



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

TERCER INFORME

ANEXO A

INTEGRACIÓN DE LÍNEA BASE Y ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM (MLED).

CONTRACT: US0397-PO-13-0310

Mayo, 2014.

Este informe fue elaborado por Tetra Tech 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

ANEXO A

**INTEGRACIÓN DE LÍNEA BASE Y ESCENARIOS DE
MITIGACIÓN**

Índice

1	Elementos del escenario tendencial.....	5
1.1	Supuestos clave.....	5
1.1.1	Fugas y venteos.....	6
1.1.2	Industria.....	6
1.1.3	Residencial, comercial y servicios.....	7
1.1.4	Transporte.....	7
1.1.5	Desechos.....	7
1.1.6	Agropecuario.....	8
1.1.7	Forestal y cambio de uso de suelo.....	8
2	Configuración de datos en LEAP.....	9
3	Demanda.....	10
3.1	Proyección de la demanda.....	12
3.2	Demanda del Sector transporte.....	15
3.3	Proyecciones del sector transporte.....	21
3.3.1	Proyección energética del Subsector Autotransporte.....	23
3.3.2	Proyección de emisiones GEI del sector Transporte.....	23
3.3.2.1	Proyección de emisiones GEI del sector Autotransporte.....	25
3.4	Demanda energética del sector Residencial.....	25
3.5	Proyección de emisiones GEI generadas por el sector residencial.....	30
3.6	Demanda energética del sector comercial y de servicios.....	31
3.7	Proyección de emisiones GEI generadas por el sector comercios y servicios.....	35
3.8	Demanda energética del sector petrolero.....	36
3.9	Proyección de emisiones GEI generadas por el sector petrolero.....	39
3.10	Demanda de energía del sector industrial.....	40
3.11	Proyección de emisiones GEI generadas por el sector industrial.....	46
3.12	Demanda de energía del sector agrícola.....	48
3.13	Proyección de emisiones GEI generadas por el sector agrícola.....	51
4	Transformación.....	52

5	No energético	55
5.1	Proyección de emisiones provenientes de la silvicultura	56
5.2	Proyección de emisiones provenientes de actividades agrícolas	58
5.3	Proyección de emisiones provenientes de actividades industriales.....	62
5.4	Proyección de emisiones provenientes del venteo y quema de Gas Natural.....	64
5.5	Proyección de emisiones GEI provenientes de los desechos.....	66
5.5.1	Proyección de emisiones provenientes de Desechos sólidos	67
5.5.2	Proyección de emisiones provenientes de aguas residuales	70
6	Resumen de emisiones de la Línea Base	77
7	Bibliografía.....	82

1 Elementos del escenario tendencial

En el marco del presente estudio, se describe el escenario de demanda energética de los sectores que consumen energía derivada de una actividad 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; para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, y se plantea un escenario para el periodo 2010-2030, denominados tendencial o BAU-Business as Usual).

El escenario tendencial, supone una continuidad respecto de la evolución histórica reciente del sistema energético, fue realizado considerando como base la información contenida en las prospectivas de petróleo y petrolíferos así como la correspondiente a gas natural y gas L.P., ambas fuentes de información consideran políticas inerciales tanto de PEMEX, como de la CFE ya definidas, adicionalmente consideran el crecimiento poblacional, precios de los combustibles y el avance tecnológico por ejemplo en el caso de gas L.P. las proyecciones de la demanda incluyen las mejoras de la eficiencia de las estufas y calentadores, el incremento del uso de energía solar, etc. Respecto al sector no energético se consideraron las proyecciones del Producto Interno Bruto (PIB). Tal como se mencionó, el año base es 2010 y el horizonte el año 2030.

1.1 Supuestos clave

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

1.1.1 Fugas y venteos

Se utilizaron las emisiones GEI 2010 del inventario de emisiones para Veracruz y con la 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.

1.1.2 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.

1.1.3 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.

1.1.4 Transporte

Demanda de combustibles

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

- Gasolina
- Diesel
- Gas LP
- Turbosina

1.1.5 Desechos

Se realizó el ejercicio de manera similar al utilizado en el Anexo II para aguas residuales industria azucarera y los resultados de las emisiones son muy elevados. Por lo que se decidió actualizar 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.

1.1.6 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.

1.1.7 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.

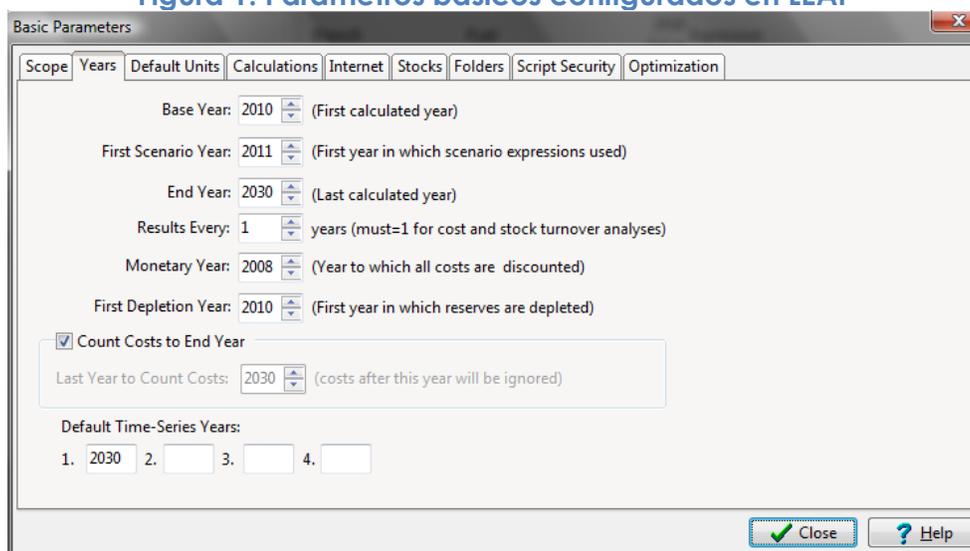
- Área arbolada del IE Veracruz 2010
- Total wooded land del IE Veracruz 2010
- Series de ecuaciones que se alimentan en el Key assumption

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

2 Configuración de datos en LEAP

El primer parámetro definido fue el año base 2010, a continuación se establecieron los parámetros básicos en LEAP, como a continuación se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Parámetros básicos configurados en LEAP



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 2.

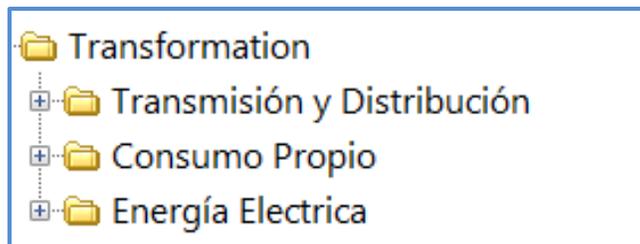
Figura 2. Configuración de la demanda por rama



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 3.

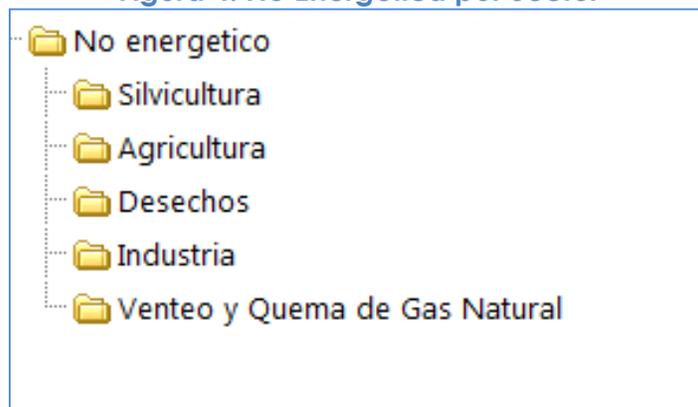
Figura 3. Configuración de Transformación por rama



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.

Figura 4. No Energética por Sector

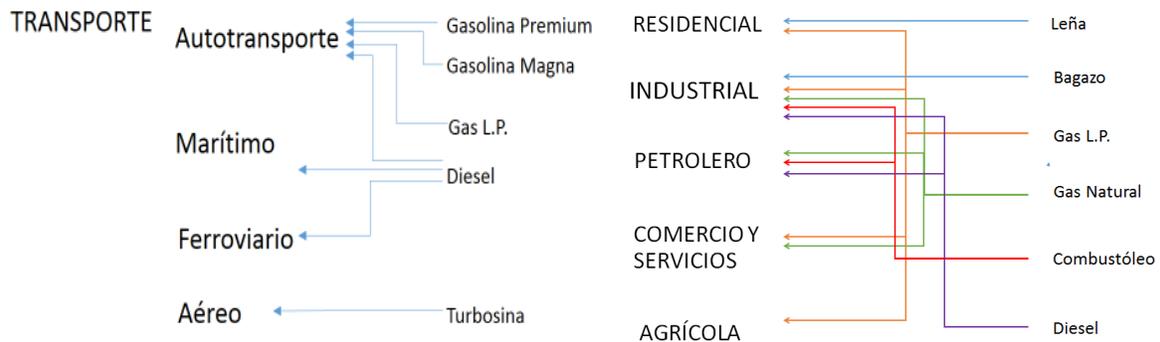


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3 Demanda

La apertura de los consumos finales de energía propuesta se muestra en la siguiente Figura 5. Se puede observar que ésta es coincidente con la apertura del último inventario de emisiones de la entidad.

Figura 5. Demanda Energética por Sector



Fuente: Elaboración propia

A partir de la estimación del consumo de cada fuente energética, se presentará en el modelo LEAP la tendencia de energéticos en cada escenario para obtener el cálculo de las emisiones GEI. Como se mencionó anteriormente, el primer año de proyección de la línea base corresponde al 2010 y el último al 2030, mismos que estarán configurados en la herramienta LEAP.

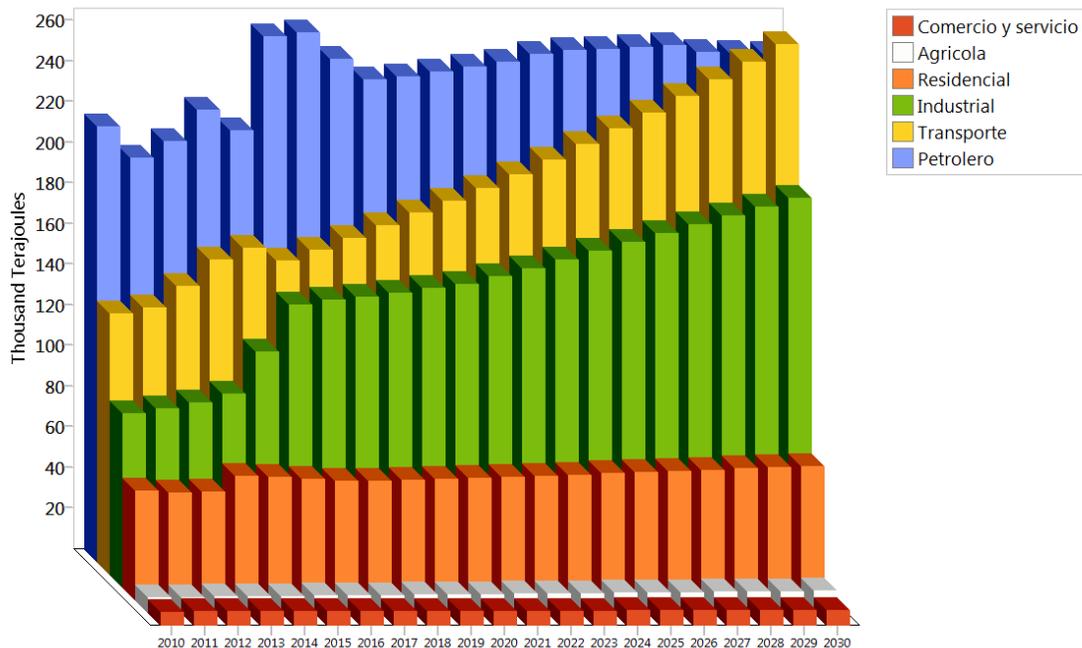
Los datos de consumos de combustibles de cada sector para el año base se tomaron del consumo reportado en los documentos de las Prospectivas de Petrolíferos y el de Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. ambas para el periodo 2013-2027, sólo para el consumo de leña y bagazo, estos fueron determinados por metodologías alternas.

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.

3.1 Proyección de la demanda

En la siguiente Figura 6 se presenta la proyección de la demanda energética 2010-2030, para los seis sectores, se puede notar que el sector petrolero es el que tiene mayor demanda energética, le siguen el transporte y el sector industrial.

Figura 6. Demanda energética de todos los sectores de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En las Tablas 1 y 2 se desglosan los consumos energéticos totales por sector y por tipo de combustible con una proyección al año 2030 en periodos de 5 años.

Tabla 1. Demanda interna de energía por sectores, 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

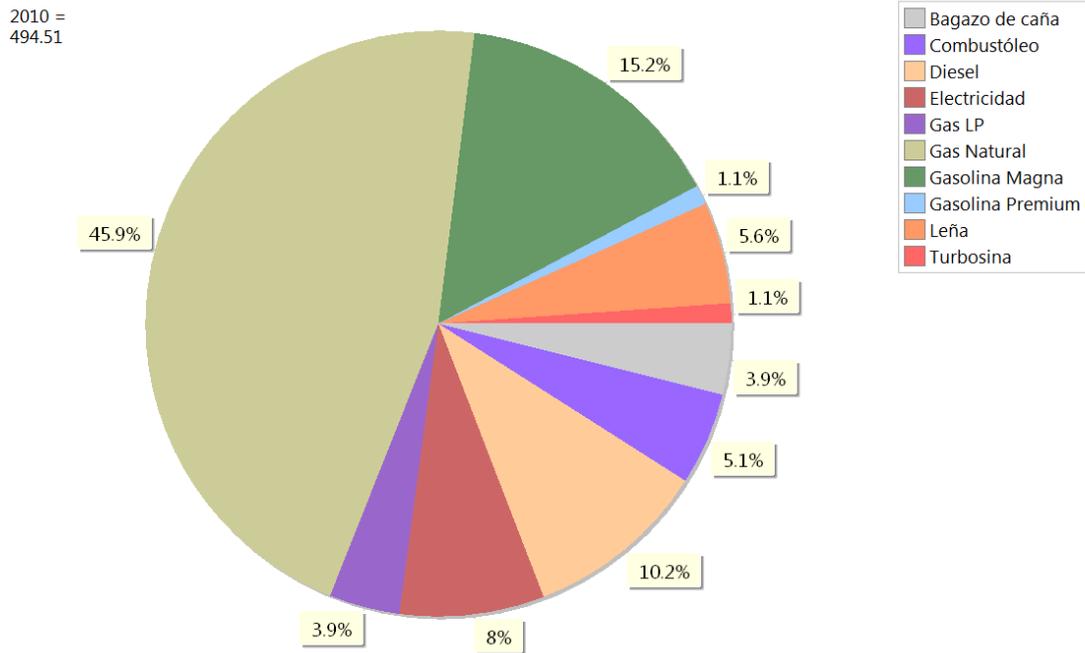
Tabla 2. Consumo total de energéticos por tipo (PJ)

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

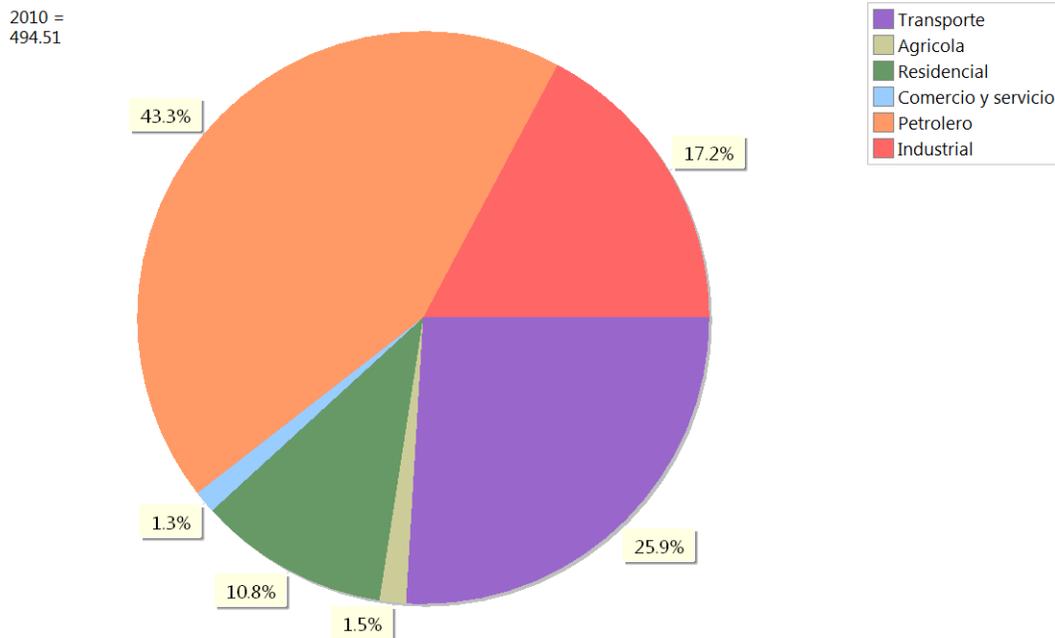
Con respecto al año base se puede observar que el mayor porcentaje de participación en relación a consumos energéticos es el gas natural con cerca del 46 % seguido de la gasolina magna con un 15 %, debido a que la entidad tiene una importante actividad de transporte, como se observa en las Figuras 7 y 8 la demanda de energía por sector.

