0	197.36	394.72	394.72	394.72											
4. Áreas de oportunidad para mejorar la estimación de los cálculos de las reducciones																
<ul style="list-style-type: none">• Actualizar hectáreas de cosecha en el Estado• Tipos de nutrientes que se utilizarían• Volumen y tipos de fertilizantes inorgánicos que se dejarían de utilizar																
Referencias completas																

- INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.
- México en Cifras, 2011, INEGI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a la definición del año base y año horizonte (2010-2030) y su configuración en LEAP, en la Línea Base se describe la demanda energética y emisiones de los sectores que consumen energía y por otra parte las tendencias de emisiones de los sectores no energéticos. Dicho escenario de línea base para el periodo 2010-2030, denominado también BAU-Business as Usual representa las condiciones tendenciales de actividad economía y energética. Es decir, dicho escenario tendencial supone una continuidad respecto de la evolución histórica reciente del sistema energético y no energético. Al respecto se adoptaron los propios supuestos e información de referencia de la "Prospectiva de petróleo crudo y petrolíferos 2013-2027" así como de las "Prospectivas de gas natural y gas LP 2013-2027" publicadas por SENER. Ambas prospectivas parten de las perspectivas económicas elaboradas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en el documento "Criterios Generales de Política Económica 2013" así como de prospectivas estimadas por PEMEX y SENER respecto a la producción y precios de petróleo y petrolíferos. Las principales variables macroeconómicas consideradas son el crecimiento poblacional, proyección de crecimiento del PIB, precios de gasolinas, presupuestos de exploración y producción de hidrocarburos. Si bien este conjunto de supuestos parte de referencias de índole nacional se ha adaptado su aplicación a nivel del estado de Veracruz. Este enfoque es sistemático y comparable a la planeación energética nacional por lo que se considera que Línea Base es representativa de las condiciones que pueden esperarse en el estado de Veracruz.
2. A fin de poder comparar los escenarios de mitigación compatibles con la Línea Base, se mantiene una secuencia de opciones de mitigación ordenadas con base en los principales sectores de demanda energética (Transporte, Agrícola, Industrial, Residencial, Comercio y Servicio y Petrolero) así como 5 sectores adicionales considerados como no

energéticos (Silvicultura, Agricultura, Desechos, Industria y Venteo y quema de gas natural). Esta secuencia es consistente con los sectores considerados en el Inventario estatal de GEI así como con la Línea Base y su modelación en la herramienta LEAP. De esta forma, se asegura que la estimación de reducción de emisiones sea consistente a las proyecciones de Línea de Base y que en todo caso pueda agregarse la suma de medidas para estimar un potencial estatal de mitigación. Este enfoque puede ser aplicado a nivel de cada estado para que los PEACC puedan apoyarse con ejercicios como el documentado en el presente informe.

3. Los resultados del proyecto permiten identificar un potencial de mitigación de hasta 12 Mton CO₂e (anuales) para el año 2030, lo que representa hasta un 14% de reducción de emisiones en relación a la Línea Base. Este potencial dividido en dos grupos de medidas (escenario 1 de mitigación esperada y escenario 2 de mitigación teórica máxima) incluye 21 medidas que son razonablemente factibles de implementar en términos económicos, ambientales y de beneficio social. Los supuestos asumidos en la modelación de las medidas se apegan a los programas institucionales y/o condiciones más factibles de instrumentación. La contabilización de emisiones reflejada en este informe servirá para apoyar la ejecución y seguimiento de dichos programas e incluso en algunos casos a gestionar posibles apoyos de financiamiento y desarrollo ejecutivo de proyectos.
4. Los sectores con mayor generación de emisiones y que por ende representan las mayores áreas de oportunidad para la implementación de medidas de mitigación son la generación de energía (tanto de petrolíferos como de electricidad) y el transporte. Al respecto, las medidas que pueden alcanzar las mayores reducciones corresponden a la eficiencia de vehículos, políticas de chatarrización y eficiencia en transporte de carga así como la introducción de minihidro-eléctricas, la ampliación de

generación nuclear y la reducción de pérdidas de distribución y transmisión de electricidad. Estas 4 medidas representan aproximadamente 6 Mton CO₂e, es decir mas de la mitad del potencial de mitigación del conjunto de 21 medidas de mitigación del estado de Veracruz.

5. Es recomendable que en apoyo al seguimiento al PEACC se diseñe un programa y sistema de autoevaluación para informar tanto a las autoridades como a la población interesada y de esta manera poder comparar las cifras con los compromisos nacionales e internacionales. Un primer paso al respecto lo representa la entrega del presente informe a la autoridad ambiental del estado de Veracruz. A partir de la información proporcionada podrán buscarse los mecanismos de seguimiento e implementación de medidas, incluso a través de la definición de rutas críticas que reconozcan las áreas de responsabilidad o roles que deben jugar las instituciones involucradas en la implementación de las medidas.
6. Las 21 medidas de mitigación descritas en este informe representan aun una meta menor si se tiene presente la meta indicativa señalada por la Ley de Cambio Climático de reducir un 30% de las emisiones GEI con respecto a la línea base en el año 2020 así como un 50% de reducción de emisiones al 2050 (respecto al año base de 2000). Ante ello, el gobierno estatal deberá hacer un esfuerzo por generar una mayor cantidad de datos y planeación prospectiva que permitan buscar nuevas medidas para reducir las medidas de GEI por el 16% restante de la mitigación requerida al 2030.
7. El seguimiento de medidas individuales permitirá apoyar la implementación y el seguimiento correspondiente por lo que deberá cuantificarse la reducción alcanzada al paso del tiempo por dichas medidas. Para que una vez implementadas las medidas se pueda pasar a la etapa de comercialización de bonos de carbono, las medidas descritas podrán desarrollarse bajo esquemas de MRV o equivalentes reconocidos por programas como el Mecanismo de Desarrollo Limpio o su sucedáneo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAM (2000).** Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala de la Asunción.
- Anuario Estadístico, 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de SAGARPA - Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México.
- CFE, Programa** de Obras e inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 (POISE)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad.** Catálogo de tecnología alternativa. Espacios de Innovación Tecnológica.
- CONADESUCA (2010),** Estimados de producción de Caña y Azúcar Zafra en México.
- CONAPO (2014).** Indicadores Demográficos de la República Mexicana.http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indicadores_Demograficos_de_la_Republica_Mexicana.
- CONAPO (2014).** Veracruz: Indicadores demográficos, 2010-2030.http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Analisis.
- CONUE.** Estudio sobre Cogeneración en el Sector Industrial en México.
- E Alan Ellis, 2010 Vegetación y Uso de suelo- Universidad Veracruzana.
- Estado de Veracruz (2010),** La importancia de su participación en el desarrollo energético del país y la reforma propuesta por el sector. Oficina del Programa de Gobierno y Consejería Judicial.
- Estructuplan.**<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1928>
- FAO (1999).** Animal Production and Development Initiative.<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>
- FAO (2011).** Manual de Biogás. Minergia/PNUD/FAO/GEF. Chile.
- FAO (2012).** Tallere-biodigestores y biogás Paraguay.
- FAO (2013).** Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Producción Ganadera. Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson y Hairinder P.S. Makkar.
- FAO (2013).** Tackling climate change through livestock. Rome.
- Gobierno del Estado de Veracruz.** Monografía de la Caña de Azúcar.
- Gobierno del Estado de Veracruz.** Veracruz y la Energía.
- Herrera, A. 2010. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. INE-PENUD. México.
- <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/GOBVERSFP/SFPPDIFUSION/SFPOTRASPUBLICACIONES/SFPANUARIOESTADISTICO>
- <http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2012/12/3-Poblacion-2012.pdf>
- ICLEI.** Guía para el Aprovechamiento de Biogás en Rellenos Sanitarios Municipales. Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. Secretariado para México, Centroamérica y el Caribe.
- IMP, (2010)** ingeniería de infraestructura para la planta de separación de CO₂, del proyecto mdI (mecanismo de desarrollo limpio) en el campo tres hermanos perteneciente al activo integral poza rica-altamira, fase III.
- INE, 2012. Avances de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/> (última consulta: febrero 10, 2013)
- INECC (2007).** Formulación de lineamientos de políticas en materia de eficiencia energética en sectores clave de la economía mexicana para el programa especial de cambio climático (INECC- Centro Mario Molina)

INECC (2010). Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México

INECC (2012). Proyecto Piloto: Evaluación Integral sobre Forzadores de Clima de vida Corta en México.

INECC (2013). Anexo II Metodológico del diagnóstico de Mitigación. www.encc.gob.mx/documentos/am-mitigacion.pdf

INECC-SEMARNAT (2013) Updated analysis on Mexico's GHG baseline, marginal abatement cost- curve and Project portfolio –preliminar.

INEGI (2010). Anuario estadístico del estado de Veracruz, publicado por el INEGI, para el 2010

INEGI (2013). PIB y encuestas nacionales. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>

INEGI, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Anuario de estadísticas por entidad federativa.

INEGI, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Prospectiva estadística Veracruz de Ignacio de la Llave. Diciembre de 2012.