Figura 7. Participación por tipo de combustible (%)



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

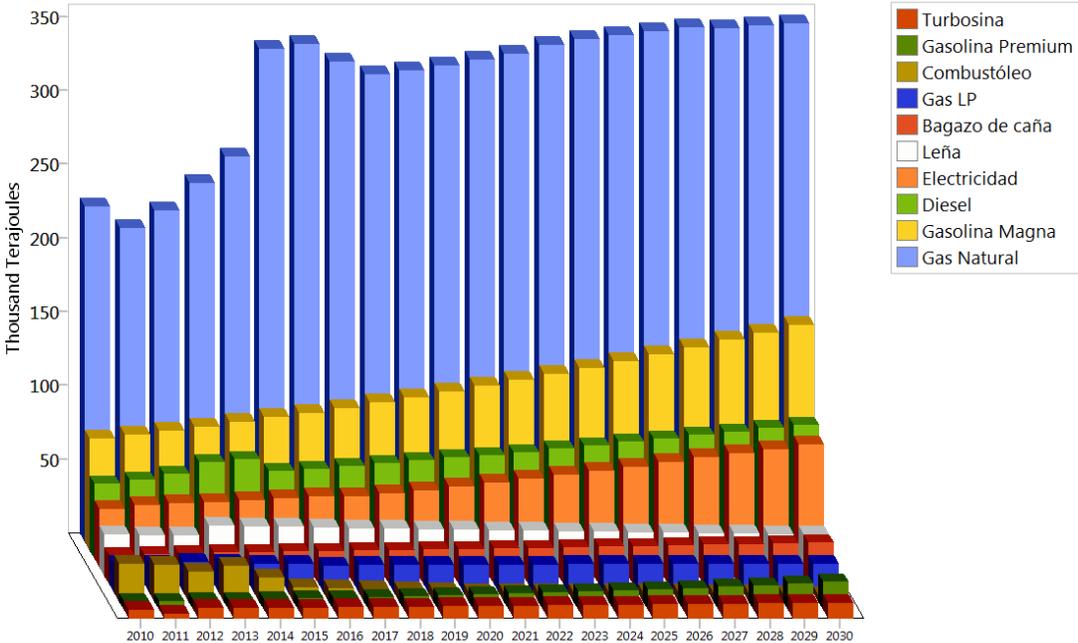
Figura 8. Demanda de energía por sector (%)



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la demanda de energéticos para el periodo 2010-2030, el gas natural permanecerá siendo el de mayor consumo, seguido de la gasolina magna y el diésel, como se puede apreciar en la Figura 9.

Figura 9. Demanda de energéticos por subsectores en el periodo 2010-2030

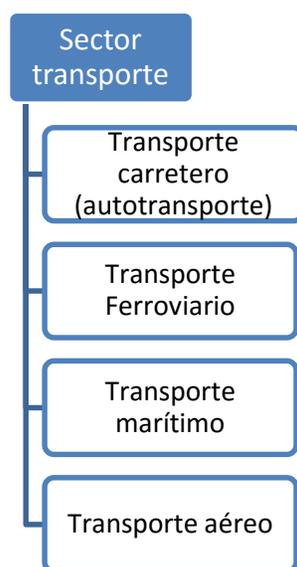


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.2 Demanda del Sector transporte

La apertura sectorial del consumo final de energía propuesta se muestra en la Figura 10. Coincidiendo de este modo la apertura del último inventario de emisiones de la entidad.

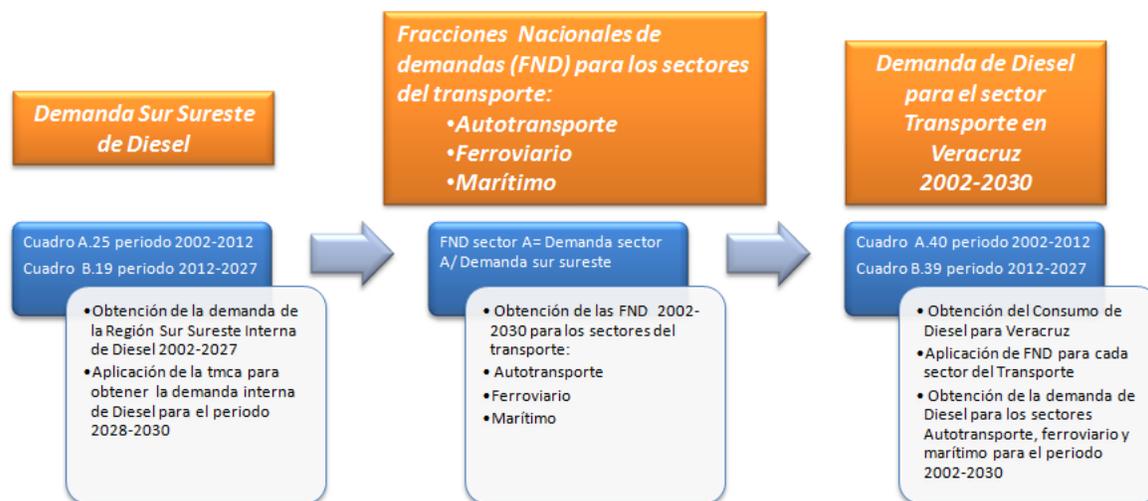
Figura 10. Apertura sectorial del transporte



Fuente: Elaboración propia

En las Figuras 11, 12, 13y 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 las demandas o consumos desde 2002, para poder contar con la información del 2010, que es el año base del escenario.

Figura 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 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).

A continuación se presenta la Tabla 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 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
Ferrovionario	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 12. Metodología para la obtención de la proyección de 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 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).

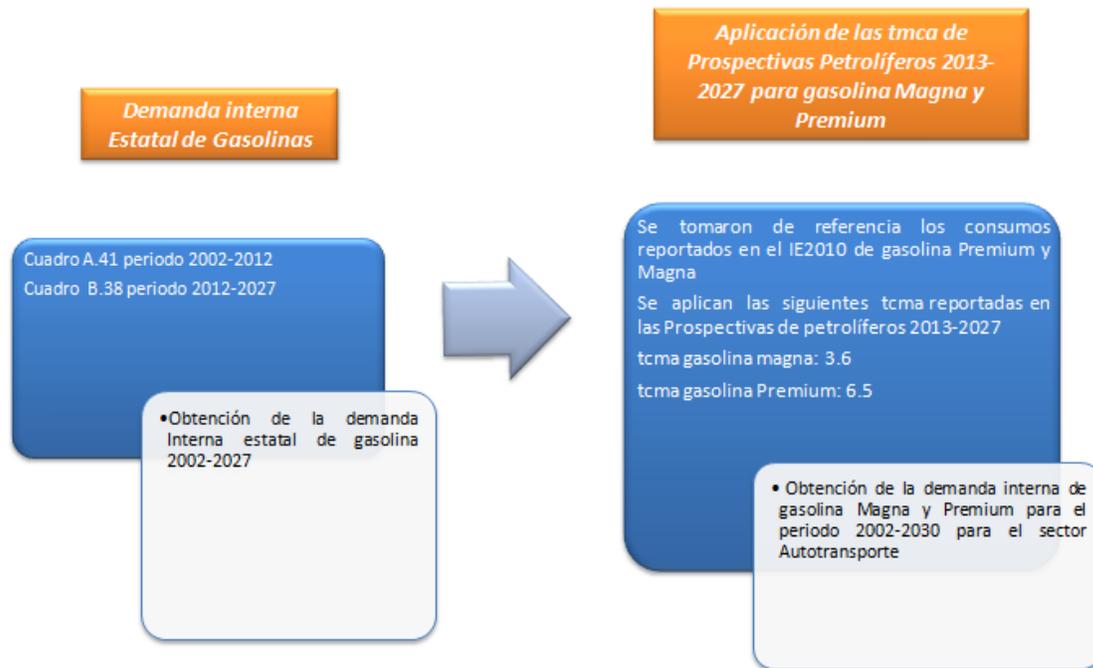
A continuación se presenta en la Tabla 4 de manera resumida cada 5 años los consumos de turbosina que se determinaron para el sector transporte aéreo en el periodo 2010-2030.

Tabla 4. 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 13. Metodología para la obtención de la proyección de 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 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).

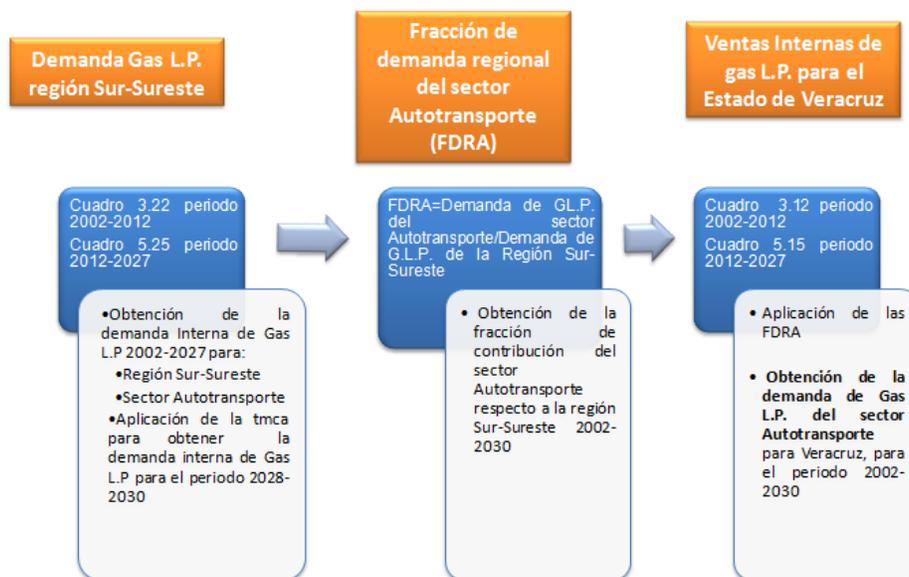
A continuación se presenta en la Tabla 5 de manera resumida el consumo para cada 5 años de gasolina Premium y Magna que se determinaron para el sector Autotransporte en el periodo 2010-2030.

Tabla 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 14. Metodología para la obtención de la proyección de 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 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).

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 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

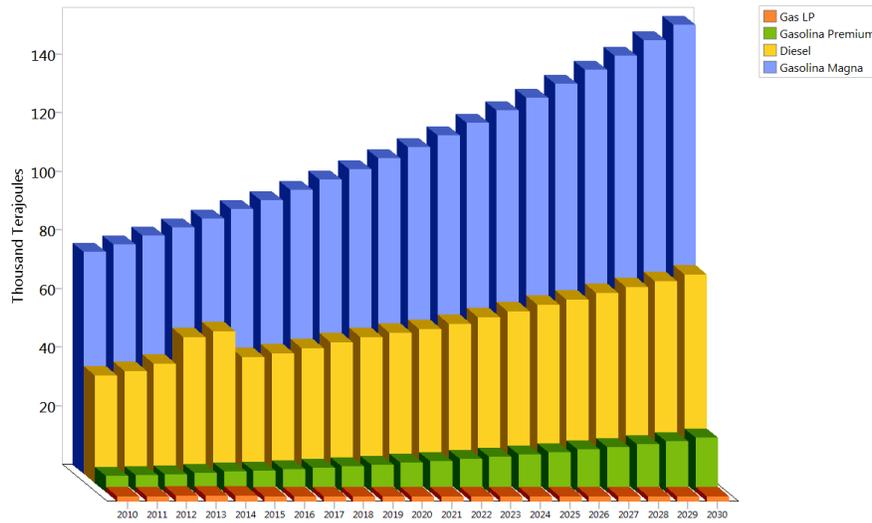
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.3 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 15 se muestra la tendencia del consumo y tipo de combustibles 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.

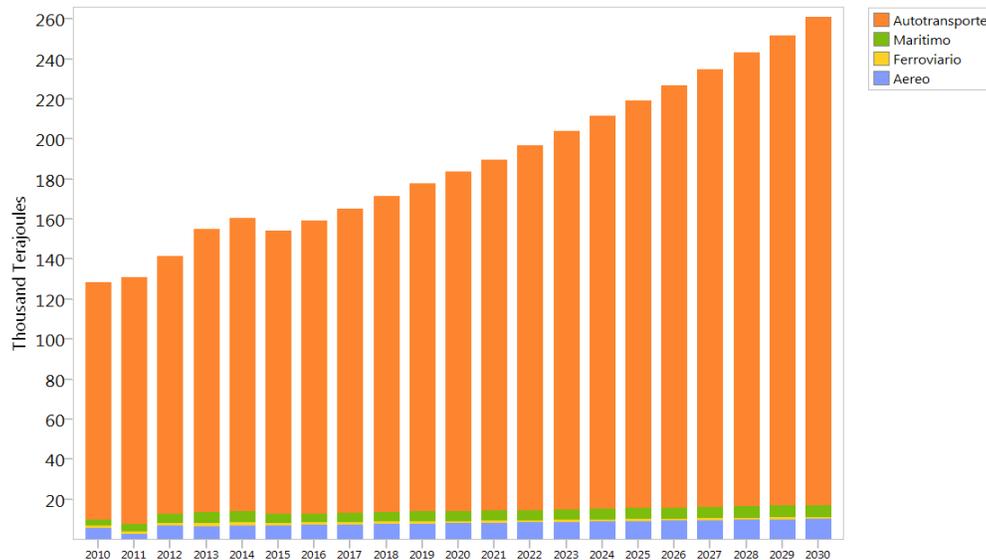
Figura 15. Proyección de consumos de combustibles del sector transporte para el 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Figura 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 16. Proyección del consumo energético por los sectores del sector transporte para el 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.3.1 Proyección energética del Subsector Autotransporte

El autotransporte es el que tiene la mayor demanda dentro del transporte, en la Tabla 7 se puede notar que los combustibles de mayor demanda son el Diesel y la gasolina Magna, y esta tendencia se conserva durante el periodo 2010-2030.

Tabla 7. Consumo de combustibles en el sector autotransporte (miles de TJ)

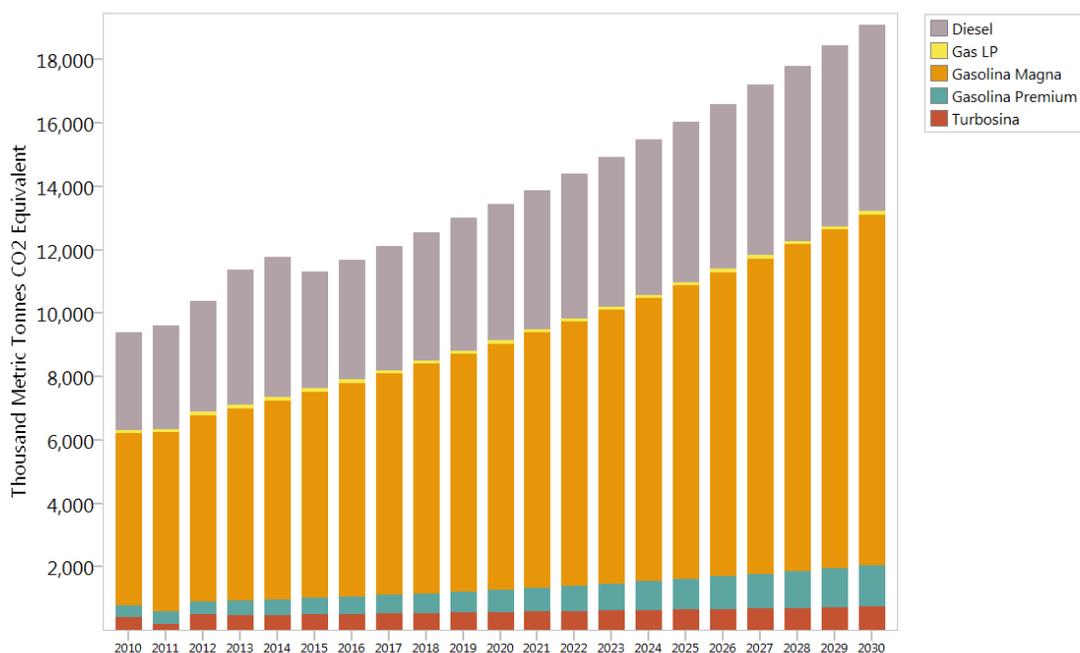
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gasolina Magna	75.40	89.99	107.39	128.16	152.96
Diesel	36.55	42.87	51.01	60.55	70.93
Gasolina Premium	5.20	7.12	9.76	13.37	18.32
Gas LP	1.52	1.63	1.54	1.54	1.54
Total	118.67	141.61	169.70	203.64	243.76

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.3.2 Proyección de emisiones GEI del sector Transporte

En relación a las emisiones de GEI, las principales aportaciones corresponden al autotransporte. En la Figura 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 17. Tendencia de emisiones GEI del sector Transporte



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la siguiente Tabla 8 se muestran las emisiones para la demanda de energía del sector transporte con el 2010 como año base hasta el 2030.

Tabla 8. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector transporte.

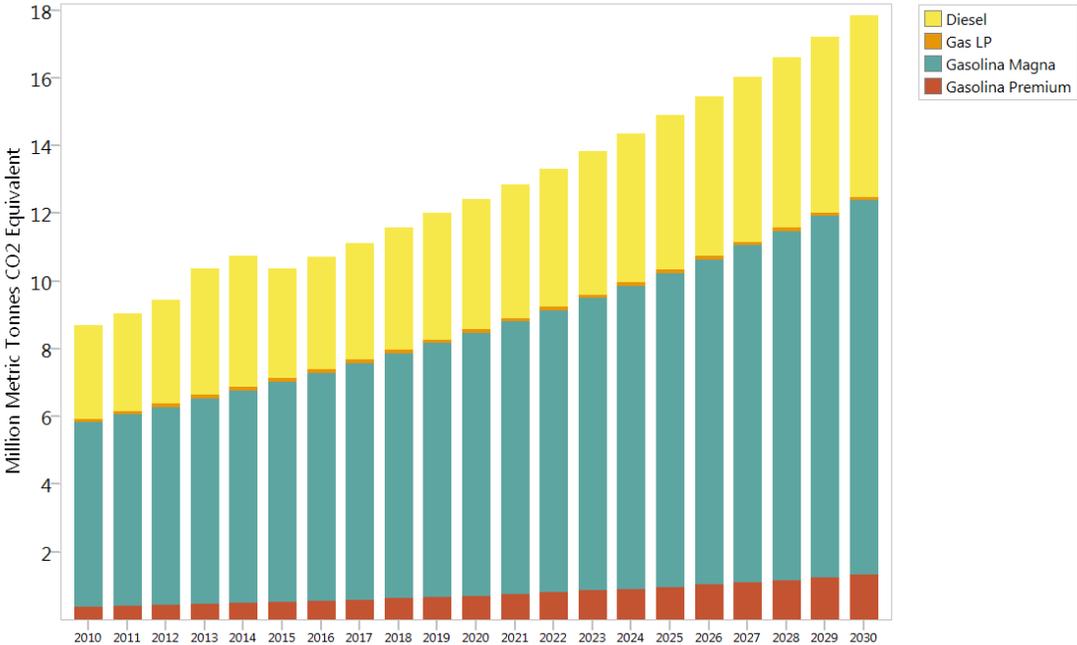
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gasolina Magna	5,451.80	6,506.37	7,764.92	9,266.93	11,059.48
Diesel	3,075.96	3,673.58	4,312.98	5,061.12	5,869.32
Turbosina	390.98	491.13	565.13	642.40	727.12
Gasolina Premium	375.99	515.13	705.78	966.98	1,324.84
Gas LP	97.91	104.92	99.35	99.52	99.49
Total	9,392.63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

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.3.2.1 Proyección de emisiones GEI del sector Autotransporte

En la Figura 18 se identifica que la gasolina Magna y el diesel son los principales emisores de GEI en el Autotransporte.

Figura 18. Tendencia de emisiones GEI del autotransporte

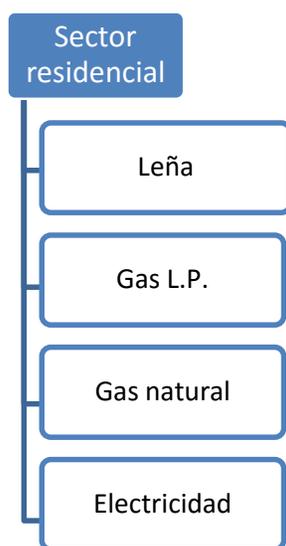


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.4 Demanda energética del sector Residencial

La apertura en la demanda del sector residencial, se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Apertura sectorial del residencial



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Demanda interna energética 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

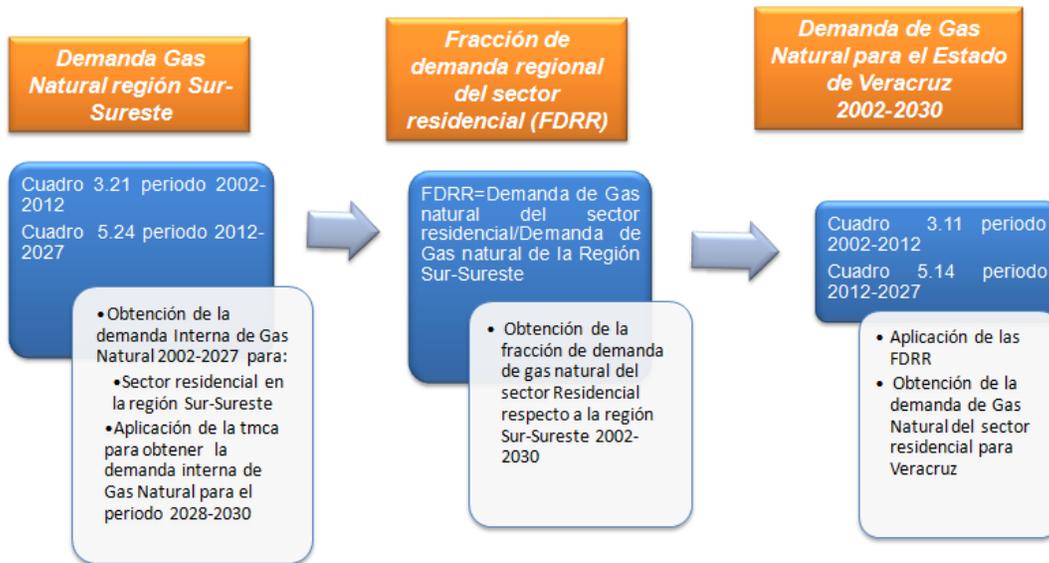
En las Figuras 20, 21, 22 y 23 se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector residencial del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 20. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas L.P. en el Sector Residencial 2010-2030



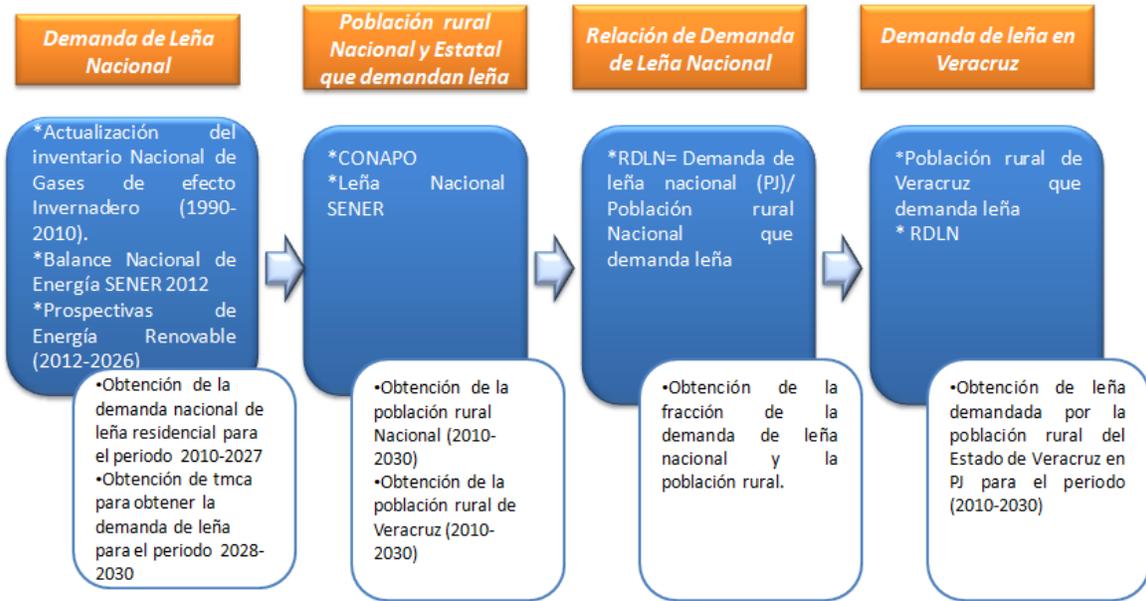
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Residencial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

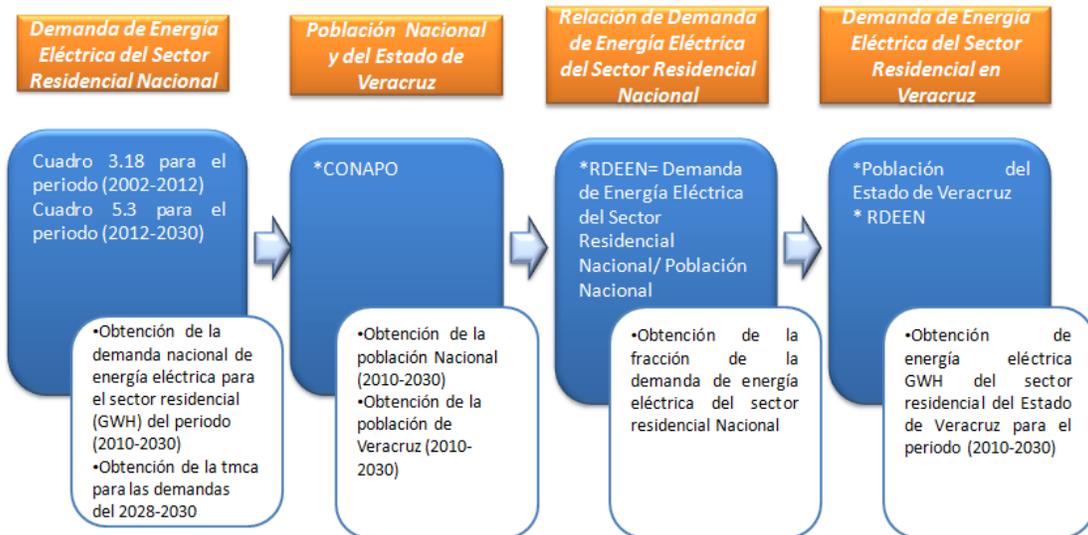
Figura 22. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de leña en el Sector Residencial 2010-2030



* La leña como fuente de energía, pág. 75 Cuadro 1.

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. 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.

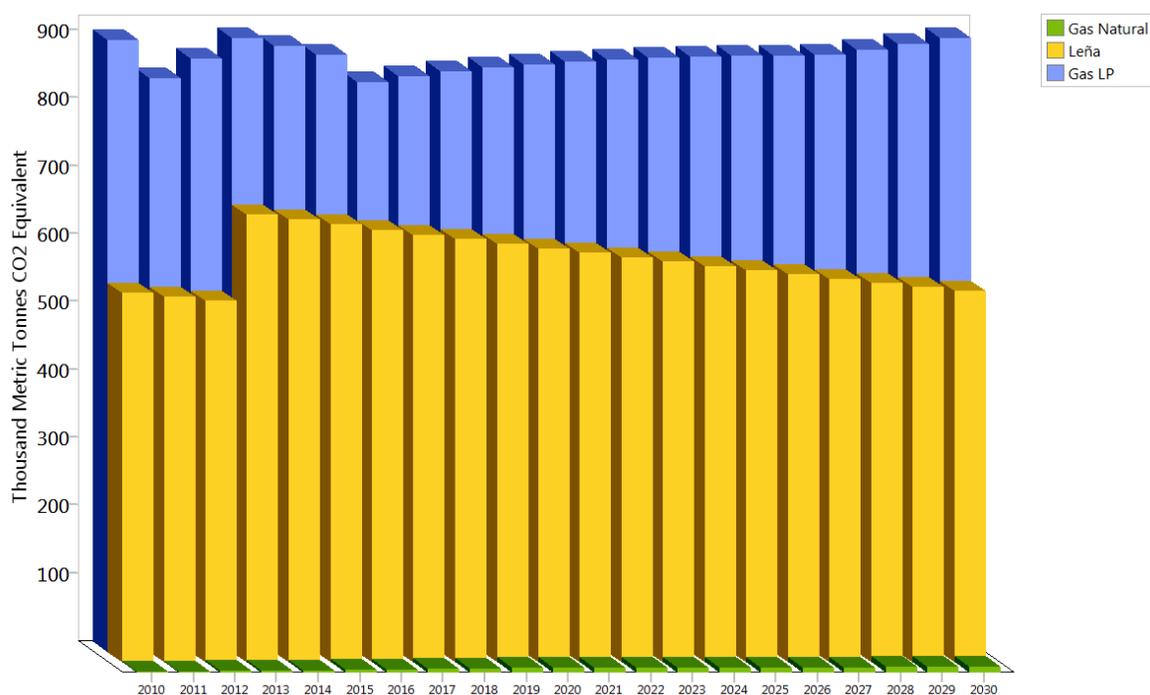
En el caso del consumo de electricidad se obtuvo el consumo de energía eléctrica para el sector residencial de las Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027.

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 demanda para la generación de electricidad.

3.5 Proyección de emisiones 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 24.

Figura 24. Proyección de las emisiones de CO₂eq 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 10. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector residencial.

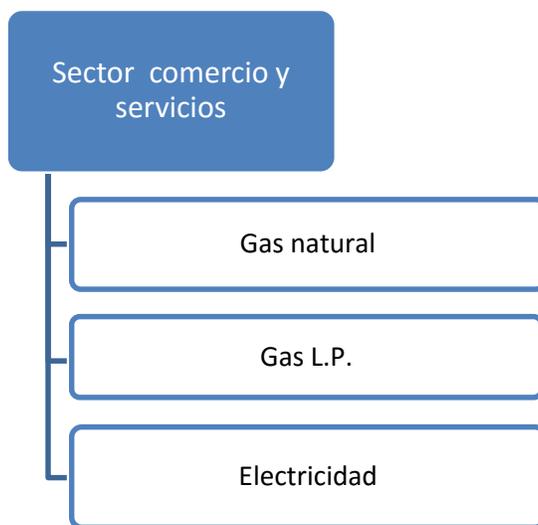
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	899.34	877.35	864.25	876.62	901.95
Gas Natural	0.00	2.31	6.06	6.35	6.66
Leña	542.43	642.37	607.31	575.07	545.15
Total	1,441.78	1,522.04	1,477.62	1,458.04	1,453.75

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.6 Demanda energética del sector comercial y de servicios

La apertura sectorial del consumo final de energía propuesta se muestra en la Figura 25. Conservando de este modo la apertura del último inventario de emisiones de la entidad.

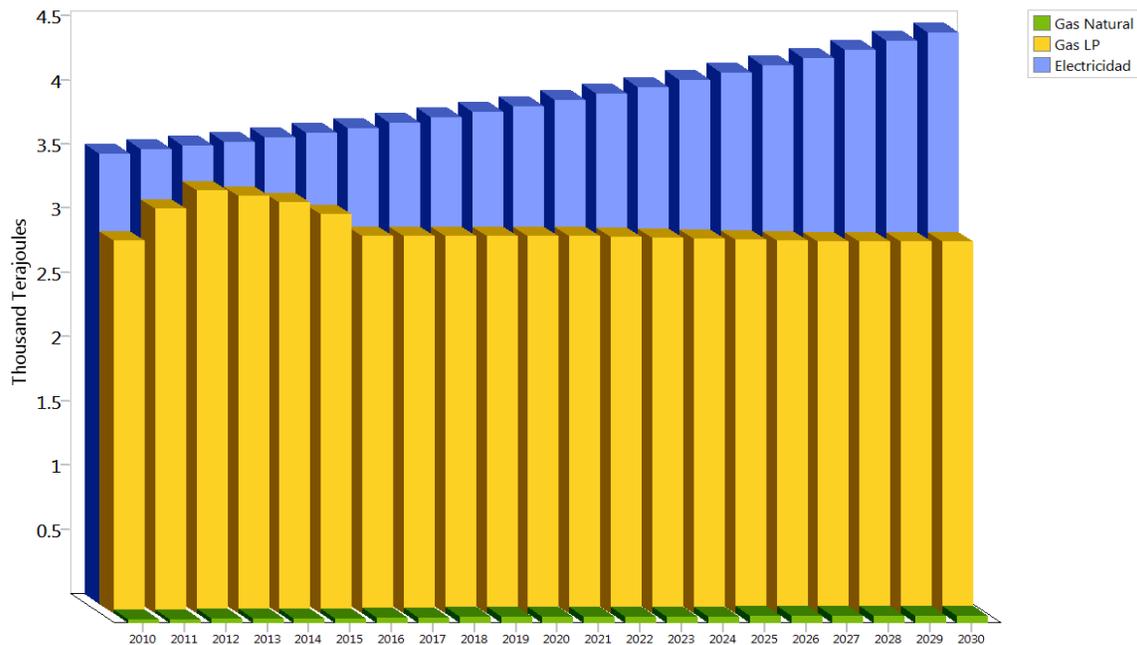
Figura 25. Apertura sectorial del sector comercial y de servicios



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 26 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector comercio y servicios.

Figura 26. Demanda de energía del Sector Comercio y Servicios 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 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 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

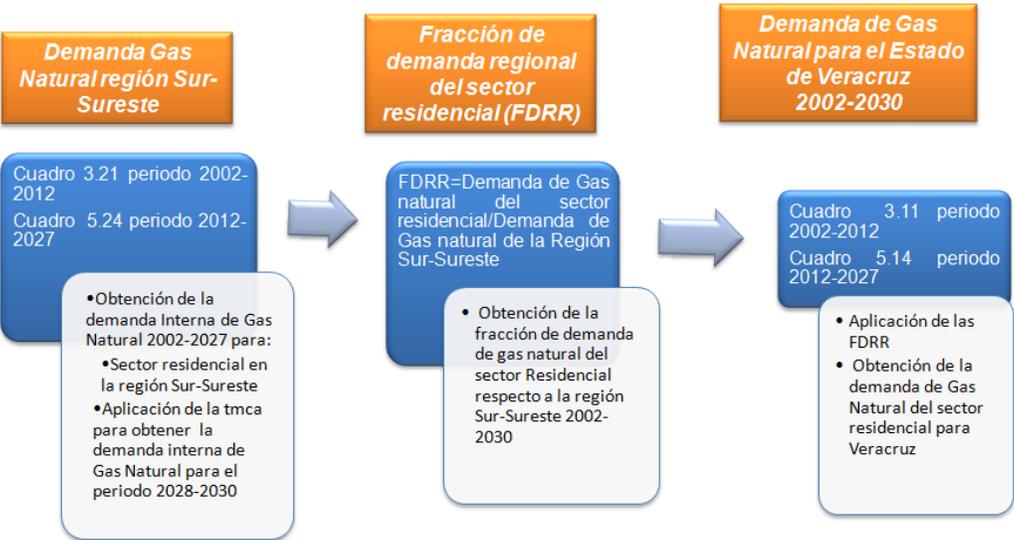
En las Figura 27, 28 y 29 se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector petrolero del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 27. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas L.P. en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030



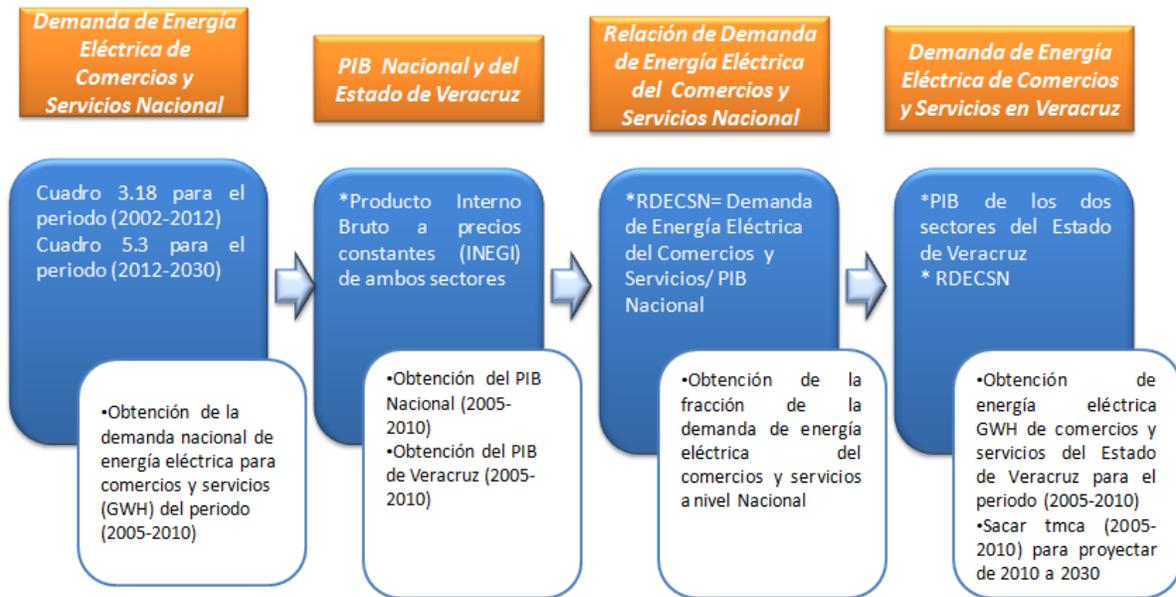
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de gas natural en el Sector Comercio y Servicios 2010-2030



Fuente: Elabración propia

Figura 29. Metodología para la obtención de 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 servicios calculó el consumo energía para el Estado de Veracruz.

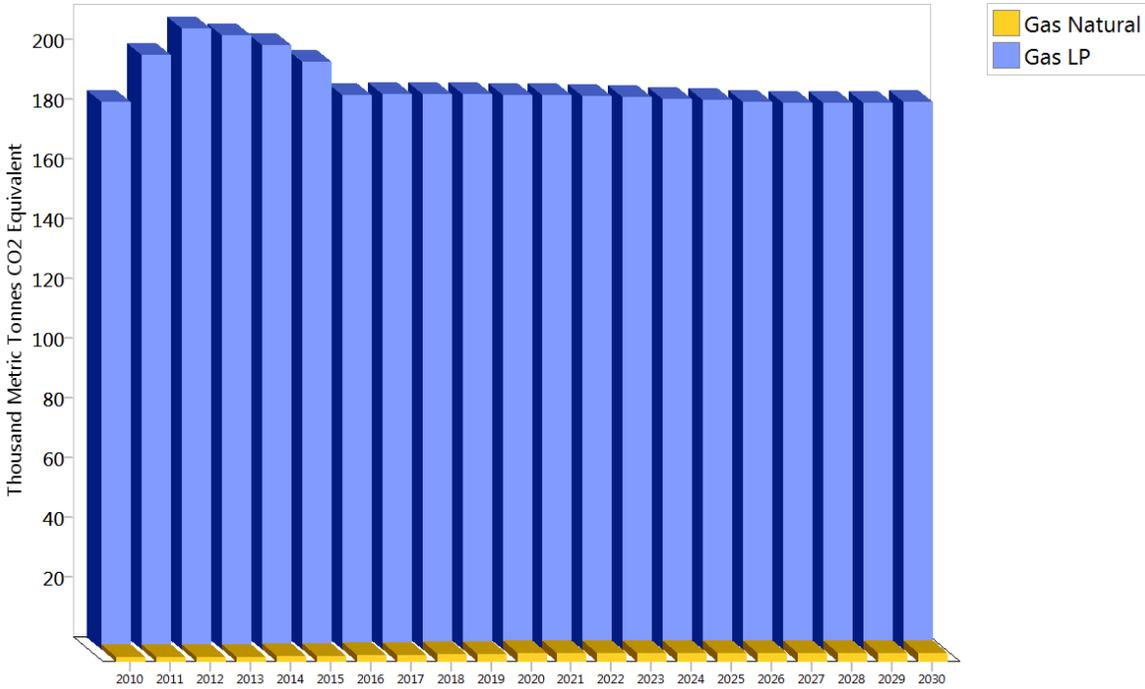
Es importante mencionar que el consumo de electricidad en el sector comercio y servicios es solo demostrativo para obtener la demanda

energética total del Estado de Veracruz, pero esta demanda no se le estimaron emisiones de GEI, porque éstas se encuentran estimadas en la demanda para la generación de electricidad.

3.7 Proyección de emisiones 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 30.

Figura 30. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por el sector comercio y servicios.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para este sector en la siguiente Tabla 12 se muestra que las emisiones de CO₂-eq son mayormente aportadas por el consumo del gas LP.

Tabla 12. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), sector comercio y servicios

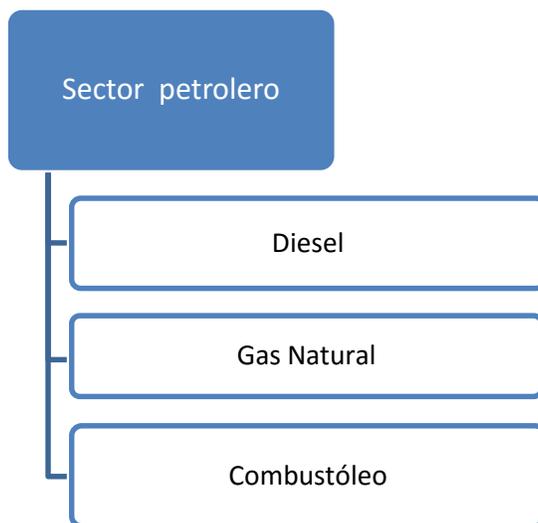
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Gas LP	182.98	196.29	185.40	183.57	182.82
Gas Natural	1.38	1.66	2.48	2.60	2.72
Total	184.36	197.95	187.88	186.17	185.54

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.8 Demanda energética del sector petrolero

Para el sector petrolero la apertura es con respecto a los combustibles la cual se puede ver en la Figura 3, considerado en el modelo LEAP.

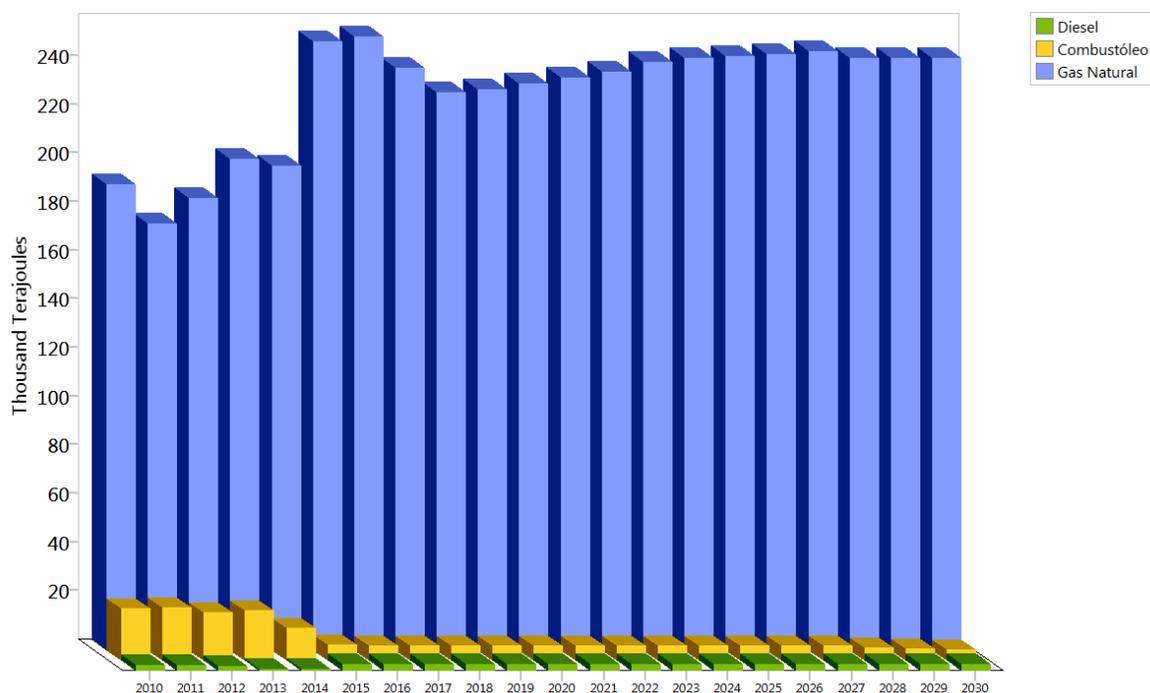
Figura 31. Apertura de combustibles del sector petrolero



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32 se muestra el comportamiento de la demanda de energía de del año base 2010 al 2030 del sector petrolero.

Figura 32. Demanda de energía del Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 13 se presentan las demandas de los combustibles utilizados por el sector petrolero del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

Tabla 13. Demanda interna energética para el sector petrolero, en el Estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

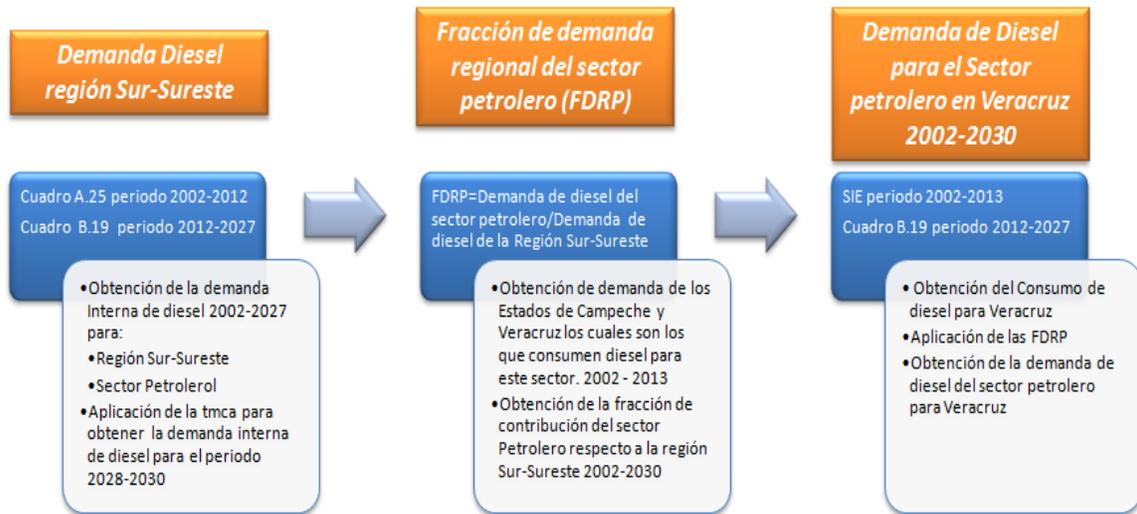
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Combustóleo	20,918.90	5,986.15	5,661.40	5,674.50	4,086.37
Diesel	1,979.60	2,539.70	2,539.70	2,539.70	2,595.80
Gas Natural	191,038.50	249,977.36	232,717.81	244,016.70	243,041.05
Total	213,937.00	258,503.21	240,918.91	252,230.90	249,723.22

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En las Figuras 33, 34 y 35 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.

Figura 33. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas Natural en el Sector Petrolero 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Combustóleo en el Sector Petrolero.



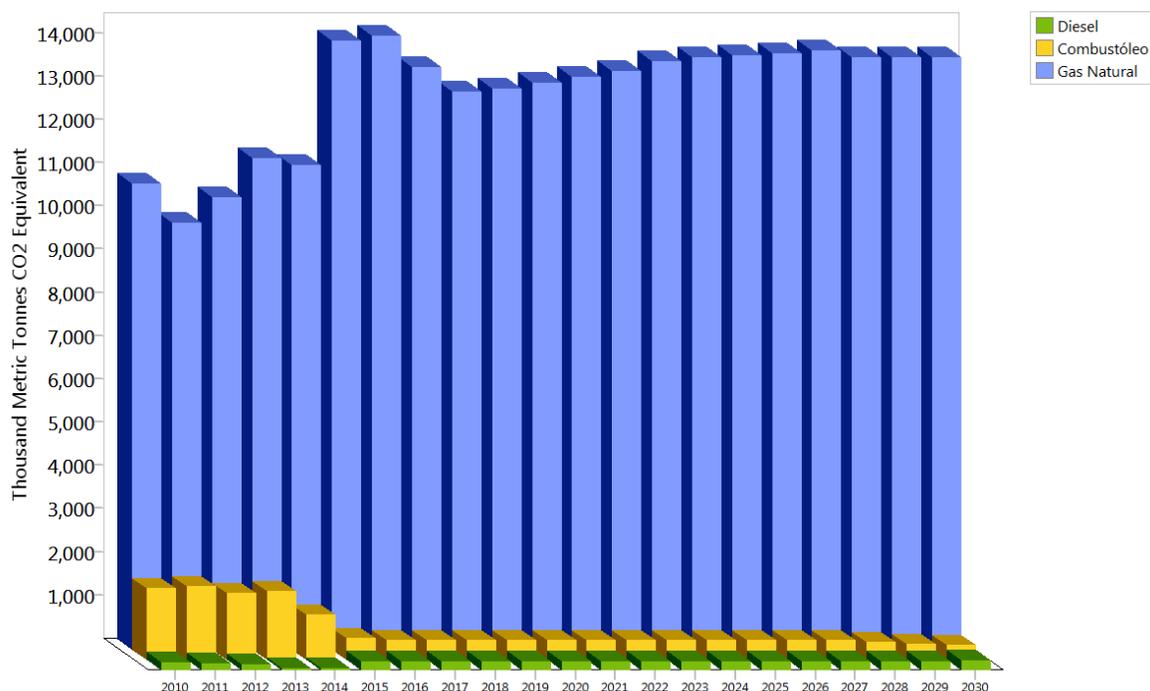
Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda de diesel y combustóleo fueron tomados de SENER de las Prospectivas de Petrolíferos para el período 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).

3.9 Proyección de emisiones 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 36.

Figura 36. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por el sector petrolero.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

Finalmente para este sector en la Tabla 14 se muestra que las emisiones de CO₂-eq son mayormente aportadas por la demanda del gas natural.

Tabla 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

3.10 Demanda de energía del sector industrial

En la Figura 37 se puede ver la apertura con respecto a la demanda de combustibles del sector industrial, considerado en el modelo LEAP.

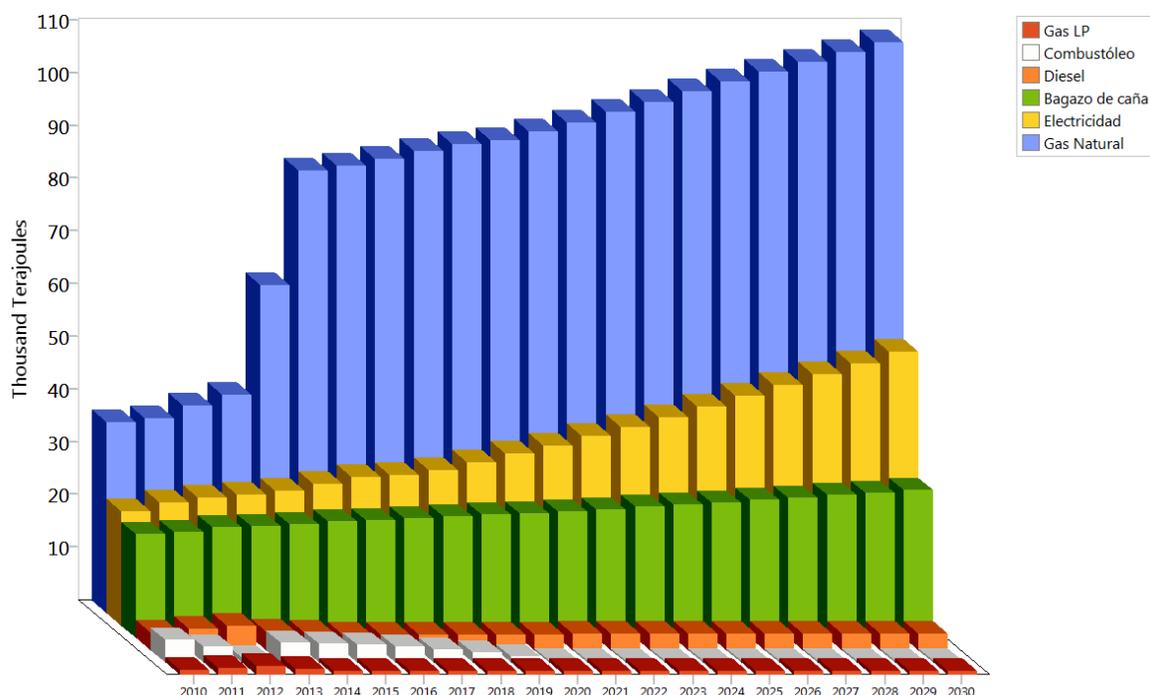
Figura 37. Apertura de combustibles del sector industrial



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 38 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 38. Demanda de energía del Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 15 se presentan las demandas de los combustibles utilizados por el sector industrial del 2010 al 2030, en intervalos de 5 años.

Tabla 15. Demanda interna energética para el sector industrial, en el Estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

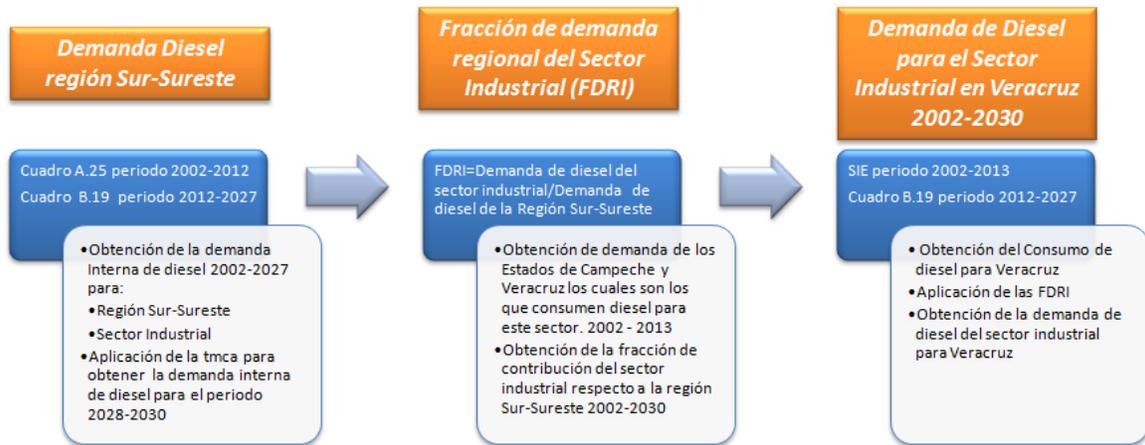
Combustible	2010	2015	2020	2025	2030
Bagazo de caña	19,422.24	21,836.03	23,484.21	25,500.24	27,820.24
Combustóleo	4,134.51	3,204.74	171.77	148.52	94.04
Diesel	3,138.06	2,877.37	2,858.13	3,002.25	3,049.64
Electricidad	21,584.97	26,712.36	32,443.29	41,359.73	51,768.28
Gas LP	824.92	534.17	569.67	614.92	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 las Figuras 39, 40, 41, 42, 43 y 44 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

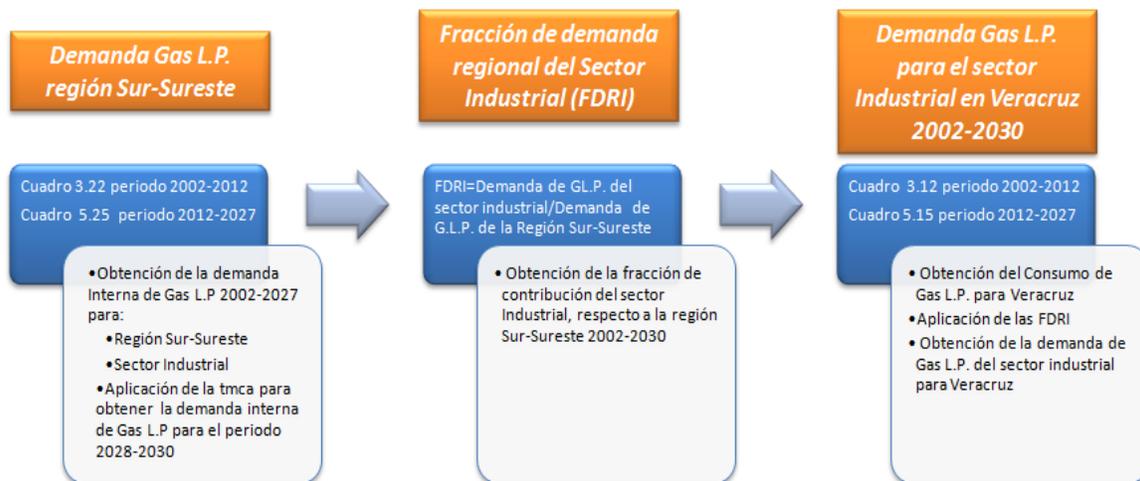
desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 39. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Diesel en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Bagazo de Caña en el Sector Industrial 2010-203



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas Natural en el Sector Industrial 2010-2030



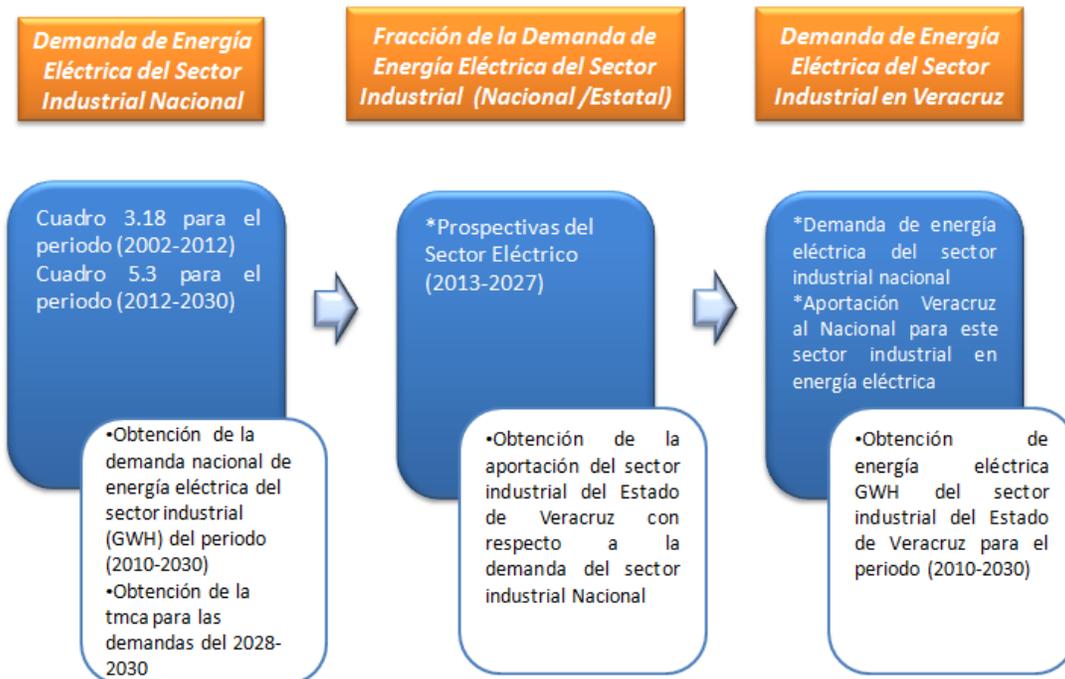
Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Combustóleo en el Sector Industrial 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Metodología para la obtención de 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 del las Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027, con estos dato y con las proyecciones del PIB Nacional y del Estado, para el sector industrial se calculó el consumo 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 la demanda para la generación de electricidad.

3.11 Proyección de emisiones 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.

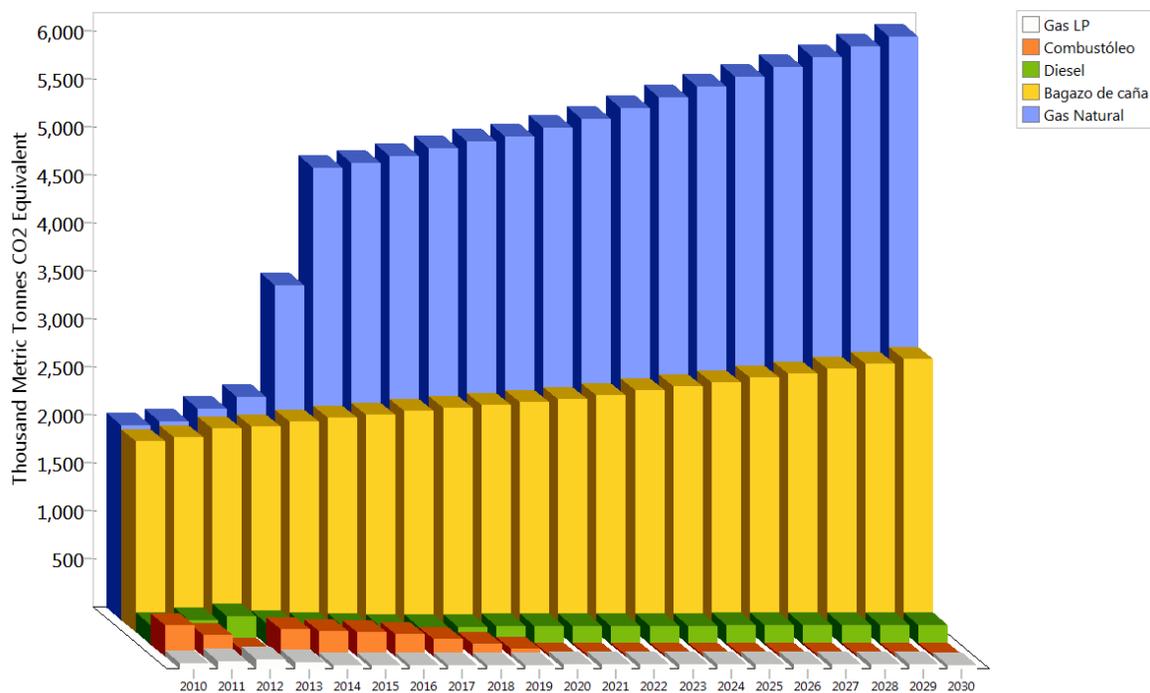
Tabla 16. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por la demanda del sector industrial

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

Figura 45. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por el sector industrial

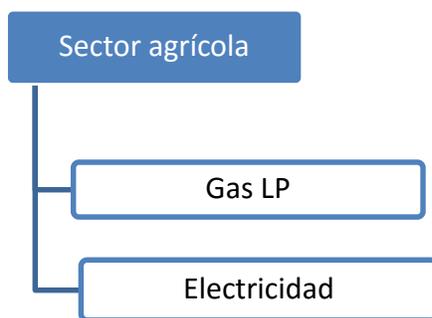


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

3.12 Demanda de energía del sector agrícola

En la Figura 46 se puede ver la apertura con respecto a la demanda de combustibles y energía eléctrica del sector agrícola.

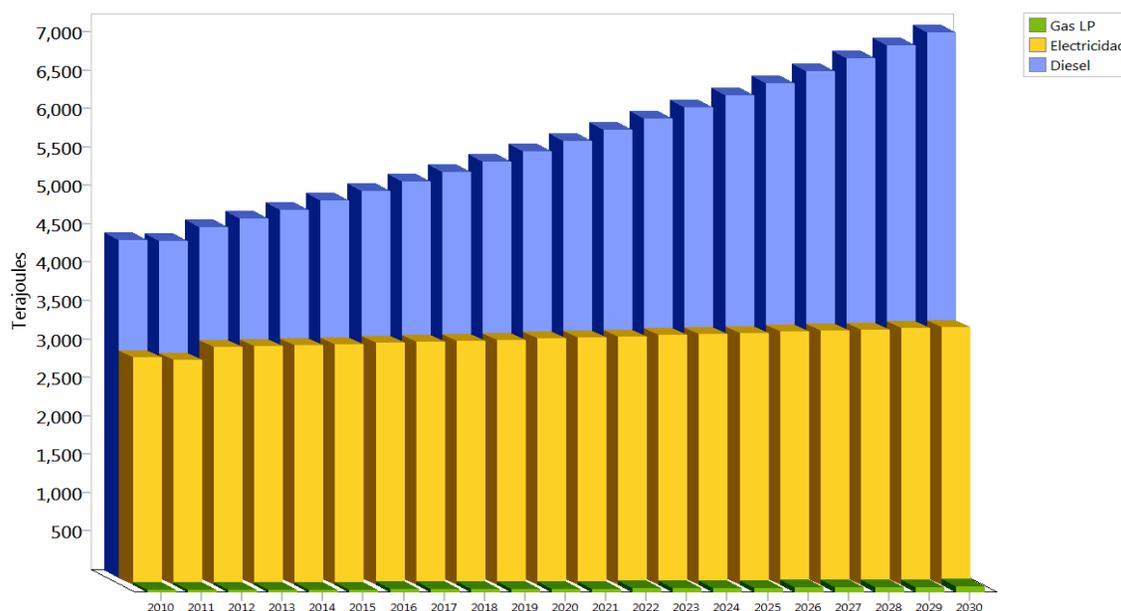
Figura 46. Apertura de combustibles del sector agrícola



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 47 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del año base 2010 al 2030 del sector agrícola en Veracruz.

Figura 47. Demanda de energía del Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Tabla 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.

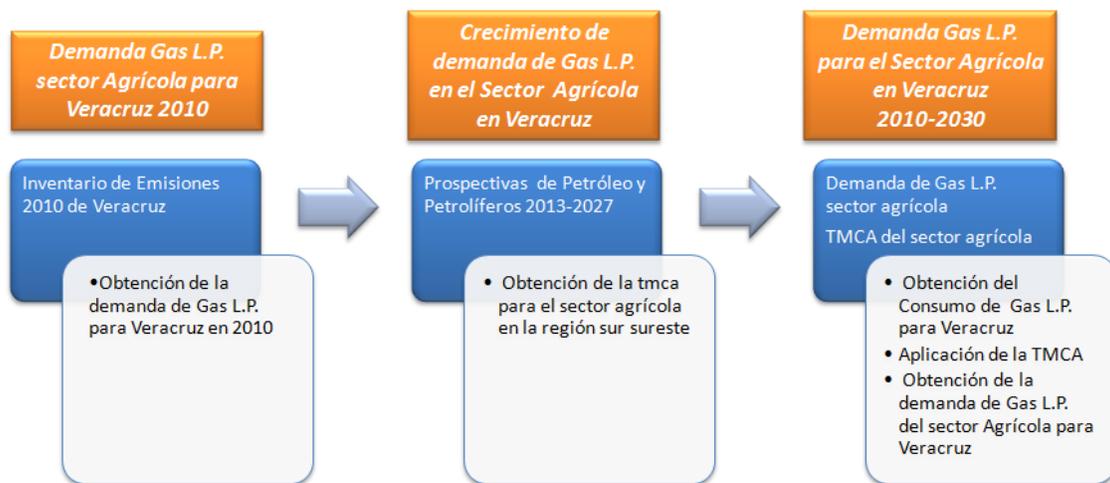
Tabla 17. Demanda interna de gas natural para el sector agrícola, en el Estado de Veracruz, 2010-2030 (TJ)

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

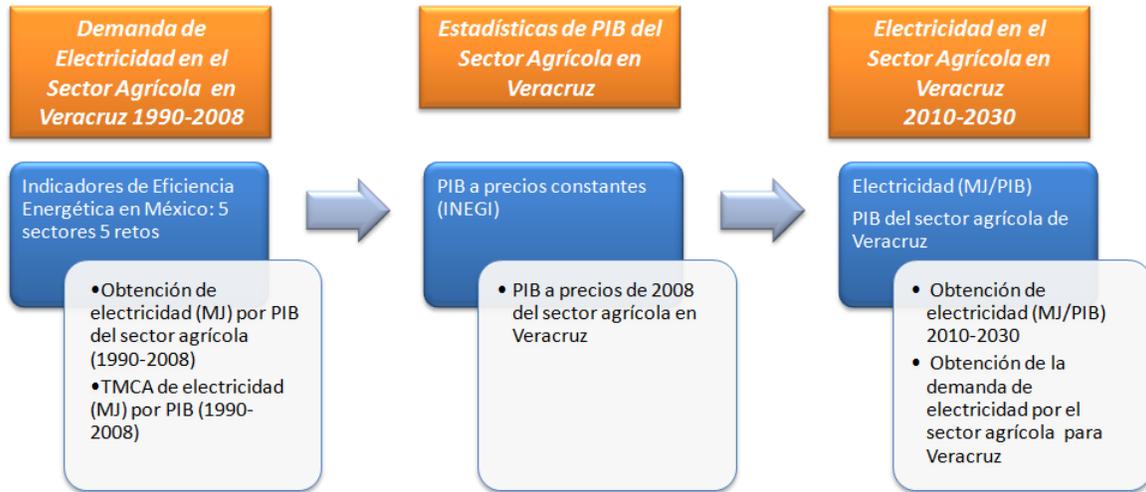
Las Figuras 48 y 49 se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones de la demanda energética del sector agrícola del periodo 2010 al 2030. Cabe mencionar que se consideraron los datos históricos de las demandas o consumos desde 2002, para contar con la información de 2010, el cual es el año base del escenario.

Figura 48. Metodología para la obtención de la proyección de la demanda de Gas L.P. en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 49. 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.

3.13 Proyección de emisiones GEI generadas por el sector agrícola

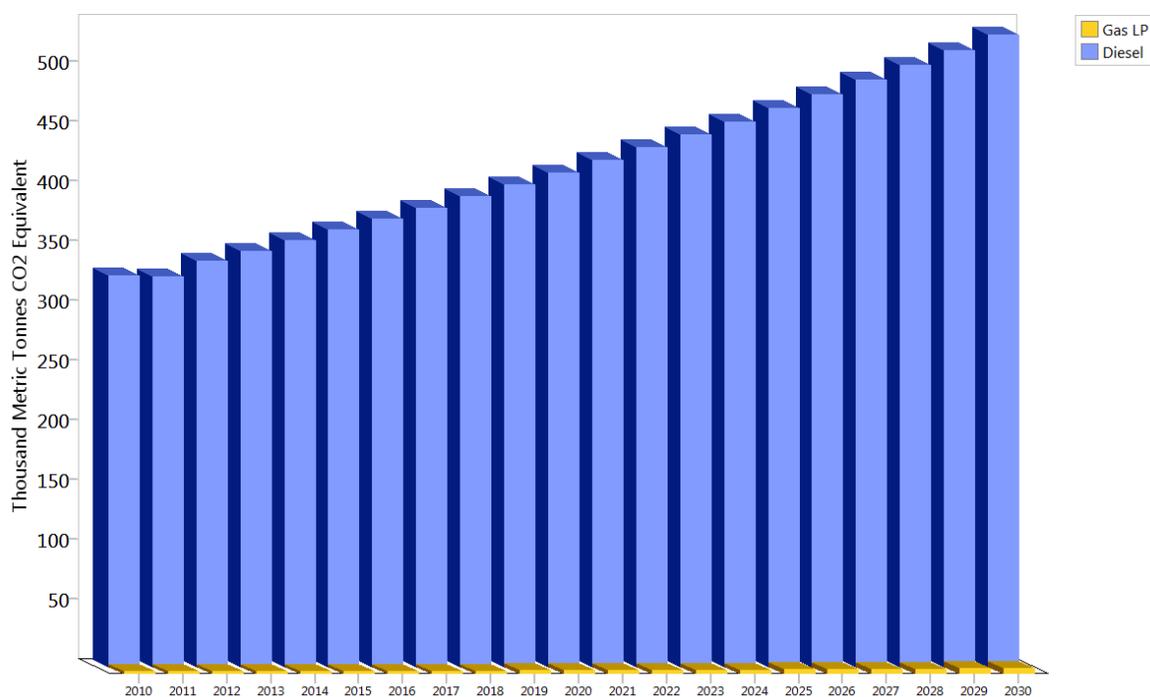
En relación a las emisiones de GEI generadas por el sector agrícola, se puede ver en la Tabla 18, mientras que la tendencia se puede apreciar en la Figura 50.

Tabla 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 50. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por el sector agrícola

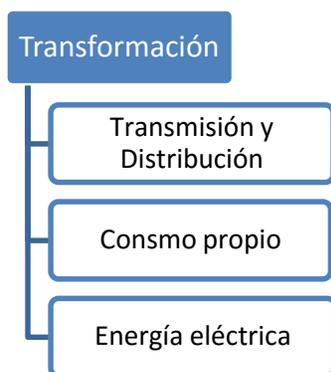


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

4 Transformación

Para transformación se realizó la siguiente apertura que el propio LEAP configura al momento en que se selecciona la opción de transformación, Figura 51.

Figura 51. 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.

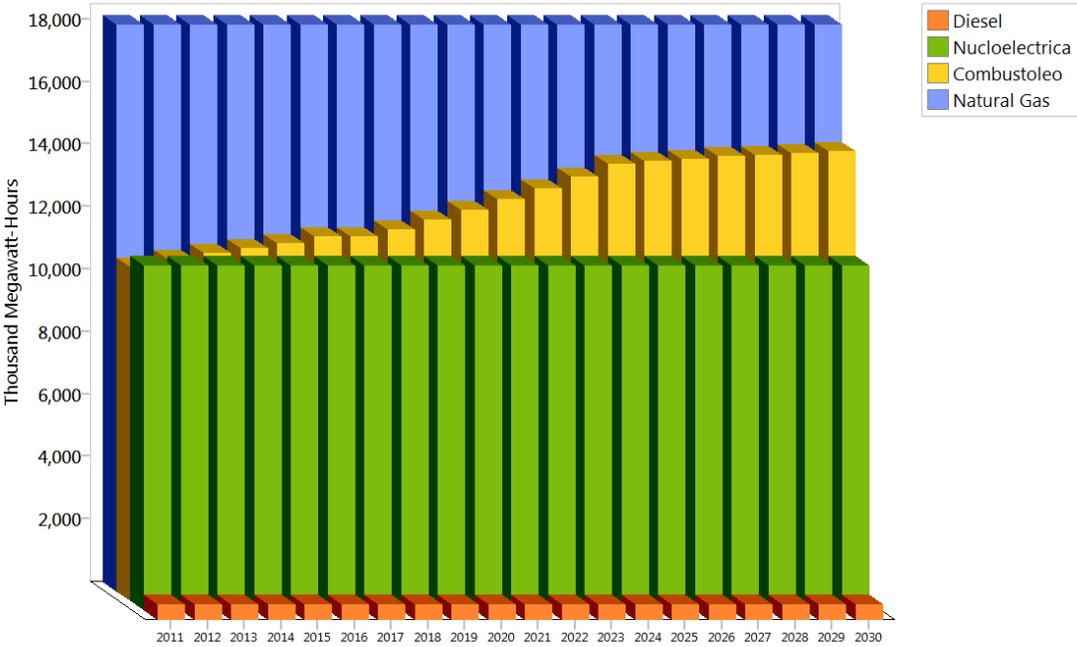
Para que se lleve a cabo la simulación de generación de electricidad, es necesario configurar las variables que se enlistan a continuación:

- 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 52 se muestra la tendencia de la generación de electricidad para cada tecnología.

Figura 52. Tendencia de generación de energía eléctrica 2010-2030 en el Estado de Veracruz



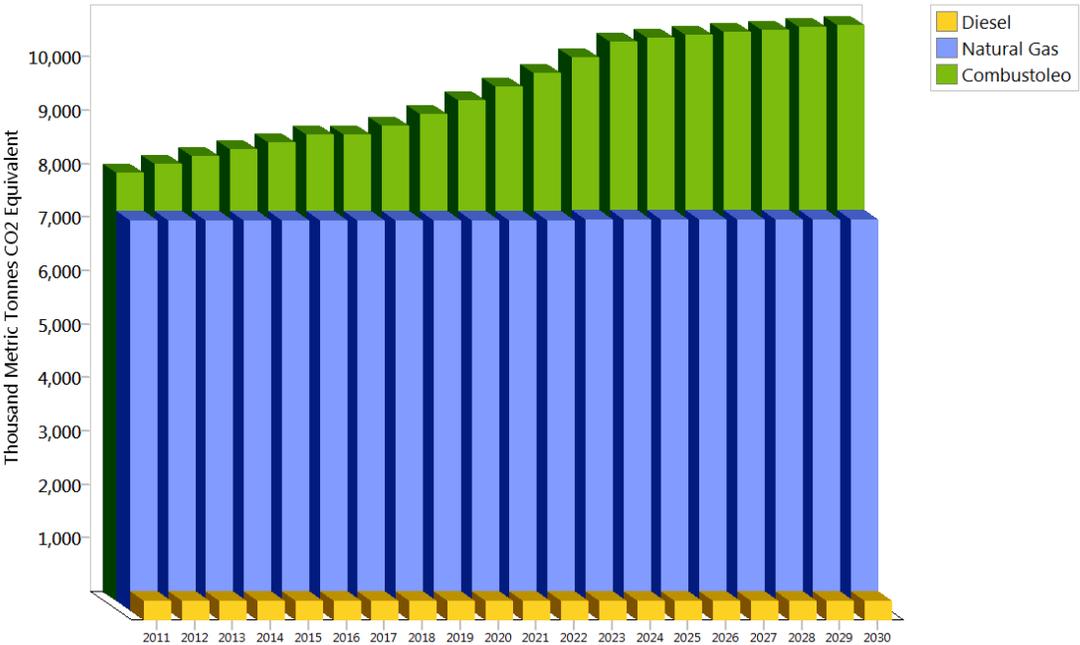
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

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 53 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.

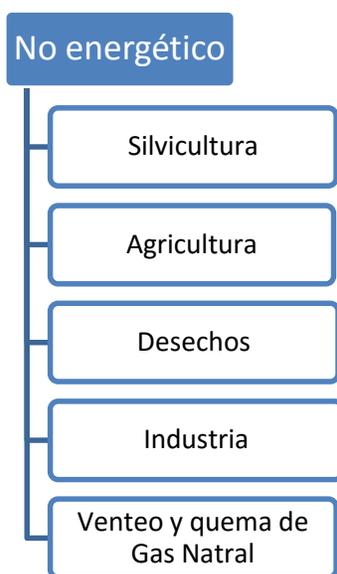
Figura 53. Proyección de las emisiones de CO_{2eq} aportadas por la generación de electricidad



5 No energético

Para la parte no energética se tiene la apertura ver Figura 54, 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.

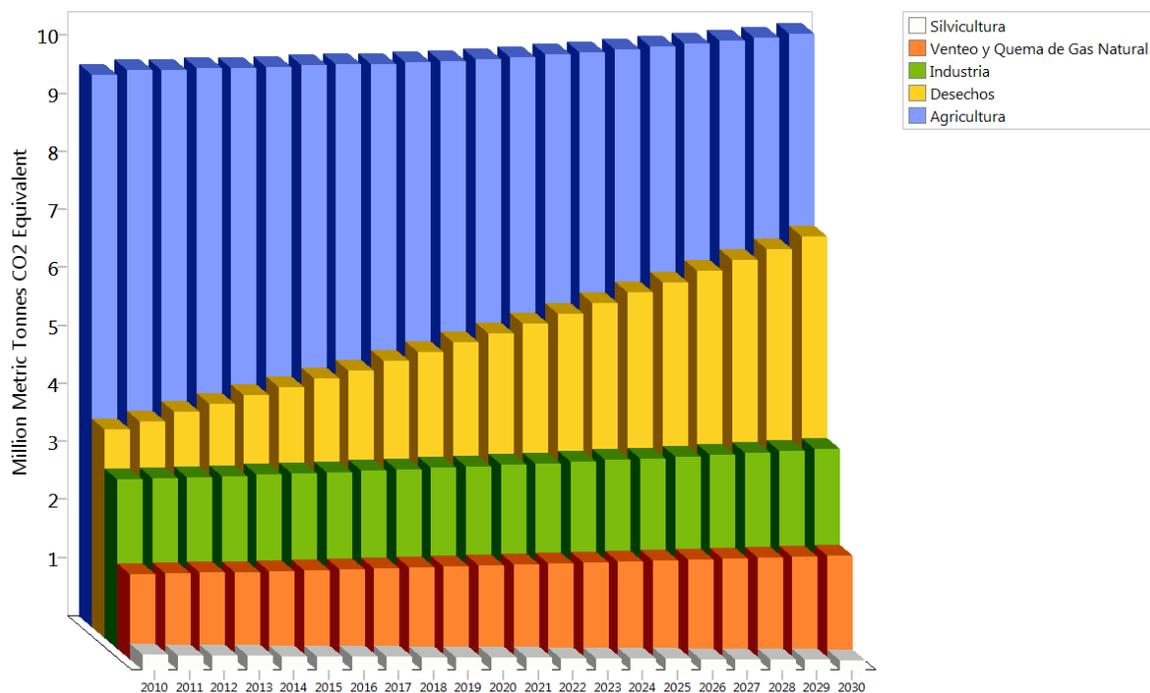
Figura 54. Apertura de lo no energético



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 55 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 55. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por los no energéticos.

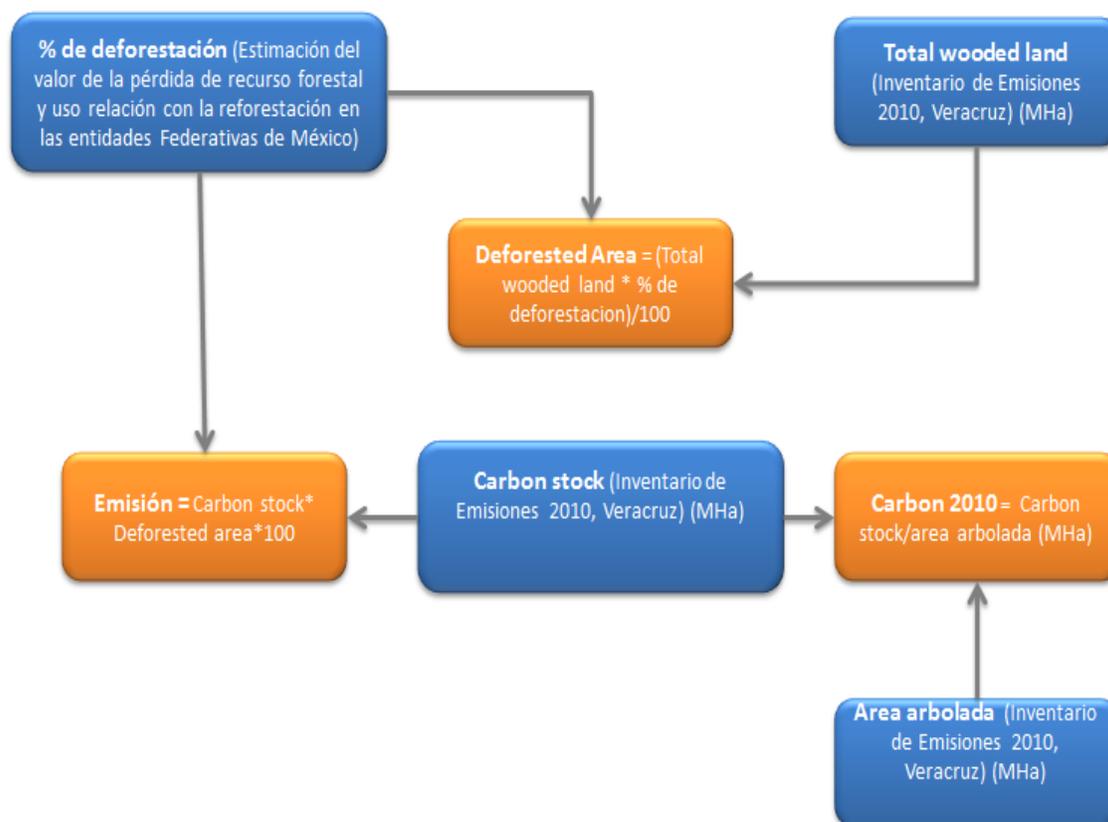


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

5.1 Proyección de emisiones provenientes de la silvicultura

En la Figura 56 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 56. 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 19 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 19. 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

5.2 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.

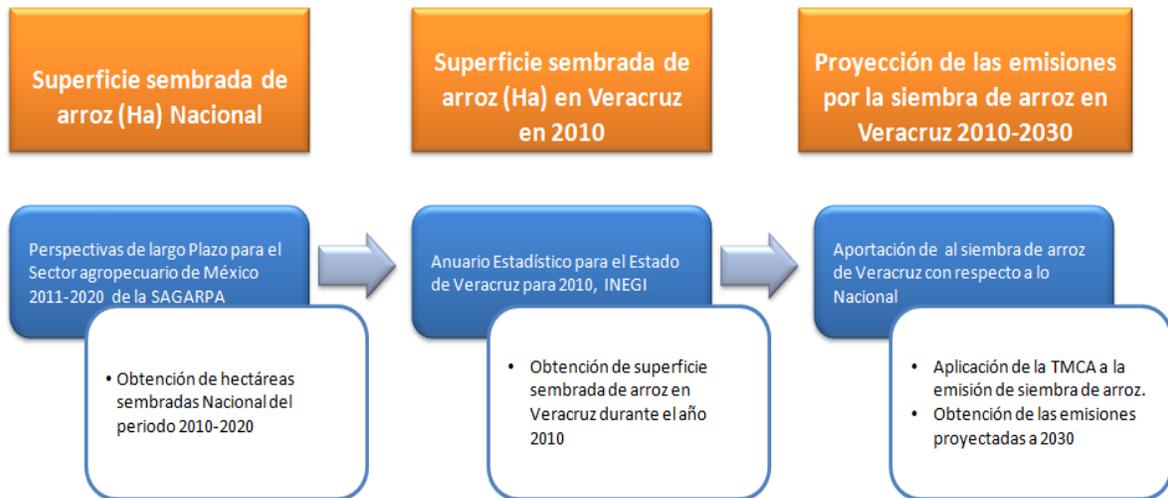
En las Figuras 57, 58, 59 y 60 se describe brevemente la metodología utilizada para obtener las proyecciones 2010-2030 de las emisiones de las subcategorías antes mencionadas que conforman a la agricultura. Cabe mencionar que fermentación entérica y manejo de estiércol se consideraron con la misma tasa debido a su relación.

Figura 57. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Fermentación entérica en el Sector Agrícola 2010-2030



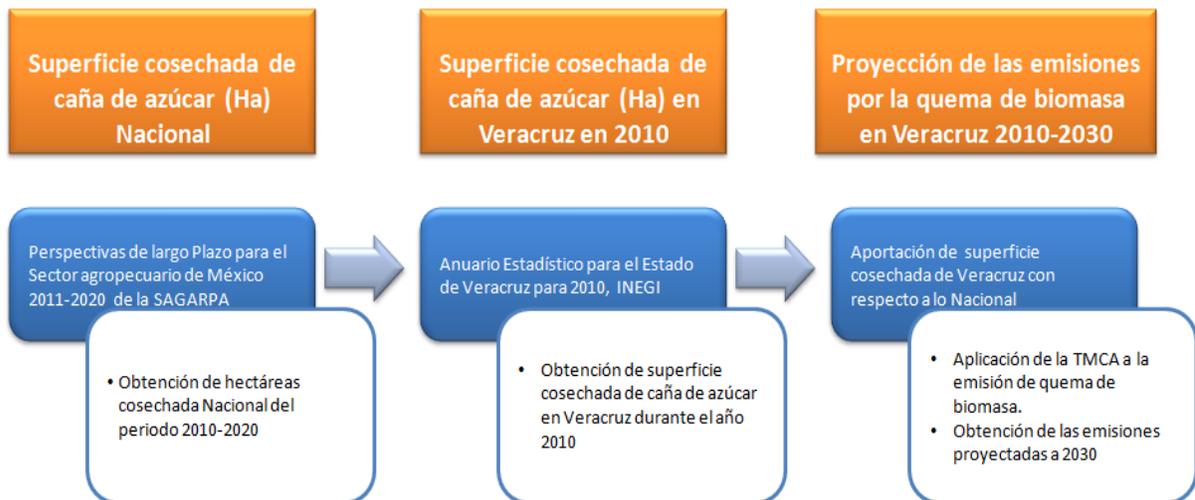
Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de Siembra de arroz en el Sector Agrícola 2010-2030



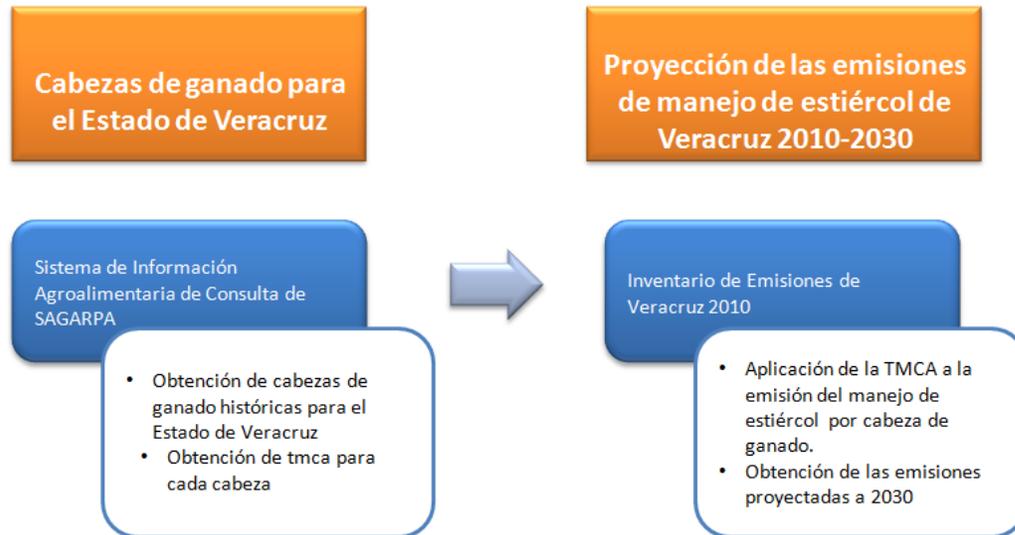
Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por biomasa quemada en el Sector Agrícola 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 60. 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 e incendios forestales, se consideraron como constantes, debido a que los incendios forestales no se pueden prever ya que son fenómenos naturales que se salen de control.

En la Tabla 20 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.

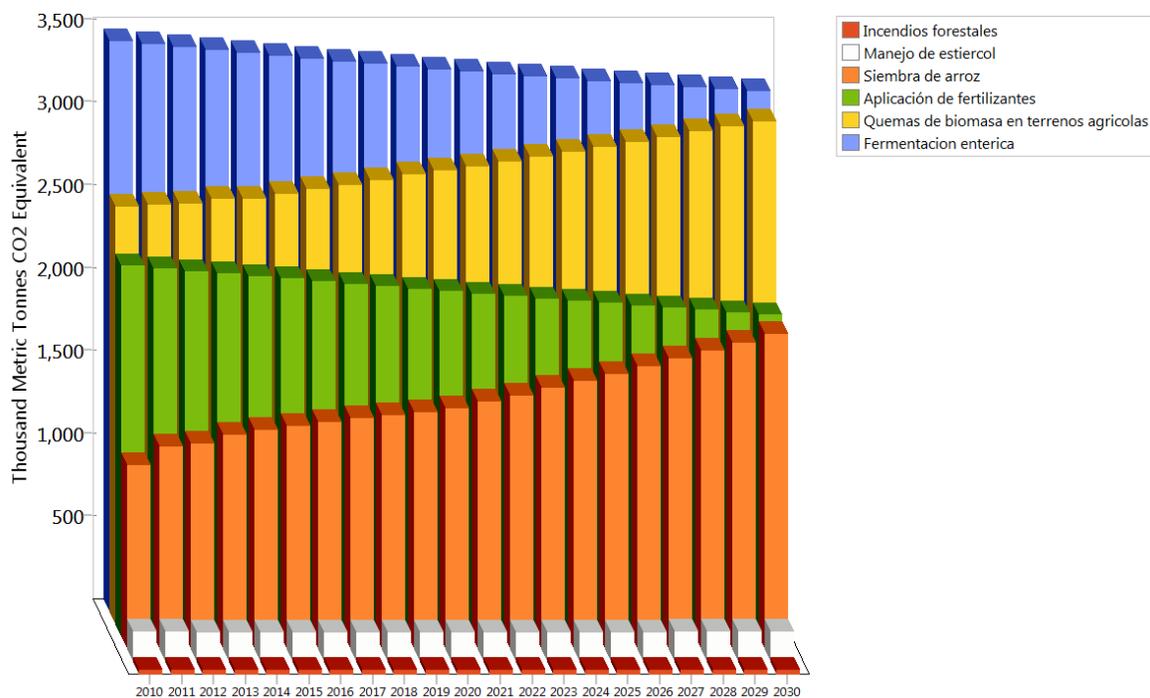
Tabla 20. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por el sector agrícola

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
Siembra de arroz	1,103.97	1,343.69	1,447.05	1,656.70	1,896.73
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
Quemas de biomasa en terrenos agrícolas	2,517.10	2,593.79	2,736.65	2,877.93	3,032.22
Incendios forestales	25.96	25.96	25.96	25.96	25.96
Total	9,495.99	9,643.50	9,732.92	9,940.80	10,208.36

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

En la Figura 61 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 61. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por las actividades de la agricultura de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

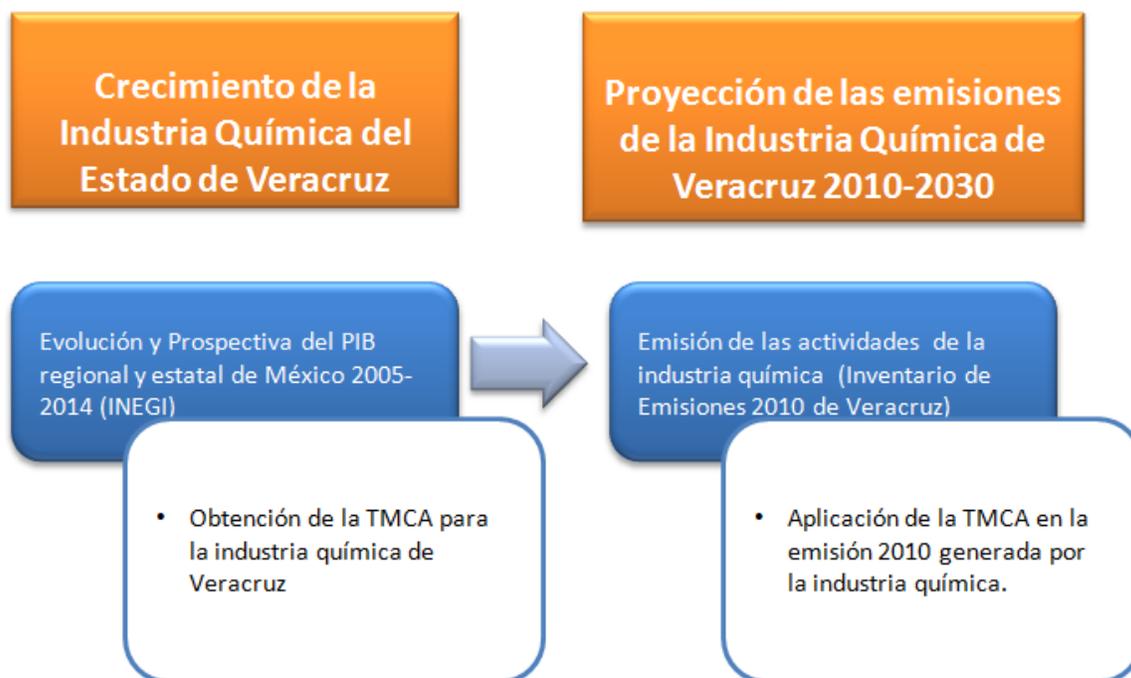
5.3 Proyección de emisiones provenientes de actividades industriales

Esta categoría de industria está conformada por los siguientes procesos industriales:

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

En las Figuras 62, 63 y 64 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 62. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por la industria química en el Sector Industria de Veracruz, 2010-2030



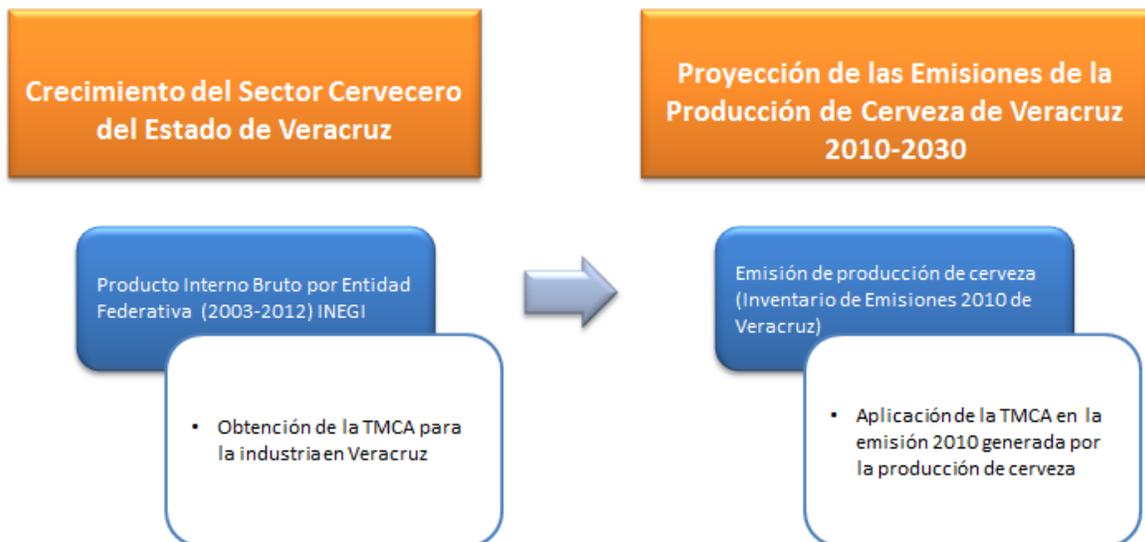
Fuente: Elaboración propia

Figura 63. 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 64. 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 21 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 21. 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

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

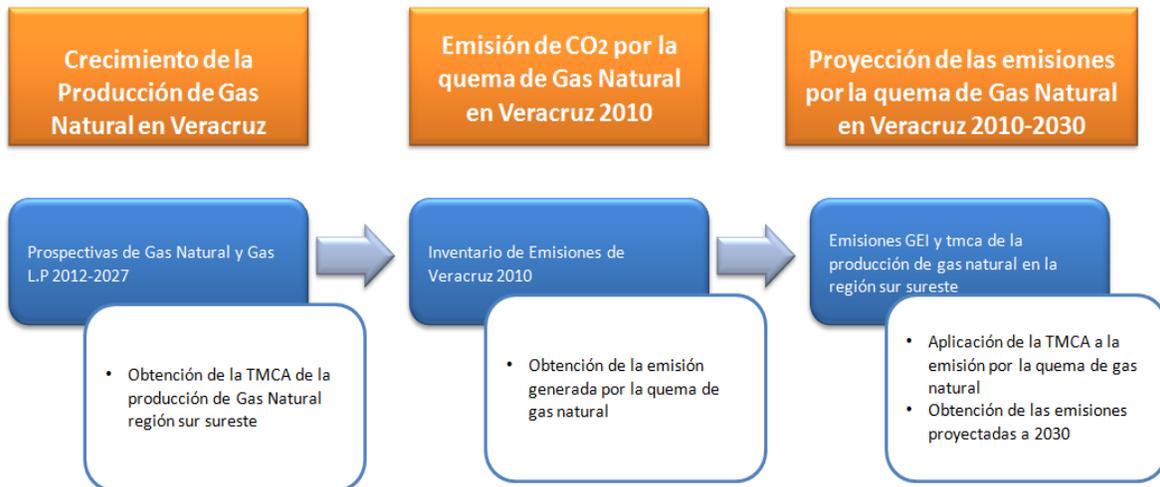
Para la proyección de las emisiones generadas por el venteo y quema de Gas Natural del periodo 2010-2030 para Veracruz, se realizaron las actividades que se describen en las Figuras 65 y 66.

Figura 65. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones por el venteo de Gas Natural en Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 66. 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 tmc de la producción de Gas Natural, debido a que ahí se llevan a cabo dichas actividades.

En la Tabla 22 se presentan las emisiones de GEI generadas por la quema y el venteo de Gas Natural durante el 2010-2030.

Tabla 22. Emisiones de GEI en el periodo 2010-2030 (Miles de ton CO₂e), aportadas por el venteo y quema de Gas Natural

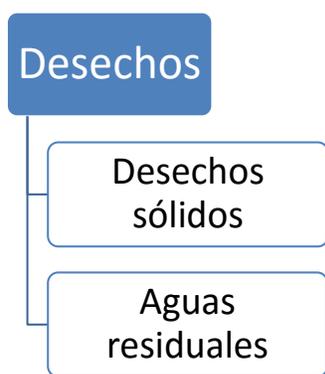
	2010	2015	2020	2025	2030
Venteo y Gas Natural	1,413.80	1,485.92	1,561.71	1,641.38	1,725.10
Quema de Gas Natural	35.13	36.04	37.88	39.81	41.84
Total	1,448.93	1,521.96	1,599.60	1,681.19	1,766.95

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

5.5 Proyección de emisiones GEI provenientes de los desechos

Para la parte no energética y de los desechos se tiene la apertura ver Figura 67, la cual se consideró para el LEAP.

Figura 67. Apertura de la categoría de los desechos



5.5.1 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 23 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 23. 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

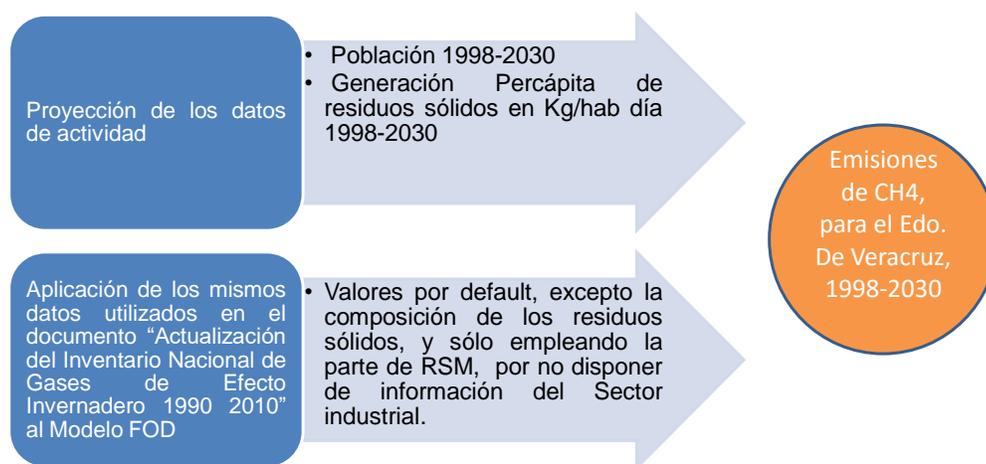
Fuente: Actualización del Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero 1990-2010, para el sector desechos, INECC.

La estimación de CH₄ provenientes de los SEDS, fue utilizando el Nivel 2 del modelo FirstOrderDecay (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 68 se resume la metodología empleada para el caso de Veracruz.

Figura 68. 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".

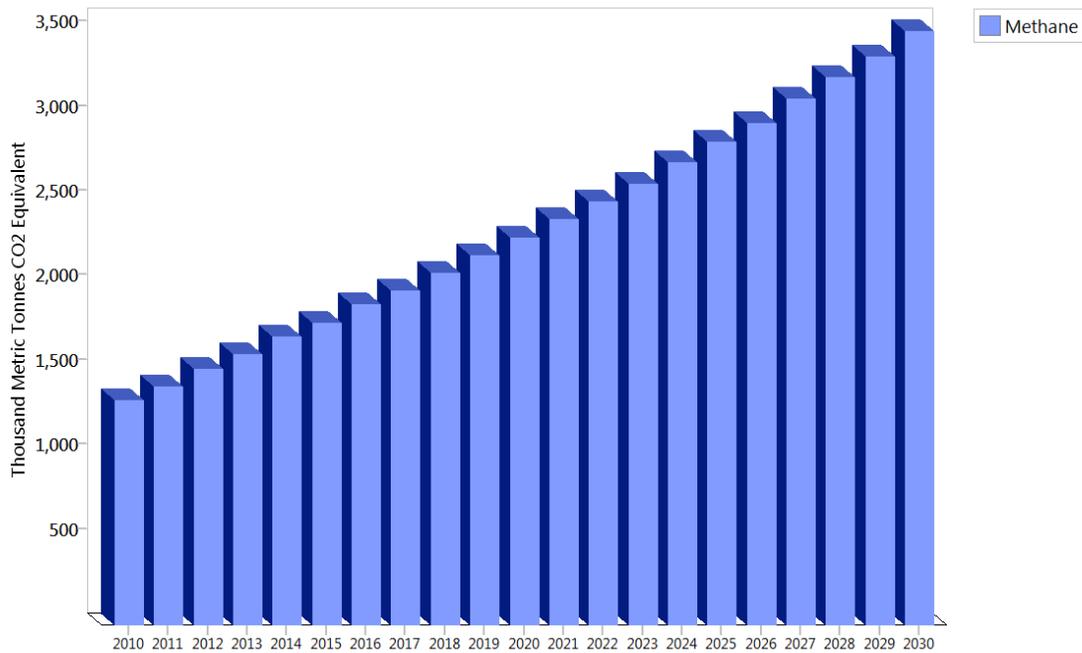
En la Tabla 24 se muestran las emisiones generadas por la disposición en SEDS de los desechos sólidos generados en Veracruz para el periodo 2010 – 2030, mientras que en la Figura 69 se presentan gráficamente.

Tabla 24. 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 69. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por el sector desechos sólidos.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

5.5.2 Proyección de emisiones provenientes de aguas residuales

Esta categoría está integrada por las emisiones generadas por:

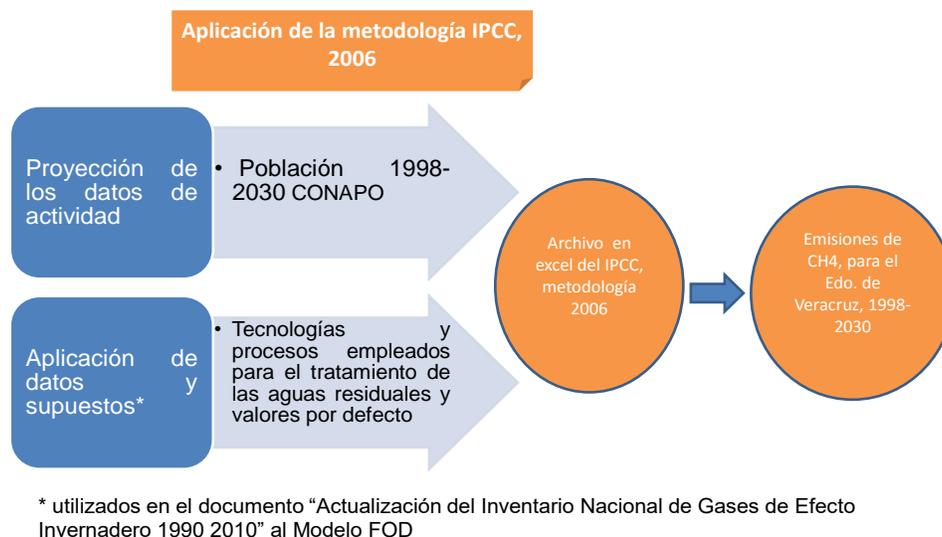
- Aguas municipales
- Aguas industriales

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 70 se describe brevemente la metodología para obtener la proyección de las emisiones de aguas municipales de Veracruz.

Figura 70. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030



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 DomesticWastewater" 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

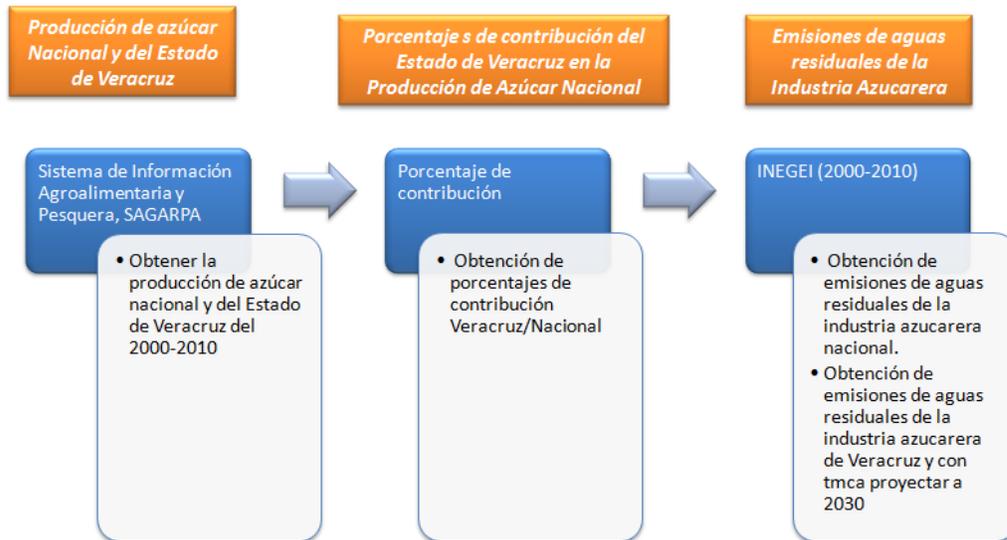
consumida y el factor que considera las descargas de nitrógeno industrial. De estos datos solo la población fue tomada de las proyecciones de CONAPO para el Estado de Veracruz, el resto de datos fueron los que se consideraron en el cuadro 6.11 del documento "Actualización del Inventario Nacional de Gases 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 INEGEI, se proyecta con TCMA del PIB propios de cada uno de los sectores mencionados"

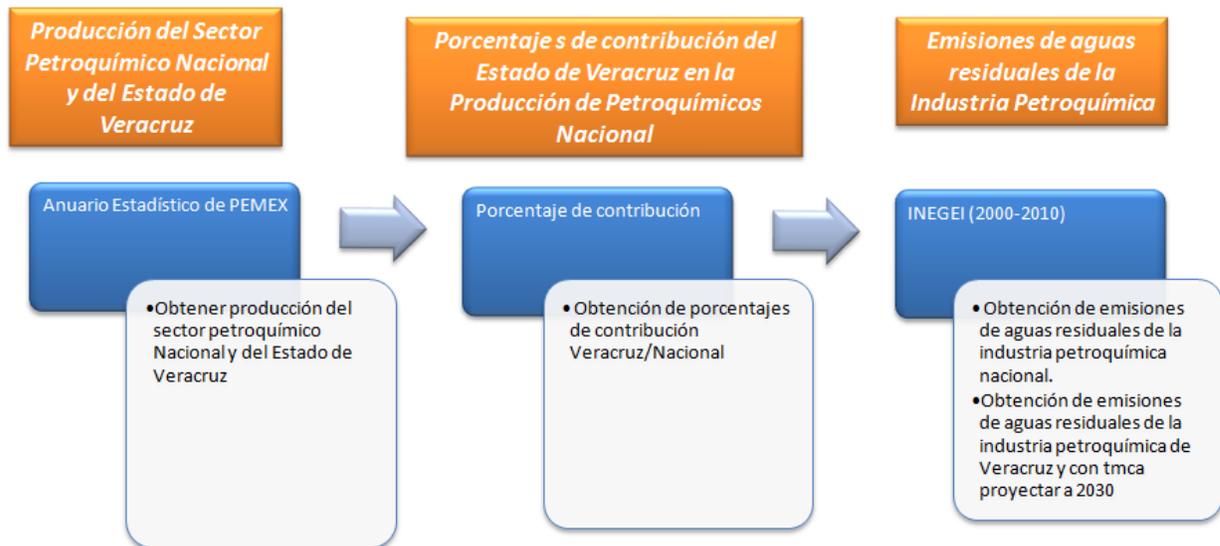
En las Figuras 71, 72, 73, 74, 75 y 77 se describe la metodología empleada para la determinación de la producción en cada uno de los tres sectores industriales.

Figura 71. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria azucarera de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria petroquímica de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 73. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales en la industria cervecera de Veracruz, 2010-2030



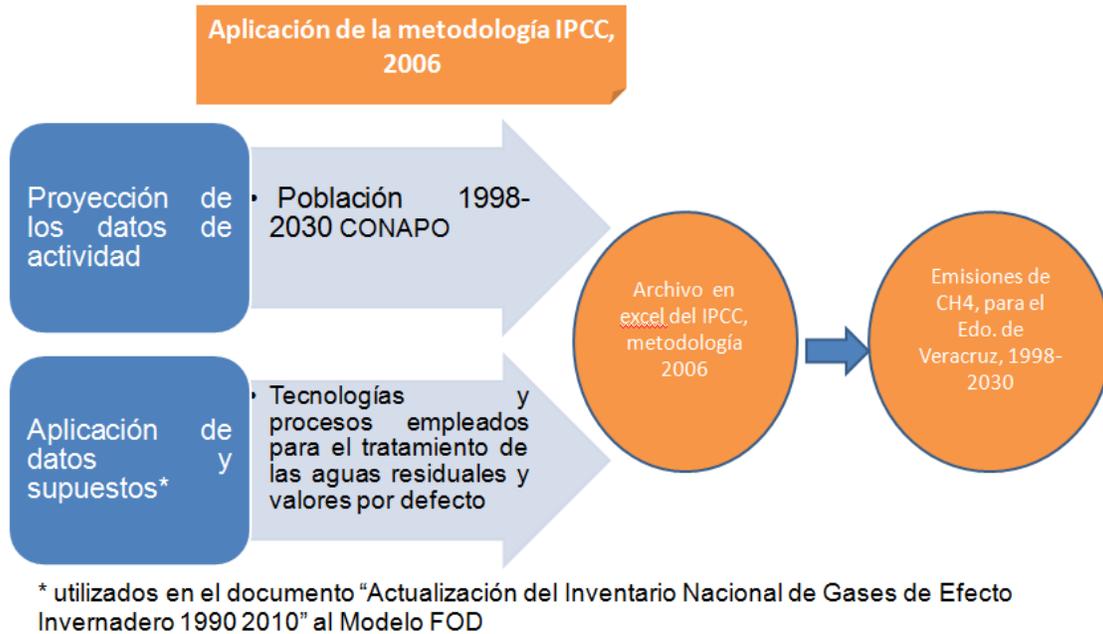
Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas residuales industriales sin tratamiento en Veracruz, 2010-2030



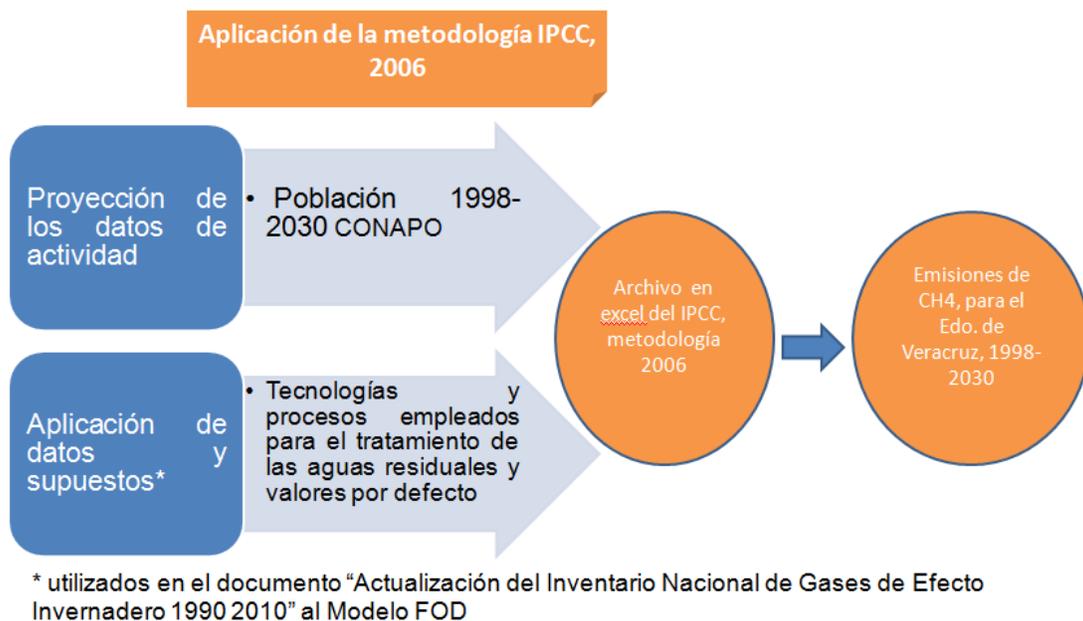
Fuente: Elaboración propia

Figura 75. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones de aguas municipales en el Sector Desechos de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Metodología para la obtención de la proyección de emisiones aguas industriales en el Sector desechos de Veracruz, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia

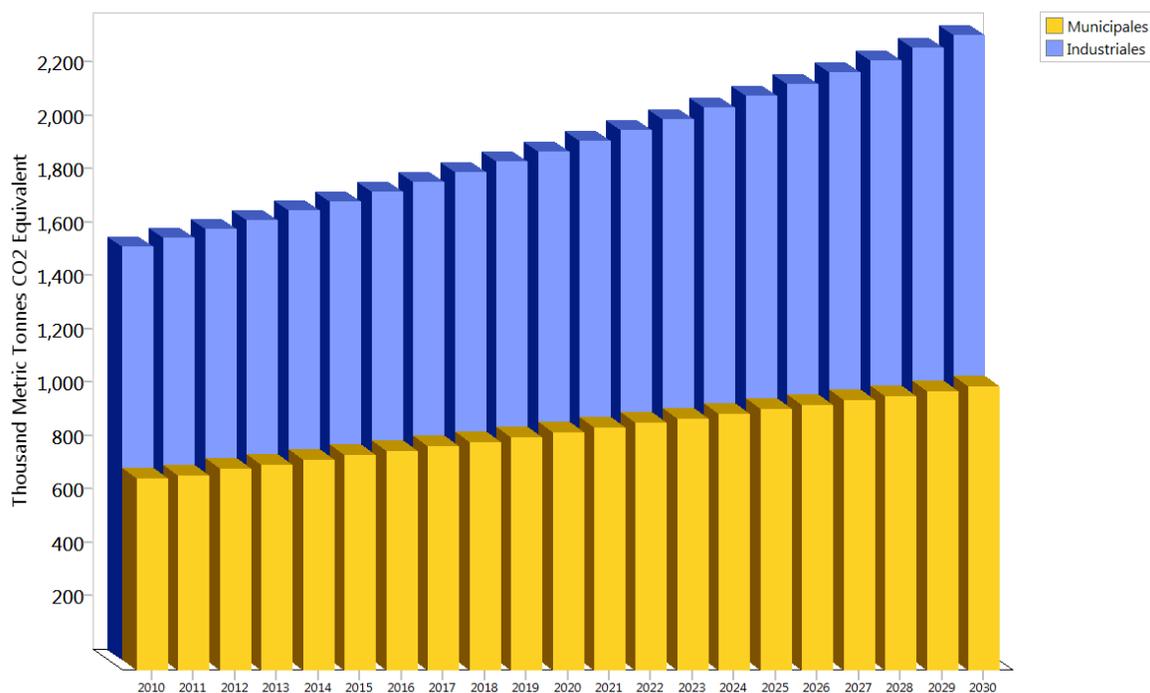
En la tabla 25 se presentan las emisiones GEI aportadas por aguas residuales, y se puede observar que las aguas provenientes de la industria aporta un 68% de las emisiones GEI provenientes del tratamiento de las aguas residuales. En la Figura 77 se presentan gráficamente el comportamiento de los dos tipos de tratamientos.

Tabla 25. 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 77. Proyección de las emisiones de CO₂eq aportadas por aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

6 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 68 Mt CO₂e y finalmente en 2030 a 76 Mt CO₂e.

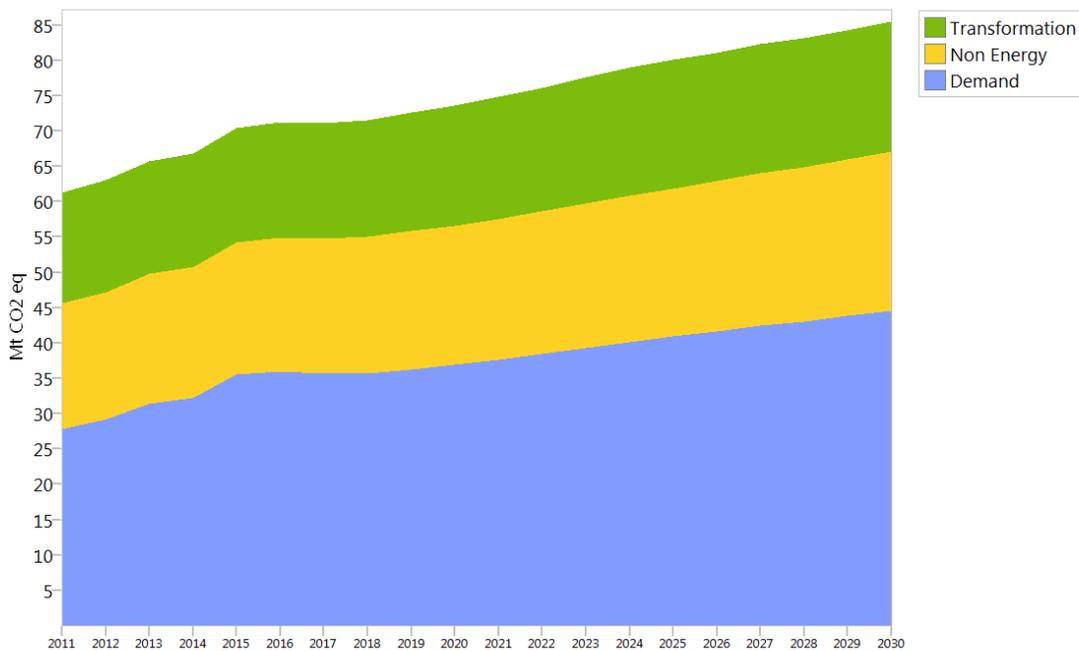
Tabla 26. Millones de toneladas de CO2e

Sector	2010	2015	2020	2025	2030
Demanda	28.441	35.487	36.899	40.898	44.576
Transformación	15.289	13.472	12.019	11.39	8.75
No Energético	17.677	18.691	19.732	21.001	22.462
Total	61.407	67.65	68.65	73.289	75.789

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 78.

Figura 78. Proyección de las emisiones de CO2eq por la línea base.

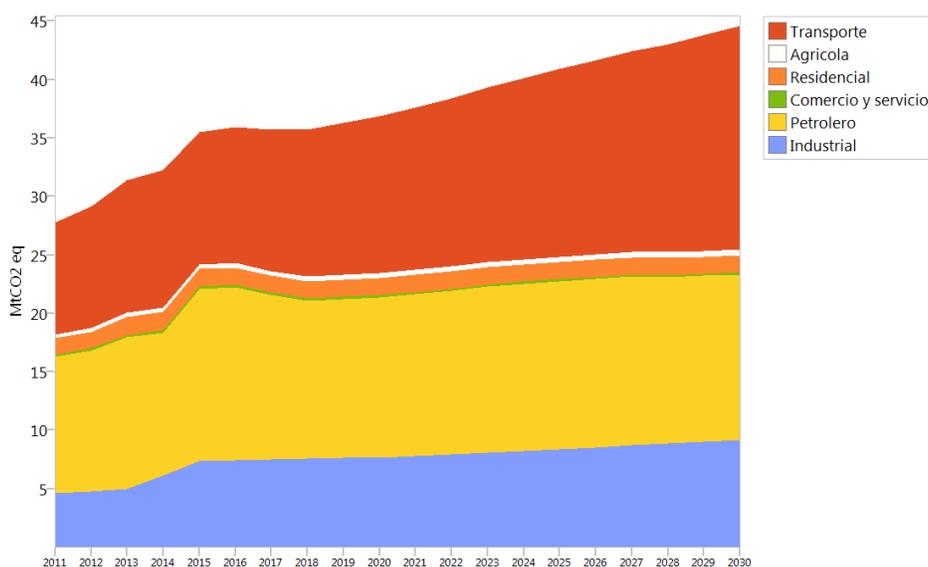


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

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 79.

Figura 79. Proyección de las emisiones de CO₂eq generadas por la demanda energética.

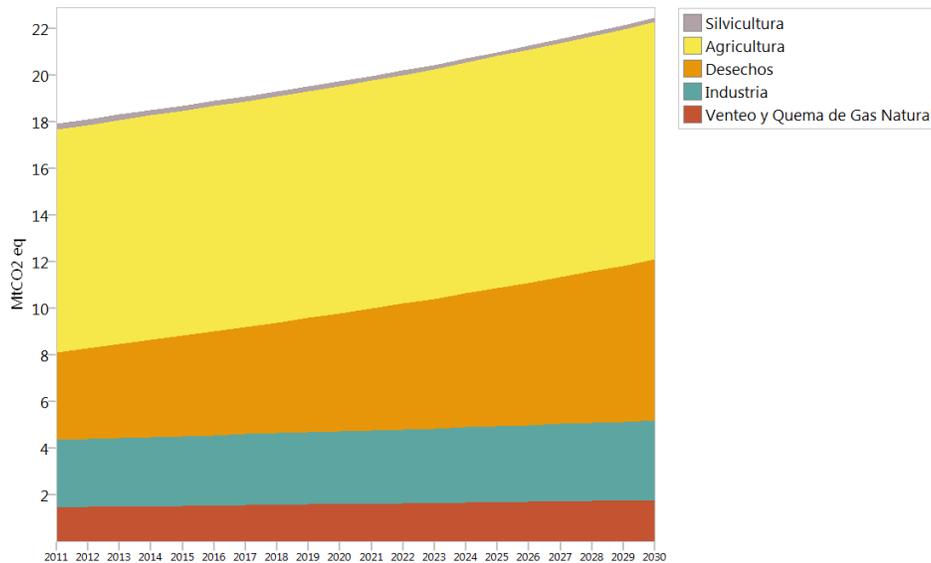


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

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 80.

Figura 80. Proyección de las emisiones de CO₂eq generadas por la demanda energética.

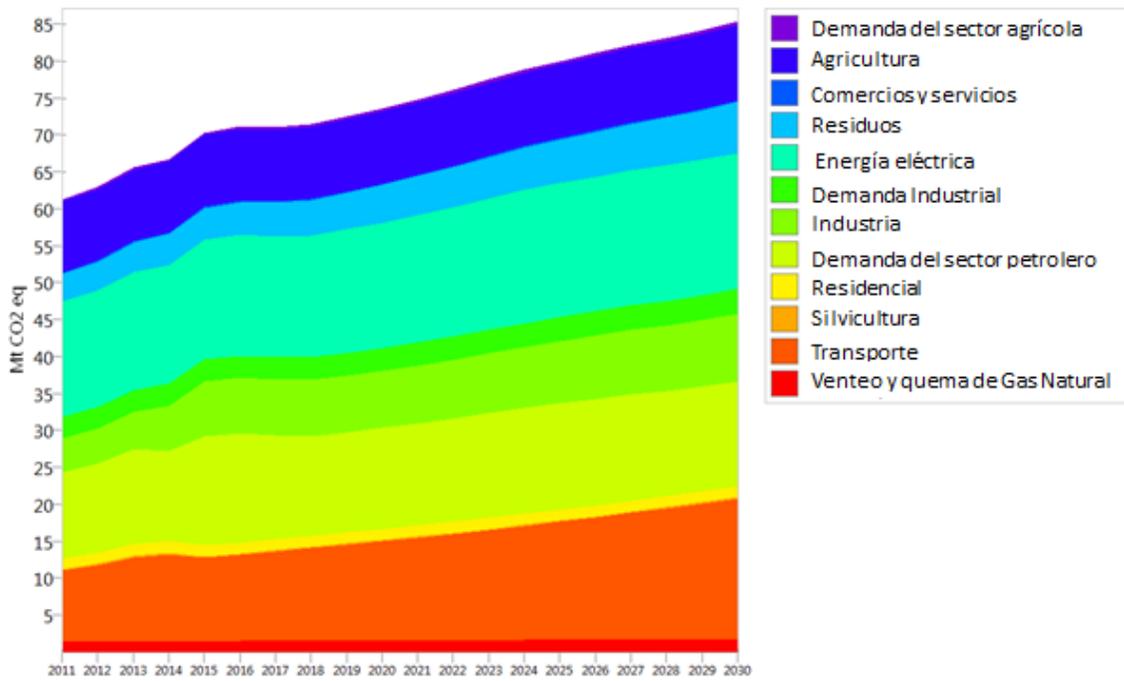


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

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 81.

Figura 81. Proyección de las emisiones de CO₂eq generadas por las principales ramas.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo LEAP

7 Bibliografía

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.

CFE, Programa de Obras e inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 (POISE)

Dra. 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

SENER (2012), Balance Nacional de Energía 2012

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

SAGARPA-SIAP (2013), Sistema de información agroalimentaria.

http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428

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

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.

CONADESUCA (2010), Estimados de producción de Caña y Azúcar Zafra en México.