INE-PNUD-SEMARNAT (2010). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010.

INE-PNUD-SEMARNAT (2012). Actualización del Inventario de Nacional de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero 1990-2010 en la categoría Agricultura.

INE-PNUD-SEMARNAT (2012). Actualización del Inventario de Nacional de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero 1990-2010 en la categoría de Desechos.

INE-PNUD-SEMARNAT (2012). Actualización del Inventario de Nacional de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero 1990-2010 para las categorías de energía y procesos industriales.

INE-PNUD-SEMARNAT (2012). Determinación de factores de emisión para emisiones fugitivas de la industria petrolera en México.

Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2010. Secretaría de Medio Ambiente del estado de Veracruz.

IPCC (2006), Capítulo 2, "Combustión estacionaria".

IPCC, 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 1. Orientación general y generación de informes.

LEAP, 2007. LEAP, Users Guide for version 2011-firs draft. SEI- Stockholm Environment Institute – U.S. Center

Ley General de Cambio Climático, 2012. Diario Oficial de la Federación (DOF) México [en línea]. Disponible en <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo71395.doc>

OSCIDEVNET(2013). Pasto ayuda a reducir el calentamiento global. <http://m.scidev.net/america-latina/agricultura/noticias/pasto-ayuda-a-reducir-el-calentamiento-global.html>.

PACMUN, 2012. Plan de Acción Climática Municipal. <http://pacmun.org.mx/>. (última consulta: febrero 11, 2013)

PEACC (2011). Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Sonora.

PNUMA (1996). Tecnologías, Políticas y Medidas para Mitigar el Cambio Climático. Grupo Integral de Expertos sobre el Cambio Climático.

POISE (2012). Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026.

Programa de apoyo federal al transporte masivo PROTAM en el Foro de eficiencia energética en el transporte urbano, BANOBRAS-SHCP, 7 noviembre 2013

SAGARPA (2012), MÉXICO: el sector agropecuario ante el desafío del cambio Climático.

[SAGARPA-SIAP \(2013\), Sistema de información agroalimentaria. http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428](http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428)

SEDESOL. Manual para la Rehabilitación y Clausura de Tiraderos a Cielo Abierto.

SEMARNAT-INE, 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Primera edición. México.

SEMARNAT-INECC, 2012. Bases para una Estrategia de Desarrollo Bajo en Emisiones en México. Primera edición. México.

SENER (2012), Balance Nacional de Energía 2012

SENER (2012), Prospectivas de energías Renovables 2012-2026

SENER (2013), Prospectiva de Gas Natural y Gas LP 2013-2027

SENER (2013), Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2013-2027

SENER (2013), Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027

SENER, 2012. Balance Nacional de Energía 2011. Dirección General de Planeación Energética. México.

SFA-SAGARPA (2011), Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020.

http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/estudios_economicos/escenariobase/perspectivalp_11-20.pdf

Sheinbaum (2010), Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (INE e Instituto de Ingeniería de la UNAM)

Sheinbaum C, Briceño S, Robles G. 2012. Guía para realizar balances energéticos estatales para la estimación de inventarios de gases de efecto invernadero. Informe Final que presenta el instituto de Ingeniera dela UNAN al Instituto Nacional de Ecología

UNAM-CIE. Patrones de uso de leña en México: situación actual y perspectivas a largo plazo. Omar Masera.

UNFCCC, 2013. http://unfccc.int/cooperation_support/nama/items/7476.php. Ultima consulta 1 de mayo del 2013.

USAID, 2012a. Guía para la armonización de instrumentos legales y económicos de estados y municipios conforme a la Ley General de Cambio Climático.- Mexico Low Emissions Development Program (MLED).Tetra Tech ES INC.

USAID, 2012b. Índices de presupuestos verdes: análisis de presupuestos de egresos que incentive acciones ambientales en sectores estratégicos de competencia estatal- México *Low Emissions Development Program* (MLED).Tetra Tech ES INC.

USAID, 2012c. Políticas estatales en materia de cambio climático de las 32 entidades federativas de México- Mexico Low Emissions Development Progrma (MLED).Tetra Tech ES INC.

UV, 2009. Universidad Veracruzana. Programa Veracruzano ante el cambio climático. Versión corregida y aumentada. Junio 2009.

8. Anexos

Anexo. Proceso de análisis y selección de medidas a incluirse en el Escenario (2) de potencial teórico de mitigación.

El análisis de las acciones que se especifican en el documento de “Análisis de actualización de la línea base de GEI de México” realizado por el INECC en el 2013, se llevó a cabo como lo muestra en el Diagrama 1.

Diagrama 1. Proceso de selección de acciones de la curva de costos.

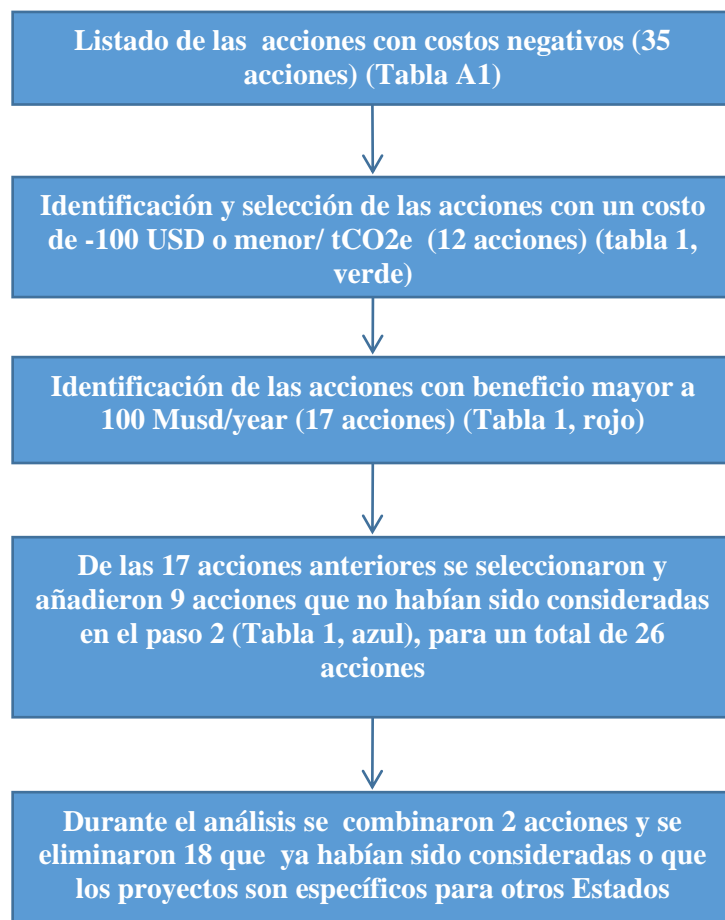


Tabla A1. Acciones de la curva de costos con costos negativos

Costo - USD/tCO ₂ e	Action	MtCO ₂ /year	MUSD/year
Transporte			
300	Policy changes (vehicle mix, scrapping program, and ban on imported cars)	8.5	2,550.0
150	Modal shift public transport	6	900.0
150	LDV fuel efficiency	20	3,000.0
50	HDV fuel efficiency	8	400.0
25	Low GWP MVACS	1	25.0
Power			
320	Reduced T&D losses (SCADA)	6	1,920.0
50	Geothermal	17	850.0
20	Small hydro	9	180.0
19	Large hydro	3	57.0
Oil and Gas			
360	Cogeneration – downstream	13	4,680.0
100	Energy efficiency projects – downstream	3	300.0
80	Energy efficiency projects - upstream	0.5	40.0
80	More energy efficient new builds upstream	1	80.0
60	Procedural changes and improved maintenance and process control upstream	1.5	90.0
40	Reduced flaring upstream	24	960.0
25	Replace seals – midstream	0.7	17.5
10	Maintain compressors midstream	0.7	7.0
5	Preventing venting during pipeline maintenance midstream	0.7	3.5
5	Distribution Maintenance midstream	0.7	3.5
Waste			
50	Landfill gas electricity generation	9	450.0
40	Recycling new waste	22	880.0
Cement			
150	Fuel substitution - Fossil/ bio waste	1.3	195.0
30	Cogeneration Cement	0.1	3.0
Chemical			
275	Fuel shift oil to gas	0.1	27.5
205	Ethanol conversion to bio-ethylene	0.35	71.8
Iron and Steel			
170	Cogeneration Iron & Steel	0.1	17.0
140	Energy efficiency	0.9	126.0
110	Coke dry quenching	0.1	11.0

Costo - USD/ tCO ₂ e	Action	MtCO ₂ /year	Musd/year
80	Direct casting	0.5	40.0
3	BF/BOF to EAF-DRI shift, new build	2	6.0
4	Top gas recycling	0.5	2.0
Other industry			
40	Energy efficiency	7.4	296.0
Agriculture			
70	Tillage and Residue management practices	3.8	266.0
40	Cropland nutrient management	5.5	220.0
40	Grassland nutrient management	0.2	8.0

www.mledprogram.org



USAID | MÉXICO
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA