



XALAPA
H. AYUNTAMIENTO

nuestra
Capital



PROGRAMA DE ACCIÓN CLIMÁTICA MUNICIPAL **XALAPA, VERACRUZ.**



Embajada Británica
en México



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



SEDEMA
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
DEL ESTADO DE VERACRUZ



Parque Los Tecajetes, Xalapa, Ver.

Fotografía de Portada: Por Héctor Montes de Oca. Autorizada con número de permiso HMO4233A



Este documento ha sido posible, gracias a la colaboración entre el Gobierno del Estado de Veracruz, el H. Ayuntamiento de Xalapa, ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, la Embajada Británica y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Xalapa, Ver. Julio del 2016

Título:

Programa de Acción Climática Municipal de Xalapa, Ver.
1a Edición 2016

Autor:

H. Ayuntamiento de Xalapa, Ver. Administración 2014-2017.

Editor y Revisor

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz

Coordinación y Supervisión:

H. Ayuntamiento de Xalapa: Mtro. Sergio Alfredo Angón Rodríguez y M. en Ecol. Nelsy Rocío Rodríguez Camargo.

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz: M.I. Beatriz Del Valle Cárdenas e Ing. Paulina Virues Contreras.

ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad: M.I. Paulina Soto.

Fotografía de Portada: Por el fotógrafo Héctor Montes de Oca. Autorizada con número de permiso HMO4233A

Diseño de Portada: LDG. Julio César Martínez Hernández

Agradecimientos:

Al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, a la Embajada Británica, a la Universidad Veracruzana, al Instituto de Ecología, al Colegio de Veracruz, a la Secretaría de Protección Civil y a la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Veracruz por el apoyo brindado en la realización de este documento.

Advertencia:

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Impreso en México

Distribución gratuita. Prohibido su venta

H. AYUNTAMIENTO DE XALAPA DE ENRÍQUEZ, VERACRUZ



Lic. Américo Zúñiga Martínez
Presidente Municipal Constitucional
H. Ayuntamiento de Xalapa

El cambio climático es una de las amenazas que enfrenta la humanidad y sin acciones para mitigar sus efectos, se corre serio riesgo de la vida en el planeta.

En Xalapa estamos trabajando intensamente con los diferentes sectores de la sociedad para impulsar acciones en favor del medio ambiente y que tengan un impacto positivo en la lucha contra el cambio climático.

La participación de los gobiernos locales en la ejecución de acciones de reducción de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático, es fundamental. Es la acción local la que impulsa y crea sinergia y estamos seguros que trabajando con el ejemplo, la población, cada vez más, se sumará a las acciones que impulsamos.



En la lucha contra el cambio climático, debemos integrarnos como sociedad y es lo que hemos fomentado en esta administración, la suma de opiniones, de esfuerzos y de participación son clave para poder lograr grandes cambios.

A través de este Programa de Acción Climática Municipal, el H. Ayuntamiento que represento, da continuidad a esta política y establece la planeación para implementar las acciones para incrementar la capacidad adaptativa de la población ante el cambio climático, así como las acciones de adaptación basada en ecosistemas y aquellas acciones que contribuyen a reducir la huella de carbono.

Nuestro planeta es único y está en nuestras manos conservarlo, la acción que tomemos hoy será fundamental para las generaciones futuras.

Agradecemos a quienes apoyaron en la integración de este Programa, gracias a ustedes, ahora nuestro municipio cuenta con acciones concretas para enfrentar el cambio climático, el reto ahora es su aplicación.

Lic. Américo Zúñiga Martínez
Presidente Municipal Constitucional
H. Ayuntamiento de Xalapa

Mensaje del Coordinador del Programa de Acción Climática Municipal

Xalapa es una ciudad privilegiada en términos ambientales, cuenta con ecosistemas que albergan una importante biodiversidad, como es el bosque mesófilo de montaña, su conservación es clave no solo para nuestro municipio, sino para el estado de Veracruz, pues se trata muy probablemente del ecosistema más amenazado en nuestro país y el ecosistema que ocupa menos superficie en todo el planeta. Se estima que menos del 1% de la superficie de nuestro país está ocupado por vegetación primaria de bosque mesófilo de montaña (8,809 Km²) y siendo éste ecosistema el que caracteriza a nuestro municipio.

Pese a ocupar una extensión tan reducida, el BMM es el ecosistema que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna en relación a su área (Challenger 1998); se calcula que alrededor de 2500 a 3000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski 1996).

Debido a la importancia y fragilidad del bosque mesófilo de montaña en Xalapa, se han tomado medidas para su conservación, actualmente se cuenta con nueve áreas naturales protegidas dos de las cuales han sido decretadas en esta administración; el rescate de áreas prioritarias para la conservación es solo una de las medidas que se han emprendido en el proceso de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas.

En ese sentido, resulta importante destacar que la problemática ambiental de Xalapa, se asocia en gran medida al crecimiento de la población que trae como consecuencia la expansión de la frontera urbana; por lo que establecer bases para un desarrollo urbano sustentable es también una de las prioridades de esta administración, que tome en cuenta una visión adecuada de la planeación del crecimiento urbano y que provea los espacios idóneos para el desarrollo, pero que a la vez mitigue los impactos al medio ambiente.

Xalapa se ha sumado a las medidas emprendidas por el Gobierno Estatal, como son el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Capital de Xalapa que agrupa a 11 municipios de la región; desde el ámbito municipal, este programa presenta acciones como: eficiencia energética en alumbrado público y edificaciones, uso de energías renovables en edificios municipales, modificaciones al reglamento de Desarrollo Urbano en el apartado de construcción para incluir un capítulo de sustentabilidad en las nuevas construcciones, el establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas. Además integra acciones enfocadas en generar nuevos hábitos en la población, en la gestión integral de residuos sólidos; además de acciones enfocadas al sector comercial y transporte.

De acuerdo con los escenarios de cambio climático, es muy probable que los impactos adversos en la zona urbana sean mayores y lo que hagamos hoy para hacer frente a esta variación en los patrones climáticos y en la preservación de los ecosistemas resultará en una mejor calidad de vida para el futuro.

Mtro. Sergio Angón Rodríguez
Subdirector de Medio Ambiente
H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz



Subdirección de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Xalapa, Ver.

Coordinador del PACMUN

Mtro. Sergio Alfredo Angón Rodríguez

Subdirector de Medio Ambiente

Coordinadores Técnicos

M. en Ecol. Nelsy Rocío Rodríguez Camargo

Jefa de Unidad de Desarrollo Sustentable

Colaboradores

Biol. Perla Dolores Ventura Rojas

Lic. Carlos García Chávez

Agradecimiento especial:

A ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, Oficina México, al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, a la Embajada Británica en México, a la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz por la capacitación, soporte técnico, seguimiento y apoyo brindado en la elaboración de este y reporte.

Se agradece también las aportaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por las aportaciones a este documento, tomadas del Plan de Acción Xalapa Sostenible.

RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ACCIÓN CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ.

El cambio climático es una de las principales amenazas que enfrenta la humanidad y sin acciones para mitigar sus efectos, pueden traer graves consecuencias en el corto, mediano y largo plazo, que pueden afectar la vida en el planeta.

De acuerdo con la investigación científica realizada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en el 5° Informe (bases científicas), se indica que en los últimos 800,000 años, las concentraciones atmosféricas de bióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado sin precedentes, siendo preocupante que las concentraciones de bióxido de carbono hayan aumentado en un 40% desde la era preindustrial, lo que ha propiciado variaciones climáticas (cambio climático) que han dado como resultado:

- El aumento de temperatura del aire y de los océanos.
- El derretimiento de los casquetes polares y glaciares en todo el mundo.
- El aumento de los niveles de mar.
- Aumento o disminución de las lluvias, etc.

México no es la excepción, puesto que ya experimenta los impactos derivados de esta variabilidad climática, debido a que su situación geográfica, sus condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que sea considerado como una de las zonas con categoría de muy vulnerable ante el fenómeno del cambio climático.

En este sentido, Veracruz, es considerado como uno de los estados con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático, lo que ocasiona que diversos municipios tengan afectaciones por los fenómenos meteorológicos, por lo que, para hacer frente al cambio climático, **Xalapa**, ha determinado llevar a cabo medidas de reducción de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático.

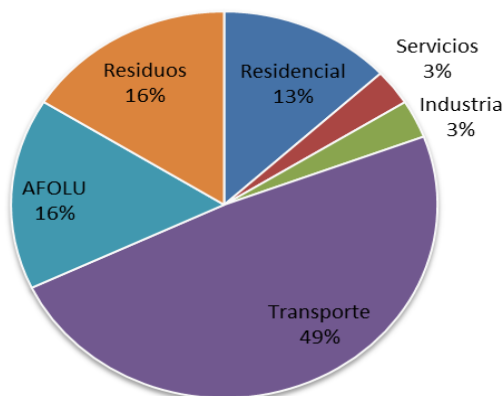
El **Municipio de Xalapa**, consciente de la urgencia de tomar medidas para hacer frente al cambio climático, se compromete a través de la elaboración de su PACMUN para contribuir en la búsqueda de soluciones puntuales rápidas y prácticas que resulten en un beneficio común para nuestro país.

El PACMUN del **municipio de Xalapa**, es por lo tanto el instrumento de planeación de la política en materia de cambio climático y está estructurado de la siguiente manera: resumen ejecutivo, marco teórico y jurídico, diagnóstico e identificación de las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el municipio, detección de vulnerabilidad y riesgo en el municipio, identificación de medidas de mitigación de GEI y de adaptación al cambio climático.

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero que se presenta en este documento, toma como referencia el integrado en el Plan de Acción de Xalapa Sostenible (Factor CO₂– IH Cantabria, 2014), mismo que fue realizado para la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata y presenta información del periodo 2005 al 2011. El área no se ajusta a una unidad administrativa específica, sino que afecta parcialmente, en mayor o menor grado a los cinco municipios mencionados.

De acuerdo con el inventario en **2011, la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata**, emitió **1,511,663 toneladas de bióxido de carbono equivalente por año (tCO₂e/año)**. siendo el sector del transporte la categoría que mas emisiones presente **en promedio 49%** de las emisiones totales; por otra parte las categorías de **residuos y agricultura, forestal y cambio de uso de suelo (AFOLU)**, contribuyeron cada una con **16%** del total de las emisiones. Grafica 1.

Gráfica 1. Emisiones de GEI (CO₂) por sector. Año 2011.



Fuente: Elaboración propia, con datos de Factor CO₂– IH Cantabria, 2014.

Las emisiones de GEI experimentaron un crecimiento desde 2005 y hasta 2008, año en que hubo una inflexión para retomar la tendencia creciente a partir de 2009 (Tabla 1).

Tabla 1. Historial de emisiones de GEI (tCO₂e*) de la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata

Sector	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Residencial	170,872	171,392	188,530	175,527	183,830	190,085	197,709
Servicios	42,595	41,193	43,706	40,093	40,099	42,781	45,271
Industria	48,471	48,884	50,474	46,118	43,527	44,948	48,019
Transporte	588,187	626,923	687,763	775,926	708,847	716,521	735,678
AFOLU	241,303	241,114	241,154	241,059	240,988	241,397	242,403
Residuos	215,210	219,758	224,306	228,853	233,400	237,948	242,584
Total	1,306,639	1,349,264	1,435,934	1,507,576	1,450,692	1,473,680	1,511,663

Fuente: Factor CO₂– IH Cantabria (2014), * unidades en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

Si se toma como línea base el año 2010, **la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata contaba con una población de 644,199 habitantes**, lo que permite sugerir que las emisiones estimadas per cápita, para la región, (con emisiones de 2010), serían **de 2.28 tCO₂e por habitante por año**, aproximadamente.

De acuerdo con lo anterior, es importante analizar la vulnerabilidad del municipio; este análisis tiene como objetivo brindar herramientas a los tomadores de decisiones que permitan un mejor conocimiento del riesgo asociado a las amenazas por inundaciones y deslizamientos, entre otras; a fin de diseñar e implementar acciones para mitigarlo. Este análisis incluye peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, así como una estimación de los daños expresados en pérdidas humanas y materiales.

De acuerdo con el análisis y los registros históricos, el problema más recurrente son las inundaciones que van de leves o moderadas en el área metropolitana de Xalapa; sin embargo, la frecuencia de inundaciones urbanas ha aumentado a través del tiempo, sin que tal aumento esté motivado en un incremento de las precipitaciones, lo que hace suponer que son los procesos de urbanización y la acción humana la que ha incrementado este problema.

Derivado de ambos análisis se lograron identificar **6 medidas (18 acciones) de mitigación de gases de efecto invernadero**, que si se llevan a cabo podrían las emisiones de GEI alrededor de **5,142 (tCO₂e/año) en el periodo 2014-2017**. Desde el punto de vista de la adaptación al cambio climático, se identificaron **7 medidas (11 acciones)** que permitirán sobrellevar de mejor forma los impactos de los fenómenos asociados al cambio climático.

Entre las medidas de mitigación de GEI se encuentran: (1) Uso de energías renovables, (2) Uso eficiente de la energía y eficiencia energética, (3) Manejo adecuado y eficiente de residuos y la reducción desde la generación, (4) Promoción de la movilidad no motorizada, (5) Reforestación y (6) fomentar la regularización de establecimientos comerciales a través de las licencias de funcionamiento ambiental.

Por cuanto hace a las medidas para incrementar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas ante el cambio climático, se identificaron: (1) Reforestación, (2) Conservación de áreas naturales, (3) Adaptación al cambio climático basado en ecosistemas, (4) Adaptación al cambio climático

basado en comunidades, (5) Educación ambiental para enfrentar el cambio climático, (6) fomentar acciones para apoyar a la población en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos y (7) promoción de acciones para reducir el consumo de agua.

En términos de aplicabilidad, el Programa de Acción Climática Municipal (PACMUN) de Xalapa es congruente con los mecanismos de Planeación del Desarrollo Municipal existentes y se integrará a los mecanismos que actualmente operan en el Municipio como son las políticas públicas, programas, proyectos y actividades relacionadas y pretende ser una guía de acciones diseñadas para coadyuvar en la lucha contra el cambio climático, desde el ámbito local.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ACCIÓN CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO	3
2.1. Características Biofísicas.....	3
2.1.1 Ubicación Geográfica	3
2.1.2 Hidrografía.....	4
2.1.3 Fisiografía.....	5
2.1.4 Edafología	5
2.1.5 Clima	6
2.2 Principales Ecosistemas y Recursos Naturales	7
2.2.1 Áreas Naturales Protegidas.....	8
2.2.2 Calidad del Aire	9
2.2.3 Residuos	9
2.3 Características Socioeconómicas	10
2.3.1 Demografía.....	10
2.3.2 Marginación.....	11
Referencia.....	11
3. MARCO TEÓRICO	12
3.1. Efecto Invernadero y Cambio Climático.	12
3.2. Contexto Internacional y Nacional sobre Cambio Climático.....	14
3.3. El Programa de Acción Climática Municipal.....	18
4. MARCO JURÍDICO DEL PACMUN	20
4.1 Legislación Federal	20
4.1.1 Ley General de Cambio Climático	20
4.1.2 Política Federal en Materia de Cambio Climático.....	22
4.2 Legislación Estatal	27
4.2.1. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático.....	27
4.2.2. Política Estatal en Materia de Cambio Climático	29

4.3 Legislación Municipal	31
4.3.1 Marco Jurídico del Municipio de Xalapa, Ver.	31
4.3.2 Programas y Acciones Estatales y Federales que puedan aplicarse al municipio y que estén orientadas al Cambio Climático	33
5. PROCESO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA ELABORACIÓN DEL PACMUN	35
5.1 Identificación del Equipo de Trabajo y Organigrama	35
5.2 Organización y Arranque del Proceso de Planeación Estratégica	36
6. VISIÓN, OBJETIVOS Y METAS DEL PACMUN	42
6.1 Visión	42
6.2 Objetivos del PACMUN	42
6.2.1 Objetivo General	42
6.2.2 Objetivos específicos.....	42
6.3 Metas del PACMUN	43
7. DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE GEI DE MUNICIPIO DE XALAPA.....	44
7.1 Resultados del Inventario.....	45
7.1.1 Emisiones de GEI para la Región Xalapa	45
7.1.2 Emisiones de GEI para el Sector Residencial – Edificios Residenciales...	51
7.1.3 Emisiones de GEI para el Sector Servicios – Servicios Comerciales e Institucionales.....	54
7.1.4 Emisiones de GEI para el Sector Industria.....	56
7.1.4 Emisiones de GEI para el Sector Transporte	59
7.1.5 Emisiones de GEI para el Sector AFOLU.....	61
7.1.5 Emisiones de GEI para el Sector Residuos.....	64
8. Vulnerabilidad: estudio de riesgo ante amenazas naturales y cambio climático. ..	66
8.1 Riesgo de Impacto por Inundación	67
8.1.1 Evaluación de la amenaza por inundación y peligrosidad	67
8.1.2 Evaluación de la exposición a inundaciones	72
8.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad	73
8.1.4 Medidas y recomendaciones.....	74

8.2 Riesgo de impacto por deslizamiento	75
8.2.1 Evaluación de la amenaza por deslizamiento	75
8.2.2 Evaluación de la Exposición a Deslizamientos.....	77
8.2.3 Evaluación de la Vulnerabilidad	78
8.2.4 Medidas y recomendaciones.....	80
8.3 Evaluación de Escenarios.....	81
8.4 Alteraciones Térmicas Derivadas de la Urbanización en la Ciudad de Xalapa, Veracruz. Análisis Espacio – Temporal 1600 - 2015	82
8.4.1 El Crecimiento Urbano de Xalapa: Análisis Histórico y Espacial	83
8.4.2 Relación entre el Crecimiento Urbano de Xalapa y el Índice de Zonas Verdes Útiles por Habitante	90
8.4.3 Análisis de las Series de Tiempo de Temperaturas de Xalapa	92
8.4.4 Contraste Térmico entre Dos Puntos Espacialmente Diferentes Ubicados dentro de la Ciudad de Xalapa	95
8.4.5 Conclusiones de este Estudio	98
9. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA.....	100
10. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA	105
11. CONCLUSIONES.....	109
12. REFERENCIAS DOCUMENTALES	111
13. GLOSARIO.....	119
14. UNIDADES	134
15. ACRÓNIMOS	136
16. ANEXOS.....	137
Anexo I. Fuentes de información utilizadas para el desarrollo del inventario de emisiones de GEI del área de estudio.	137
Anexo II. Fuentes de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).	139
Anexo III. Metodología aplicada para el cálculo de emisiones de GEI en Xalapa.....	146
Anexo IV. Conclusiones y recomendaciones en relación al inventario de emisiones de GEI del área de estudio	157



Anexo V. Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Detalles Adicionales.....164

 Medidas, Reducción de GEI, Beneficiarios, Presupuesto y Detalles.....164

Anexo VI. Medidas de Adaptación al Cambio Climático169

 Medidas y Presupuesto169

 Medidas y Detalles171

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Emisiones de GEI (CO ₂) por sector. Año 2011.	xi
Gráfica 2. Climograma ciudad de Xalapa.	7
Gráfica 3. Crecimiento poblacional del municipio de Xalapa 1995 - 2017	11
Gráfica 4. Emisiones de GEI (tCO ₂ e) por sector. Año 2011.	45
Gráfica 5. Tendencia histórica de las emisiones de la Región de Xalapa	46
Gráfica 6. Resultado de emisiones porcentuales para el área de estudio (Región de Xalapa) por sector para los años 2005 a 2011.	47
Gráfica 7. Resultado de emisiones de GEI per cápita para el Municipio de Xalapa para los años 2005 a 2011	49
Gráfica 8. Resultado de emisiones de GEI por PIB para el Municipio de Xalapa para los años 2005 a 2011.	49
Gráfica 9. Comparativa de emisiones de GEI per cápita.	50
Gráfica 10. Emisiones de GEI asociadas a las Actividades del H. Ayuntamiento de Xalapa. Año 2013.	50
Gráfica 11. Tendencia histórica de las emisiones de GEI del sector residencial del Municipio de Xalapa.	51
Gráfica 12. Consumos del sector residencial del Municipio de Xalapa.	52
Gráfica 13. Resultado de emisiones para el sector residencial del Municipio de Xalapa	53
Gráfica 14. Tendencia histórica de las emisiones de GEI del sector servicios del Municipio de Xalapa.	54
Gráfica 15. Consumos del sector servicios del Municipio de Xalapa que generan GEI.	55
Gráfica 16. Resultado de emisiones para el sector servicios del Municipio de Xalapa.	56
Gráfica 17. Tendencia histórica de las emisiones del sector industrial del área de estudio.	57
Gráfica 18. Resultado de emisiones para el sector industrial del área de estudio.....	58

Gráfica 19. Tendencia histórica de las emisiones del sector transporte del Municipio de Xalapa	59
Gráfica 20. Distribución de las emisiones de GEI históricas para el sector transporte.	60
Gráfica 21. Resultado de las emisiones de GEI del sector AFOLU del área de estudio.	62
Gráfica 22. Resultado de las emisiones de GEI de los subsectores agrícola y pecuario del área de estudio.	62
Gráfica 23. Resultado de las emisiones de GEI del sector residuos del Municipio de Xalapa.	64
Gráfica 24. Resultado de las emisiones de GEI por tipo de residuo del Municipio de Xalapa.	65
Gráfica 25. Crecimiento de la Mancha Urbana de Xalapa, Veracruz y su Proyección al año 2100.....	90
Gráfica 26. Temperaturas máximas registradas en la estación metereológica de la Ciudad de Xalapa durante el periodo 1982 al 2015.....	94
Gráfica 27. Temperaturas mínimas registradas en la estación metereológica de la Ciudad de Xalapa durante el periodo 1982 al 2015.....	94
Gráfica 28. Temperaturas Registradas durante 2015-2016 en dos Áreas de la Ciudad de Xalapa	98
Gráfica 29. Conceptos a tener en cuenta para mantener la calidad del inventario..	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Geográfica del municipio de Xalapa, Veracruz	3
Figura 2. Espacios Naturales Protegidos del Municipio de Xalapa, Veracruz	8
Figura 3. Áreas del PACMUN	19
Figura 4. Organigrama de la administración pública 2014-2017 del H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz	35
Figura 5. Taller Nacional para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado los días 20 y 21 de febrero del 2014	36
Figura 6. Taller de indicción para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado el día 03 de abril de 2014.....	37
Figura 7. Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado en 28 de mayo de 2014.....	37
Figura 8. Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado el día 24 de septiembre de 2014	38
Figura 9. Primer Segundo de “Construcción de Resiliencia Climática en los sistemas urbanos a través de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en América Latina y El Caribe”	39
Figura 10. Recorrido por el área dónde se llevará a cabo el Proyecto AbE	40
Figura 11. Esquema Metodológico para el análisis del riesgo.....	68
Figura 12. Ríos en Xalapa.	70
Figura 13. Mapa de tirantes y velocidades para T=100años.	70
Figura 14. Mapa de tirantes para T=100 años.....	71
Figura 15. Detalle del mapa de Tirantes para T=100 años en el entorno del río Sedeño.	72
Figura 16. Factores causales de deslizamiento en el ámbito de estudio.....	76
Figura 17. Mapa de susceptibilidad ante deslizamientos para el escenario actual....	77
Figura 18. Valor expuesto de la tipología constructiva ante la amenaza de deslizamiento.....	78
Figura 19. Tipología constructiva por manzana y exposición a inundaciones (para T=100 años).	79



Figura 20. Análisis Geo Espacial del Crecimiento Histórico de la Ciudad de Xalapa 87

Figura 21. Archipelago de Bosques y Selvas de la Región Capital de Xalapa (2015)
 88

Figura 22. Sitios contrastantes de Xalapa donde se midió la temperatura y humedad
 diariamente por un periodo de un año 95

Figura 23. Núcleos contenidos en la herramienta de cálculo de emisiones de GEI. 147

Figura 24. Ejemplo de hoja de recolección de datos – transporte en carretera..... 154

Figura 25. Opciones de coordinación para la actualización del inventario de
 emisiones de GEI. 156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historial de emisiones de GEI (tCO ₂ e*) de la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata	xi
Tabla 2. Principales elevaciones dentro del área metropolitana y zonas conurbadas de Xalapa.	5
Tabla 3. Crecimiento poblacional del municipio de Xalapa a partir de 1995	10
Tabla 4. Datos de marginación al año 2010 para Xalapa	11
Tabla 5. Resultado de emisiones de GEI del área de estudio en toneladas de CO ₂ e.	45
Tabla 6. Parque vehicular en Xalapa.....	60
Tabla 7. Resultado de emisiones los Usos y Cambios de Usos del Suelo del Municipio de Xalapa.	63
Tabla 8. Superficies de los polígonos del Corredor Biológico y número de habitantes de cada localidad urbana.....	92
Tabla 9. Diferencia térmica (°C) en la ciudad de Xalapa según la altitud (msnm), el gradiente térmico vertical (γ) y el efecto de la urbanización. Datos registrados en cada estación entre Abril 2015 – abril 2016.....	97
Tabla 10. Propuestas de Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Municipio de Xalapa	102
Tabla 11. Medidas de Adaptación al Cambio Climático propuestas para el Municipio de Xalapa	107
Tabla 12 Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).....	137
Tabla 13. Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI de Xalapa.	139
Tabla 14. Reporte de emisiones de GEI del municipio según el formato del GDP..	141
Tabla 15. Fuentes excluidas del reporte de emisiones de GEI del municipio.....	144
Tabla 16. Factores de emisión de GEI para la electricidad en México.	150

1. INTRODUCCIÓN

Dada la importancia de actuar de manera local en materia de cambio climático, ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, se ha sumado en los esfuerzos por ayudar a los municipios mexicanos a desarrollar sus Programas de Acción Climática Municipal (PACMUN), lo anterior, integrando las herramientas que permitan a las autoridades municipales, elaborar su Programa y que éste, sea comparable con los programas de otros gobiernos locales; así también fortaleciendo las capacidades municipales en conjunto con el Gobierno del Estado de Veracruz.

Este documento fue diseñado para facilitar a los funcionarios municipales, la toma de decisiones. En las diferentes secciones del PACMUN se integra la información elaborada de manera conjunta entre el H. Ayuntamiento de Xalapa, ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, así como también con las Instituciones participantes en el proyecto.

El contenido del documento incluye las características generales del municipio, así como el contexto general sobre cambio climático. También se abordan de manera específica cada una de las áreas, comenzando con el marco jurídico, en el que se indican los ordenamientos jurídicos, que facultan al municipio para actuar en materia de cambio climático, de modo que puedan fundamentar el PACMUN. Para el área de inventarios, se presentan los resultados del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata, inventario integrado en el Plan de Acción de Xalapa Sostenible (Factor CO₂– IH Cantabria, 2014). en el área de vulnerabilidad se identificaron las principales amenazas hidrometeorológicas y sus respectivos impactos. Y finalmente, se incluyeron las medidas de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático.

Cabe señalar que los mecanismos propuestos en el documento, representan sólo una base, sin embargo, éstos pueden ser sujetos a modificaciones y adecuaciones que dependerán de las circunstancias del municipio.

De esta manera se espera que el PACMUN proporcione los instrumentos necesarios para realizar las acciones que contribuyan en la lucha contra el cambio climático.

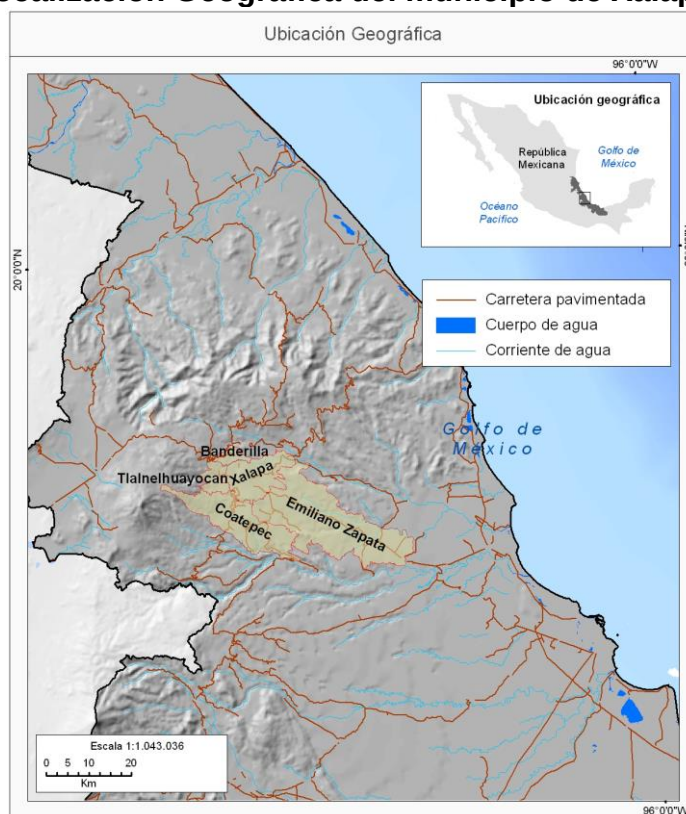
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO

2.1. Características Biofísicas

2.1.1 Ubicación Geográfica

El municipio de Xalapa se encuentra ubicado entre las coordenadas 19° 32' latitud norte y 96° 55' longitud oeste a una elevación 1,427 metros sobre el nivel del mar (msnm). Limita al norte con Banderilla, Jilotepec y Naolinco, al este con Actopan y Emiliano Zapata, al sur con Coatepec y al oeste con Tlalnahuacoyan (Figura 2). Se ubica aproximadamente a 350Km de la Ciudad de México por carretera. La Ciudad de Xalapa está situada en las faldas del cerro de Macuiltépetl y las estribaciones orientales del Cofre de Perote (4282 msnm), en la zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y la planicie costera del Golfo de México. Tiene una superficie de 118.45 km², representa un 0.16% de la superficie del Estado.

Figura 1. Localización Geográfica del municipio de Xalapa, Veracruz.



Fuente: Subdirección de Medio Ambiente H. Ayuntamiento de Xalapa con datos de INEGI 2009.

2.1.2 Hidrografía

El Municipio de Xalapa se encuentra en la región hidrológica del Papaloapan, en las cuencas de los ríos Jamapa y La Antigua (INEGI, 2009), esta región abarca una gran parte de la porción centro-sur del estado de Veracruz (46,263 Km²). En Xalapa confluyen escurrimientos superficiales de 27 microcuencas que se unen en las partes bajas de la ciudad y llegan a los ríos Sordo y Sedeño, así como a los arroyos Carneros y Papas. Existen cerca de 45 manantiales y 5 lagos, 3 de los cuales son artificiales. Los manantiales se alimentan de escurrimientos del cerro Macuiltépetl, de ahí la importancia de conservar su cubierta vegetal (ONU-HÁBITAT, 2011).

Xalapa y su zona conurbada se benefician de los servicios ambientales que les aportan dos subcuencas tributarias del río La Antigua, que se origina en el Cofre de Perote, la Subcuenca del Río Sedeño y la Subcuenca del Río Pixquiac.

- La subcuenca del Río Pixquiac se ubica hacia el extremo norte de la cuenca alta de La Antigua, en la ladera barlovento del Cofre de Perote, expuesta a los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México. Con respecto a las principales zonas urbanas con las que se relaciona, la subcuenca del Pixquiac se localiza al Oeste de la ciudad de Xalapa y al Noroeste de la ciudad de Coatepec. Tiene una superficie total de 10,727 ha (lo que equivale al 8.09% del total de la cuenca alta del Antigua) y una longitud de 30.27 kilómetros, aportando el 38.5% del agua que consume la ciudad de Xalapa, captación de carbono y belleza escénica (Vidriales, *et al* 2012).
- Subcuenca del Río Sedeño se localiza en la porción central del estado de Veracruz, al pie del monte oriental del Cofre de Perote. Tiene una superficie de 125.12 km², la cual drena de oeste a este sobre la vertiente oriental del volcán. Forma parte de la región hidrológica del Papaloapan (Ortíz, 2012). Este río sirve como límite físico entre los municipios de Xalapa y Banderilla y provee de servicios ambientales como la captación de carbono y belleza escénica.

2.1.3 Fisiografía

La región de Xalapa se encuentra localizada en la Región Central Montañosa del Estado de Veracruz, en parte de la Subprovincia Sierra de Chiconquiaco dentro de la denominada Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, se caracteriza por estar conformada por un cinturón de estratovolcanes y conos cineríticos orientados casi en dirección Este – Oeste. (Rodríguez, 2011). En la tabla siguiente se muestran las principales elevaciones dentro del área metropolitana y zonas conurbadas de Xalapa.

Tabla 2. Principales elevaciones dentro del área metropolitana y zonas conurbadas de Xalapa.

VOLCAN	ALTURA	TIPO DE VOLCÁN	UBICACIÓN
Macuiltépetl	1,580msnm	Cono de escorias	Centro de Xalapa
Cerro Colorado	1,480msnm	Cono de escorias	Al oeste de Xalapa
El Estropajo	-	Cono de escorias	Al oeste de Xalapa
Las Margaritas	-	Tipo escudo	Al sur de Xalapa
Pitaya	-	Cono de lava	Al suroeste de Xalapa

*Modificado de (Lenz, 2014).

2.1.4 Edafología

Los principales tipos de suelo, presentes en el municipio de Xalapa son: Phaeozem (17%), Regosol (16%), Andosol (14%), Luvisol (4%), a continuación una breve descripción de los tipos de suelo.

Phaeozem (17%): Se caracteriza por una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, pero carente de horizontes cálcicos, gípsicos y de concentraciones de cal pulverizada (blanda) dentro de los 125 cm. superficiales.

Regosol (16%): Se puede encontrar representado en sierras y lomeríos, su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado a su profundidad, y al hecho de que no representa pedregosidad.

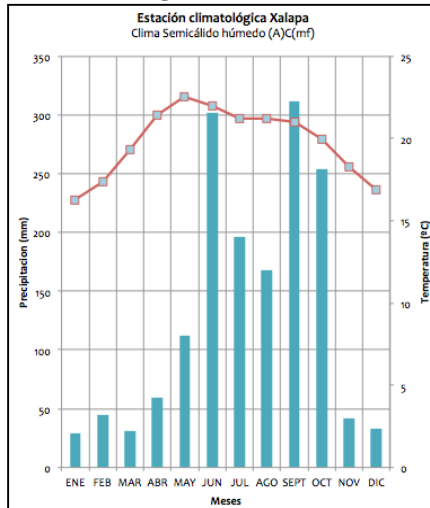
Andosol (14%): Es un tipo de suelo negro que hay en los volcanes y sus alrededores. Este se desarrolla sobre cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos. Tiene altos contenidos de materia orgánica, además de gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio; su rasgo más sobresaliente es la formación masiva de complejos amorfos de humus-aluminio.

Luvisol (4%): este tipo de suelo es frecuentemente rojo o claro, aunque también se presenta en tonalidades grisáceas, que no llegan a ser oscuras; por lo general se localiza en las laderas de sierras y lomeríos, soporta una vegetación de bosque o selva, sin embargo es un tipo de suelo de alta susceptibilidad a la erosión.

2.1.5 Clima

En Xalapa la temperatura promedio oscila entre 18° y 24° C y se presentan cuatro tipos de clima: (1) Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (54%), siendo el clima característico de la ciudad (Gráfica 2), (2) semicálido húmedo con lluvias todo el año (44%), (3) cálido subhúmedo con lluvias en verano (1%) y (4) templado húmedo con lluvias todo el año (1%). Respecto al régimen de precipitaciones, las lluvias abundantes se presentan en verano y principios de otoño siendo más ligeras en lo que resta del año y lloviznas con neblina en invierno, esto debido a la afluencia de los vientos del norte, que provocan grandes descensos de temperatura con heladas esporádicas. Teniendo un rango de precipitación pluvial anual entre 1100 – 1600 mm (Cerdan, 2011).

Gráfica 2. Climograma ciudad de Xalapa.



Fuente: Angón, 2015 con datos de CONAGUA (1979-2009).

2.2 Principales Ecosistemas y Recursos Naturales

Xalapa, por su situación geográfica, se encuentra en una zona de transición entre el bosque mesófilo de montaña y selva baja, lo que le confiere una gran riqueza y diversidad biológica (Ruiz-Montiel, et al 2014). En los fragmentos de bosque mesófilo de montaña encontramos especies dominantes de árboles como *Liquidambar styraciflua*(Liquidambar), *Quercus xalapensis*(Encino), *Quercus germana*(Encino), *Clethra mexicana*(Marangola), *Carpinus caroliniana*(Pipinque), *Ostrya virginiana*(Pipinque), *Magnolia grandiflora*(Magnolia), *Platanus mexicana* (Haya) y en la parte baja podemos encontrar las especies *Bursera sibiruba* (Palo mulato), *Yucca filifera* (Izote), *Croton draco* (Sangregado), *Acacia hindsii*(Huizache) y distintas variedades de palma, entre otras especies.

En cuanto a la fauna, existe una gran variedad de animales silvestres, en las áreas aledañas a la población, entre los que se encuentran mamíferos como: *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Sylvilagus sp.* (conejo), *Sciurus aureoargenteus* (ardilla), *Geomys sp.* (tuza), *Dasypus novemcinctus* (armadillo), *Nasua narica* (tejón) y *Procyon*

2.2.2 Calidad del Aire

La Organización Mundial de la Salud recomienda que la concentración promedio anual de partículas PM₁₀ (contaminante que se emite con la combustión en los automóviles, actividades industriales, quema agrícola en incendios forestales) para una ciudad sea de 20ug/m³. En Xalapa se estima en 53 ug/m³ (IMCO, 2013). Gran parte de la emisión de estos gases tiene su origen en el número de automóviles particulares, autobuses y taxis. El exceso de tráfico no solo contamina el aire sino también provoca contaminación visual y auditiva: el caos vial altera el sistema nervioso y la productividad (PMD, 2014).

Para contar con el monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de Xalapa, en 2013 la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) instaló una estación de monitoreo de contaminantes criterio, para contar con una evaluación de la calidad del aire, los resultados de dicho monitoreo se presentan en la página web de la SEDEMA, detectándose que las emisiones de esos contaminantes criterios solo se han excedido en ciertos periodos a partir de que iniciaron las mediciones, por lo que en una evaluación general de la calidad del aire, se estima que aun se encuentra dentro de los límites permisibles, razón por la cual urge generar acciones tendentes a su mejoramiento.

2.2.3 Residuos

El crecimiento de la ciudad en los últimos 30 años, representa retos importantes para garantizar los servicios a la población tanto urbana como rural. Uno de éstos es satisfacer la demanda de la ciudadanía por la recolección y manejo de residuos sólidos urbanos. En Xalapa se producen 135.1 mil toneladas anuales de residuos, el Ayuntamiento cuenta con 60 camiones recolectores, de los cuáles actualmente se encuentran en funcionamiento alrededor del 85%. Xalapa cuenta con un relleno sanitario donde vierten sus residuos cinco de los siete Municipios de la zona metropolitana, sin embargo, no cuenta con la infraestructura necesaria para separar

los residuos, por lo que las actividades como el reciclaje y producción de composta, se consideran marginales, por lo que se estima que el 100% de los residuos recolectados terminan en el relleno sanitario.

como una estrategia para coadyuvar en la gestión de residuos sólidos urbanos, se realizan diferentes acciones, como campañas de acopio de diferentes tipos de residuos que pueden ser reutilizados, reciclados o enviados para su disposición final adecuada, algunos de estos residuos que se gestionan a través de estas acciones son: electrónicos, vidrio, tetra pack, medicamentos en caducidad, aceite vegetal usado, neumáticos y más recientemente los residuos producto de la poda de árboles y mantenimiento de jardines urbanos, se destinan al compostaje para su aprovechamiento como fertilizantes orgánicos.

2.3 Características Socioeconómicas

2.3.1 Demografía

De acuerdo a los resultados del panorama demográfico del Estado de Veracruz 2015, la población total en el municipio de Xalapa era de 480,841 habitantes, de los cuales 52.9% son mujeres, esta población, se encuentra distribuida en 58 localidades dentro del municipio de Xalapa.

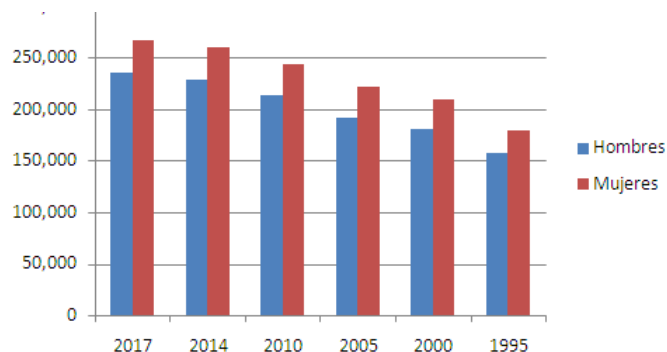
En la tabla 3 y gráfica siguiente se aprecia el crecimiento poblacional del municipio de Xalapa a partir de 1995 y se presentan también las proyecciones realizadas por el INEGI para el año 2017.

Tabla 3. Crecimiento poblacional del municipio de Xalapa a partir de 1995

Año	Total	Hombres	Mujeres
2017	502,151	235,360	266,791
2014	488,104	228,431	259,673
2010	457,928	213,571	244,357
2005	413,136	191,837	221,299
2000	390,590	181,487	209,103
1995	336,632	15,942	15,623

Fuente: Para 1995 a 2010, INEGI. Censos y conteos de población y Vivienda, 1995 a 2010, y para 2014 y 2017, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

Gráfica 3. Crecimiento poblacional del municipio de Xalapa 1995 - 2017



Fuente: Consejo Nacional de Población 2015

2.3.2 Marginación

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el grado de marginación en Xalapa en 2010 era de 9.1 puntos (Tabla 4) y ocupa el lugar número 210 en el contexto estatal y el no. 2369 en el contexto nacional, esto guarda particular importancia en el contexto de vulnerabilidad, ya que hay una relación estrecha entre la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático y la marginación.

Tabla 4. Datos de marginación al año 2010 para Xalapa

Concepto	Referencia
Grado de marginación	Muy bajo
Índice de marginación escala 0-100	9.1
Lugar que ocupa en el contexto estatal	210
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,369
Población analfabeta de 15 años o más	3.9%
Población sin primaria completa de 15 años o más	13.3%
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	0.3%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.5%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	0.6%
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	28.8%
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	2.7%
Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	2.8%
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	33.0%

Fuente: CONAPO Índice de marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Efecto Invernadero y Cambio Climático.

En la actualidad una de las mayores preocupaciones a nivel mundial, es el tema de cambio climático. Su importancia deriva de las diversas consecuencias que este fenómeno tiene, las cuales no sólo son ambientales, sino también económicas, políticas, sociales y sanitarias.

El planeta Tierra presenta condiciones idóneas que permiten que la vida en éste sea posible, sin embargo, se ha observado un incremento acelerado en la temperatura promedio y en las concentraciones de bióxido de carbono (CO_2), provocando una serie de consecuencias negativas en la sociedad. Existen varios factores que influyen en el incremento en la temperatura del planeta: uno de ellos es el proceso natural por el cual determinados gases que se encuentran en la atmósfera, retienen parte de la energía solar y la van liberando paulatinamente; este fenómeno se denomina “efecto invernadero”. Debido a este fenómeno, la temperatura promedio del planeta es de aproximadamente 16°C , lo que permite la vida en el planeta. Los denominados gases de efecto invernadero (GEI) son el bióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los clorofluorocarbonos (CFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6).

Al aumentar la concentración de GEI en la atmósfera, se incrementa la retención del calor, provocando un aumento en la temperatura promedio del planeta, o bien el calentamiento global, que tiene como consecuencias variaciones climáticas o el cambio climático.

Asociado a estos procesos, el cambio climático se presenta y define como: *un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima*

observada durante períodos comparables (artículo 1, párrafo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

El Grupo de Trabajo II del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) ha proyectado algunos de los principales efectos del cambio climático, entre ellos los siguientes:

- El agua será más escasa incluso en zonas donde hoy es abundante.
- El cambio climático afectará a los ecosistemas.
- El cambio climático tendrá efectos adversos sobre la salud.
- Se modificarán las necesidades energéticas.

Estas proyecciones evidencian las afectaciones a las que son propensos la sociedad y los ecosistemas, por lo que es necesario realizar acciones para reducir las emisiones de GEI, mediante la identificación de fuentes de emisión¹ y el posterior establecimiento de medidas de mitigación de gases de efecto invernadero². Además de ello, es necesario conocer los riesgos a los que la población está expuesta, ante la ocurrencia de algún evento climático, para establecer medidas de adaptación³ y con ello reducir su grado de vulnerabilidad⁴.

¹ Un inventario de emisiones de GEI es un informe que incluye un conjunto de cuadros estándar para generación de informes que cubren todos los gases, las categorías y los años pertinentes, y un informe escrito que documenta las metodologías y los datos utilizados para elaborar las estimaciones. Proporciona información útil para la evaluación y planificación del desarrollo económico: información referente al suministro y utilización de recursos naturales (p. ej., tierras de cultivo, bosques, recursos energéticos) e información sobre la demanda y producción industrial. Los inventarios mejorados permiten identificar fuentes y sumideros de GEI en forma confiable y tomar decisiones respecto a medidas de respuesta apropiadas, proporcionando la base para los esquemas de comercio de emisiones (IPCC, 1996).

² La mitigación es la intervención humana para reducir las fuentes de gases de efecto invernadero o potenciar los sumideros, entendiendo por sumidero a todo proceso, actividad o mecanismo que sustrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de cualquiera de ellos (IPCC, 2007).

³ Por adaptación se entiende “los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o a sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada o la autónoma y la planificada” (IPCC, 2007).

⁴ El IPCC define vulnerabilidad como “el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, de la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación” (IPCC, 2007).

3.2. Contexto Internacional y Nacional sobre Cambio Climático.

Con la finalidad de establecer acuerdos globales que permitan solventar los retos que presenta el cambio climático, a nivel internacional y nacional se han creado diversos instrumentos encaminados a establecer las directrices para enfrentar el problema. La base de éstos, es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un instrumento jurídico internacional vinculante, es decir, con fuerza obligatoria para los países signatarios.

En éste se determinan las pautas para que las naciones desarrolladas reduzcan sus emisiones de GEI, y contribuir así en la lucha contra el cambio climático. Se integra de un preámbulo, 26 artículos y 2 anexos.

Su objetivo consiste en la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible (artículo 2).

Los antecedentes directos de la CMNUCC se encuentran en 1988 con el establecimiento del IPCC, cuya misión es generar, evaluar y analizar la información respecto al cambio climático.

Otro antecedente directo es la resolución 43/53 de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas adoptada el 6 de diciembre de 1989, a través de la cual se hace un llamado a las naciones a fin de que llevaran a cabo conferencias sobre el cambio climático y tomaran medidas para atender los problemas que generaba.

En 1990 el IPCC dio a conocer su primer informe en el que reconoció la existencia de una relación directa entre las emisiones de GEI emitidas a partir de la Revolución Industrial y el calentamiento de la Tierra. Asimismo, planteó la necesidad de reducir las emisiones de GEI, y en particular convocó a las naciones a contribuir en ello negociando una convención global sobre el cambio climático. Es así que se iniciaron los trabajos para la redacción y adopción de dicho documento.

Para 1992, en el Marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo o Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro, Brasil, se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), documento que entró en vigor en 1994. Por lo que hace a México, ratificó la Convención en 1992⁵.

La CMNUCC para lograr su objetivo divide a los países en dos grupos, países desarrollados y países en desarrollo. Los primeros forman parte de su Anexo I y tienen la obligación de reducir sus emisiones; mientras que los segundos se conocen como países no Anexo I; asimismo, los países más desarrollados y que adicionalmente forman parte del Anexo II, tienen la obligación de ayudar financieramente a los países en desarrollo, a fin de que estos puedan cumplir los objetivos de la Convención. Cabe señalar que los países no Parte del Anexo I, no se encuentran obligados a reducir sus emisiones, aunque en términos de la CMNUCC adquieren determinadas obligaciones que son comunes para todas las partes.

Por tratarse de un instrumento marco, es decir que únicamente da las bases de actuación, el mismo requería de un documento que detallara e hiciera más factible y explícito su objetivo de reducción de emisiones de GEI. Es así que en 1997 se lleva a cabo la tercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Kioto, Japón, con la misión de elaborar el documento que determinara de manera más concreta el objetivo

⁵ La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue aprobada por el Senado el 3 de diciembre de 1992, mientras que México la ratifica el 11 de marzo de 1993.

de la CMNUCC, surgiendo así el Protocolo de Kioto de la CMNUCC en el que se establecen porcentajes específicos de reducción para cada país obligado a ello.

El Protocolo de Kioto es también un documento jurídicamente vinculante que se integra por un preámbulo, 28 artículos y 2 anexos (A y B). El Anexo A del Protocolo de Kioto determina los GEI a reducir, estos son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), perfluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y hexafluoruro de azufre (F_6S). Por su parte, el Anexo B determina compromisos de reducción (determinados en porcentaje) para cada país en desarrollo que forma Parte del Anexo I de la CMNUCC.

El objetivo del protocolo consiste en que las partes incluidas en el Anexo I se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropogénicas agregadas en dióxido de carbono equivalente, de los GEI enumerados en el Anexo A, no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el Anexo B, con miras a reducir las emisiones de esos gases a un nivel inferior no menos de 5% al de 1990 en el periodo compromiso comprendido entre el 2008 y el 2012⁶.

Para facilitar el cumplimiento de su objetivo de reducción, el Protocolo de Kioto establece una serie de instrumentos, estos son los denominados mecanismos flexibles y son 3:

- 1. Mecanismos de Aplicación Conjunta.** Mediante estos mecanismos un país Anexo I de la CMNUCC puede vender o adquirir de otro país Anexo I, emisiones reducidas resultado de proyectos con dicho objetivo.

⁶ En la Conferencia de las Partes 17, celebrada en Durban en 2011, se llegó al acuerdo de prolongar la vigencia del Protocolo de Kioto al 2015, año en que deberá adoptarse un nuevo acuerdo para reducir las emisiones de GEI.

2. **Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).** Por medio de un MDL un país Anexo I de la CMNUCC puede contabilizar como reducción de emisiones aquellas reducidas mediante la implementación de proyectos con dicho objetivo, en países en desarrollo o no Anexo I.
3. **Comercio de Carbono.** Se trata de operaciones de comercio de los derechos de emisión.

México, por no ser país Anexo I, no tiene compromiso de reducción de emisiones, sin embargo, contribuye de manera importante en la generación de GEI. Tan sólo en 2010 se estimó que en el país se generaron 748,252.2 Gigagramos (Gg) de dióxido de carbono equivalente (CO₂e)⁷.

Por lo anterior, México lucha contra el cambio climático de manera representativa, no sólo por la cantidad de emisiones que genera, sino por los efectos que podría sufrir como consecuencia del cambio climático. De igual forma, al ser un país no Anexo I, en él se pueden llevar a cabo la ejecución o implementación de proyectos con objetivos de reducción por parte de países desarrollados.

En este sentido, y para dar cumplimiento a las obligaciones que México adquirió en términos de la CMNUCC, se ha realizado lo siguiente:

- Comunicaciones Nacionales.- A la fecha se han emitido cinco Comunicaciones Nacionales.
- Inventario Nacional de Emisiones de GEI.- Se han elaborado cinco Inventarios Nacionales.
- Promoción y apoyo al desarrollo, la aplicación y la difusión de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropogénicas de GEI en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos.

⁷ Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

De la misma manera, para coordinar las acciones de cambio climático, México creó en 2005 la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), la cual elaboró la primera Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) en 2007, a través de la cual se publicó el Programa Especial de Cambio Climático 2008–2012 (PECC). En el mismo año se iniciaron los esfuerzos de las diferentes Entidades Federativas para realizar sus Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

En 2013 se emitió la nueva **Estrategia Nacional de Cambio Climático**, y el 28 de abril de 2014 se publicó el **Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018** (PECC). Así también el 27 de marzo de 2015, México presentó ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el documento denominado **“Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional”** (INDC, por sus siglas en inglés), en el cual se establecen los compromisos que México, como país, llevará a cabo para hacer frente al cambio climático.

Es en este sentido, que se considera importante también la participación y colaboración de los municipios en la reducción de emisiones de GEI, pues éstos además de contribuir en la generación de gases, son vulnerables a los efectos del cambio climático.

3.3. El Programa de Acción Climática Municipal

El Programa de Acción Climática Municipal (PACMUN) es un proyecto impulsado en México por ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad y financiado por el Fondo de Prosperidad de la Embajada Británica en México, el cual cuenta con el respaldo técnico del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como de las Entidades Federativas, en este caso, por el Gobierno del Estado de Veracruz.

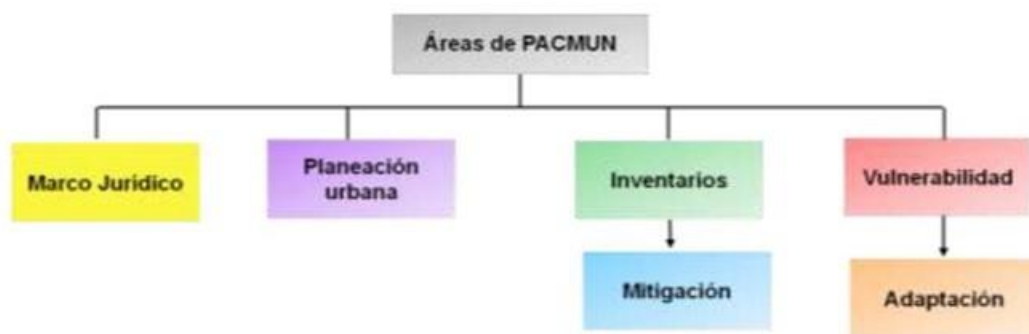
A través de este proyecto se pretende la creación y fortalecimiento de capacidades de los diversos actores municipales, para que elaboren un instrumento que les permita orientar sus políticas públicas en materia de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático.

Con su elaboración se busca que los municipios puedan identificar las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en su territorio, así como su grado de vulnerabilidad, lo que le permitirá determinar acciones de mitigación y adaptación.

Para la realización de este instrumento, ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, se encarga de capacitar, facilitar, orientar, promover y proporcionar las herramientas necesarias al personal técnico del municipio.

Siguiendo la estructura de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), se permite que de manera general, un PACMUN se integre desde dos grandes enfoques: el primero de diagnóstico y el segundo de establecimiento de acciones (Figura siguiente).

Figura 3. Áreas del PACMUN



El diagnóstico comprende:

- Marco jurídico
- Inventarios
- Vulnerabilidad

Por su parte, el establecimiento de líneas de acción abarca:

- Instrumentos de Planeación Territorial
- Mitigación
- Adaptación

4. MARCO JURÍDICO DEL PACMUN

Un marco jurídico se integra de todas aquellas disposiciones de carácter legal en las que una autoridad fundamenta su actuar en determinada materia, por tanto, en el caso del PACMUN el marco jurídico se deberá integrar por aquellas normas jurídicas con las que la autoridad municipal justifica su actuar en el tema de cambio climático.

Es por lo anterior, que en este apartado se identifica la normatividad federal, estatal y municipal que otorga atribuciones a los municipios en el tema de cambio climático, particularmente para los temas de mitigación de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático. Además, en el caso que aplique, se identifican leyes en otras materias, relacionadas con el cambio climático, por ejemplo: en el tema de residuos, emisiones a la atmósfera, aguas residuales, entre otros.

4.1 Legislación Federal

4.1.1 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático, publicada el 6 de junio de 2012 y que entró en vigor en octubre de ese mismo año, da sustento jurídico a la realización de Programas de Acción Climática Municipal otorga atribuciones a los municipios en esta materia, todo ello se establece en el artículo 9, que a la letra dicen:

Artículo 9o. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

I. Formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal;

II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:

a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;

- b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano;
- c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia;
- d) Protección civil;
- e) Manejo de residuos sólidos municipales;
- f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional;
- III. Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático;
- IV. Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación al cambio climático para impulsar el transporte eficiente y sustentable, público y privado;
- V. Realizar campañas de educación e información, en coordinación con el gobierno estatal y federal, para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático;
- VI. Promover el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para la mitigación y adaptación;
- VII. Participar en el diseño y aplicación de incentivos que promuevan acciones para el cumplimiento del objeto de la presente ley;
- VIII. Coadyuvar con las autoridades federales y estatales en la instrumentación de la Estrategia Nacional, el programa y el programa estatal en la materia;
- IX. Gestionar y administrar recursos para ejecutar acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático;
- X. Elaborar e integrar, en colaboración con el INECC, la información de las categorías de Fuentes Emisoras que se originan en su territorio, para su incorporación al Inventario Nacional de Emisiones, conforme a los criterios e indicadores elaborados por la federación en la materia;
- XI. Vigilar y promover, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de esta ley, sus disposiciones reglamentarias y los demás ordenamientos que deriven de ella, y
- XII. Las demás que señale esta ley y las disposiciones jurídicas aplicables.

4.1.2 Política Federal en Materia de Cambio Climático

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El actual PND fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013. Este instrumento se estructura en cinco metas:

1. Un México en Paz.
2. México Incluyente.
3. Un México con Educación de Calidad.
4. Un México Próspero.
5. Un México con Responsabilidad Global.

Para alcanzar las referidas metas, se establecieron tres Estrategias Transversales:

1. Democratizar la Productividad.
2. Gobierno Cercano y Moderno.
3. Perspectiva de Género.

El tema ambiental fue incorporado en diversas de las metas. Sin embargo, en materia de cambio climático el PND fija una Estrategia concreta en la meta 4, objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo. La estrategia corresponde al numeral **4.4.3**, y consiste en ***fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, recipiente y de bajo carbono.***

Esta estrategia fija once líneas de acción en materia de cambio climático, estas son:

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático.

- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.
- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Impulsar y fortalecer la cooperación regional e internacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente.
- Realizar investigación científica y tecnológica, generar información y desarrollar sistemas de información para diseñar políticas ambientales y de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Lograr el ordenamiento ecológico del territorio en las regiones y circunscripciones políticas prioritarias y estratégicas, en especial en las zonas de mayor vulnerabilidad climática.
- Continuar con la incorporación de criterios de sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional, y fortalecer la formación ambiental en sectores estratégicos
- Contribuir a mejorar la calidad del aire y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Lograr un mejor monitoreo de la calidad del aire mediante una mayor calidad de los sistemas de monitoreo existentes y una mejor cobertura de ciudades.

Como se puede observar la mayoría de las líneas de acción corresponden a temas de competencia federal, y únicamente algunas de ellas conllevan, inciden y/o permiten la participación de los municipios.

Por lo que hace al presente programa, el mismo no se contrapone a los objetivos del PND en materia de cambio climático.

Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 20-30-40

La LGCC contempla diversos instrumentos para el logro de sus objetivos. El artículo 58 señala que estos son:



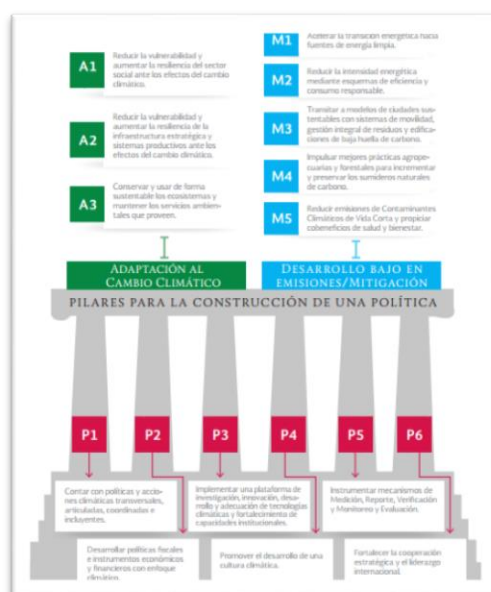
Como los mismos guían los objetivos a nivel nacional en materia de cambio climático, éstos deben ser considerados por los municipios a la hora de tomar decisiones.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) en términos de la LGCC constituye el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. La primera ENCC fue publicada en 2007, mientras que la actual ENCC fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2013.

Por lo que resulta de interés al presente documento, destaca que en el alcance de la ENCC se establece que a nivel federal, será el Programa Especial de Cambio Climático el que definirá los objetivos sexenales y acciones específicas de mitigación y adaptación cada seis años, mientras señala que *a nivel local, de acuerdo con lo dispuesto en la LGCC y en sus respectivos ámbitos de competencia, serán los programas de las entidades federativas en materia de cambio climático y los programas municipales de cambio climático*, respecto a este último la propia ENACC lo considera un instrumento de política de cambio climático.

En relación con los objetivos que pretende lograr la ENCC, el mismo consiste en abatir emisiones en un 30% con respecto a la línea base al 2020, y al 2050, reducir emisiones a un 50% de las registradas en el año 2000. Lo anterior implica que al 2020 se deben haber reducido las emisiones anuales en alrededor de 288 MtCO₂e y al 2050 las emisiones totales deberán alcanzar un nivel máximo de 320 MtCO₂e.

Para lograr su objetivo, la ENCC define seis pilares de política nacional de cambio climático, tres ejes estratégicos en el tema de adaptación y cinco ejes estratégicos en materia de mitigación:



Al igual que el PND, la ENCC se centra en la esfera federal, sin embargo, por lo que es de interés en materia local, la ENCC señala lo siguiente: **la adaptación debe realizarse a nivel local y por ello es importante considerar con mayor detalle las condiciones e impactos regionales e involucrar a estados y municipios en el desarrollo de planes locales de adaptación.** Asimismo, señala que **la federación está dotada de instrumentos que requieren escalarse a las realidades regionales, estatales y locales.**

Lo anterior permite reiterar la importancia de la participación y el trabajo de los municipios del país en la atención del tema del cambio climático.

Programa Especial de Cambio Climático 2013-2018.

El Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC) es un instrumento por el cual se compromete a las dependencias del Gobierno Federal con objetivos, estrategias, metas y acciones nacionales en materia de mitigación y adaptación.

El PECC 2014-2018 tiene 5 objetivos con 26 estrategias, 2 de ellos en el tema de adaptación al cambio climático, 2 de mitigación de gases de efecto invernadero y uno para la implementación de la política y que se muestran a continuación:

- Objetivo 1. Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica.
- Objetivo 2. Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Objetivo 3. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones.
- Objetivo 4. Reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta, propiciando cobeneficios de salud y bienestar.
- Objetivo 5. Consolidar la política nacional de cambio climático mediante instrumentos eficaces y en coordinación con entidades federativas, municipios, Poder Legislativo y sociedad.

4.2 Legislación Estatal

4.2.1. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático

Con el firme objetivo de enfrentar este fenómeno, el Gobierno del Estado de Veracruz, ha logrado importantes avances que sientan las bases para disminuir la vulnerabilidad de Veracruz ante el fenómeno de cambio climático, lo cual se manifiesta sobre todo en la creación de Instituciones especializadas, en la elaboración e implementación de políticas públicas; de instrumentos de planeación, normativos y económicos; en el fortalecimiento del marco jurídico; en la construcción de espacios de participación social y en la capacitación de numerosos actores.

Veracruz fue la primera Entidad Federativa en contar con una **Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático**, publicada el 3 de noviembre de 2010, cuya reforma fue publicada el pasado 2 de julio del 2013 tuvo el objetivo de integrar a todo el gabinete de Gobierno del Estado, así como los tres niveles de gobierno, como parte del Consejo Veracruzano para la Mitigación y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático. Y de igual forma, fue de los primeros Estados en contar con un **Programa Veracruzano ante el Cambio Climático** que fue elaborado por la Universidad Veracruzana, el Instituto de Ecología, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, entre otros, y con recursos de la Embajada Británica.

El objeto de la Ley no. 878 o **Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático**, se indica en su **artículo 1**, que indica que “ *la presente Ley es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tienen por objeto establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable.*”

De acuerdo con el **Artículo 12** de dicha Ley, se indica que “El Gobierno del Estado realizará las acciones y medidas necesarias para la mitigación y adaptación al cambio climático, en coordinación con los municipios”.

Y en **artículo 13** se indica que: *“Corresponde a las dependencias y entidades del Poder Ejecutivo, en el ámbito de sus respectivas competencias: V. Coordinar con los municipios la definición de lineamientos y directrices dispuestos en esta Ley; y VII. Elaborar, en coordinación con los Ayuntamientos, un reporte sobre medidas tomadas para mejorar el ahorro y la eficiencia energética en sus instalaciones y áreas de incumbencia administrativa, así como elaborar sus metas a mediano y corto plazos en este sentido; “*

Y en el Artículo 14. Se indica que: *“Corresponden a los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, las atribuciones siguientes”:*

I. Formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de cambio climático y los demás que de éstos se deriven, así como evaluar y vigilar su cumplimiento, de conformidad con la legislación aplicable;

II. Promover y realizar acciones e inversiones para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, atendiendo a los mapas de riesgo;

III. Promover la participación social, conforme a lo dispuesto en esta Ley;

IV. Celebrar con el Estado, con otros municipios de la Entidad o con los particulares, convenios y acuerdos de coordinación y concertación que apoyen los objetivos y prioridades previstos en la Estrategia Estatal;

V. Difundir permanentemente la aplicación de los planes o programas de desarrollo urbano municipal, donde se prevenga la exposición de los pobladores a riesgos ambientales; y

VI. Las demás que les señalen esta Ley y otras disposiciones jurídicas.

Y en el **Artículo 24** se indica que: *“El Ejecutivo del Estado se coordinará con los municipios, con pleno respeto a las atribuciones constitucionales de éstos, para que*

los programas estatales de acción ante el cambio climático fijen objetivos, metas, estrategias, prioridades, responsabilidades y tiempos de ejecución comunes sobre las acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos, en concordancia con la Estrategia Estatal.”

Tomando en cuenta el marco jurídico anterior, los Municipios tienen atribuciones para poder realizar su Programas Municipales ante el Cambio Climático.

4.2.2. Política Estatal en Materia de Cambio Climático

En enero del 2011, se creó la Secretaria de Medio Ambiente del Estado (SEDEMA), otorgándole por primera vez a la materia ambiental el nivel de Secretaría de Despacho, y responsable también de la política de Cambio Climático.

Las metas planteadas en materia de cambio climático, de acuerdo con el Plan Veracruzano de Desarrollo 2011-2016 son **reducir por lo menos 1.4 millones de toneladas de CO₂e/año durante el período 2012–2016 y promover acciones de adaptación de los sistemas naturales, sociales y económicos por medio de estrategias que disminuyan su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.**

El 9 de enero de 2012 y con fundamento en el artículo 9 de la Ley Estatal para la Mitigación y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático, se llevó a cabo la instalación del **Consejo Veracruzano para la Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático**, órgano colegiado en cargado de establecer la coordinación interinstitucional e intersectorial necesaria para realizar las acciones de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático que corresponden a las diferentes dependencias del Gobierno Estatal y a los Municipios, así como las instituciones públicas, privadas e instituciones educativas y de investigación y el sector social.

En el marco de la Sesión de Instalación del Consejo Veracruzano para la Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático, llevada a cabo el 9 de enero de 2012, se tomó el acuerdo de llevar a cabo la elaboración de **Agendas Sectoriales de Cambio Climático**, por cada una de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública del Estado de Veracruz, lo anterior basándose en criterios para realizar estas agendas, que se establecen en el Acuerdo SEDEMA 001/2012 publicado en la Gaceta Oficial del Estado el día 25 de mayo de 2012. En la Segunda Sesión de dicho Consejo, llevada a cabo el 15 de abril de 2013, se aprobaron dichas Agendas para constituirse como la política estatal en materia de cambio climático.

El Gobierno del Estado de Veracruz tiene una estrecha colaboración con Organismos No Gubernamentales, por ejemplo con ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, que apoya al Estado de Veracruz en la elaboración de **Programas de Acción Climática Municipales (PACMUN)**, documentos de planeación y política climática local, financiados por la Embajada Británica e impulsados por el Instituto Nacional de Ecología. Al 2013 se aprobaron los PACMUN de Xalapa, Poza Rica, Tecolutla, La Antigua, Tlilapan y Teocelo. Y el 3 de abril de 2014, se firmó un convenio de colaboración con ICLEI para el desarrollo de Programas de Acción Climática a través de una estrategia de capacitación llevada a cabo en 2014-2015.

4.3 Legislación Municipal

4.3.1 Marco Jurídico del Municipio de Xalapa, Ver.

Reglamento de Desarrollo Urbano y Reglamento de Conservación Ecológica y Protección al Ambiente

El 13 de Marzo del 2015 fue aprobado en cabildo el Reglamento de Desarrollo Urbano y el Acuerdo por el que se reforman, derogan y adicionan diversas disposiciones del Reglamento de Conservación Ecológica y Protección al Ambiente para el Desarrollo Sostenible del Municipio de Xalapa, Veracruz.

El Reglamento de Desarrollo Urbano se compone por tres capítulos. En el Capítulo II, el cuál trata “De los ordenamientos urbanos, regulación de la tenencia de la tierra y desarrollo urbano”, integra las Secciones de Sustentabilidad y Movilidad Urbana.

En la Sección IX Sustentabilidad, se toman los criterios generales de construcción para que estas actividades provoquen menos impactos negativos en el ambiente. Los aspectos de relevancia son, por ejemplo: a) Toda construcción está obligada a cumplir con criterios como diseño bioclimático, dispositivos de energía renovable y sistemas de ahorro y aprovechamiento sustentable del agua (Art. 230). b) La captación de agua será obligada para todas las construcciones nuevas a partir del 2016 (Art. 248). c) Reutilización de agua de lluvia para riego de áreas verdes (Art. 249). d) Para 2017 todas aquellas construcciones nuevas, distintas al interés social, deberán instalar un sistema de paneles fotovoltaicos de por lo menos 500 W; para 2018 las construcciones nuevas deberán instalar sistemas de por lo menos 1000W y así progresivamente en múltiplos de 500 W, hasta cubrir al menos dos tercios de la demanda total de energía eléctrica del inmueble (Art. 261).

Otro punto importante que hace mención el Reglamento, es la selección del sitio para desarrollos habitacionales sustentables, se señalan aspectos tales como evitar la selección de terrenos inestables que estén ubicados en áreas de peligro de desbordamiento de ríos, así como aquellos con pendientes mayores al 30% y los que

estén ubicados cerca de laderas susceptibles a erosión o en peligro de deslizamiento del suelo (Art. 231).

En la Sección XII Movilidad Urbana, se planea la construcción de una red de ciclovías o sendas especiales para la circulación de bicicletas y similares (Art. 379).

Plan Municipal de Desarrollo

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo, los Ejes Temáticos en los cuales se hace referencia a Medio Ambiente, son “Nuestra Capital del Crecimiento Sustentable” y “Nuestra Capital Verde y Bella”.

Dentro de las acciones a realizar, es importante recalcar que uno de los objetivos planteados en el Eje de Medio Ambiente es el de capacitar a la sociedad civil sobre el cambio climático y otro más es el de promover decretos y manejo de áreas protegidas en el municipio para detener el crecimiento urbano en el bosque de niebla y detener la deforestación del cinturón verde de Xalapa (PMD, 2014). En este sentido ya se avanza positivamente ya que en el presente año fue aprobada la declaratoria de dos áreas naturales protegidas, una de carácter estatal denominada "Parque lineal Quetzalapan Sedeño" con una superficie de 13.019ha y la segunda de carácter municipal denominada "Parque Urbano La Estación" con una superficie de 6.24ha, áreas que tienen en común la preservación de importantes relictos de bosque mesófilo de montaña, además de proveer espacios verdes tan necesarios en la zona noreste de Xalapa.

4.3.2 Programas y Acciones Estatales y Federales que puedan aplicarse al municipio y que estén orientadas al Cambio Climático

Con el Fin de fortalecer las acciones en materia de cambio climático, Nuestra Capital participó en iniciativas como Reunión Regional Preparatoria para Hábitat III en la Ciudad de Toluca, del 18 al 20 de Abril de 2016, formando parte del grupo de trabajo de Ecología Urbana y Resiliencia, organizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

En el marco de la sustentabilidad, el Ayuntamiento de Xalapa participa en la reunión interinstitucional de los tres órdenes de gobierno para fomentar la gestión local de vivienda y edificación sustentable, enriqueciendo la guía para autoridades municipales a nivel nacional con la experiencia de Xalapa en el diseño y publicación del Reglamento de Desarrollo Urbano que incluye la Sección de Sustentabilidad (Tomo CXCI, Núm. Ext. 218, 2 de junio, 2015).

Además nuestro municipio se suma a la iniciativa estatal del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Capital de Xalapa (POERCX), que agrupa a los municipios de Acajete, Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Jilotepec, Naolinco, Rafael Lucio, Teocelo, Tlalnehuayocan y Xico, instrumento de planeacion con perspectiva de cambio climático.

Acciones como campañas de acopio de residuos, programas de empleo temporal como el que se implementó con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) donde se promovió la autoconstrucción comunitaria de 42 estufas ahorradoras de leña con chimenea en nueve localidades (Chiltoyac, Tronconal, Colonia Seis de Enero, Las Cruces, El Plan, Castillo Chico, San Antonio Paso del Toro, Piedra Parada y Xolostla) y cuatro colonias situadas en la periferia de la Ciudad (Gobernadores, Loma Bonita, Ampliación la Haciendita e Insurgentes), con esta acción se busca reducir los daños a la salud ya que no permite el paso del humo a la vivienda, evitando así enfermedades respiratorias, además de reducir hasta en un 60 por ciento el consumo de leña.

En el rubro de protección de áreas verdes, este año se decretaron dos nuevas áreas naturales protegidas de suma importancia:

- La primera, de competencia Estatal, denominada Parque Lineal Quetzalapan Sedeño, la cual tiene una extensión de más de 13 hectáreas que se encuentran a lo largo de 2.5 kilómetros de las márgenes del Río Sedeño entre Xalapa y Banderilla, esta área se suma al capital natural de Xalapa y forma parte del corredor biológico del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). Además, permite la conexión entre los polígonos del archipiélago de bosques y selvas de la región capital.
- La segunda de competencia Municipal, se declaró Área Natural Protegida al sitio denominado "Antigua Estación de ferrocarril" la cual comprende una superficie de 6.24 hectáreas y agrupa más de 1,100 árboles que forman parte del remanente de vegetación más importante de la zona noreste de la ciudad.

También participamos en la campaña "La hora del planeta", con la Fondo Mundial para la Naturaleza por sus siglas en inglés (WWF) México, convocando a la sociedad a sumarse, apagando la iluminación no esencial por una hora con el fin de concientizar sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. En ese mismo sentido, expusimos en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) el Proyecto de Adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático.

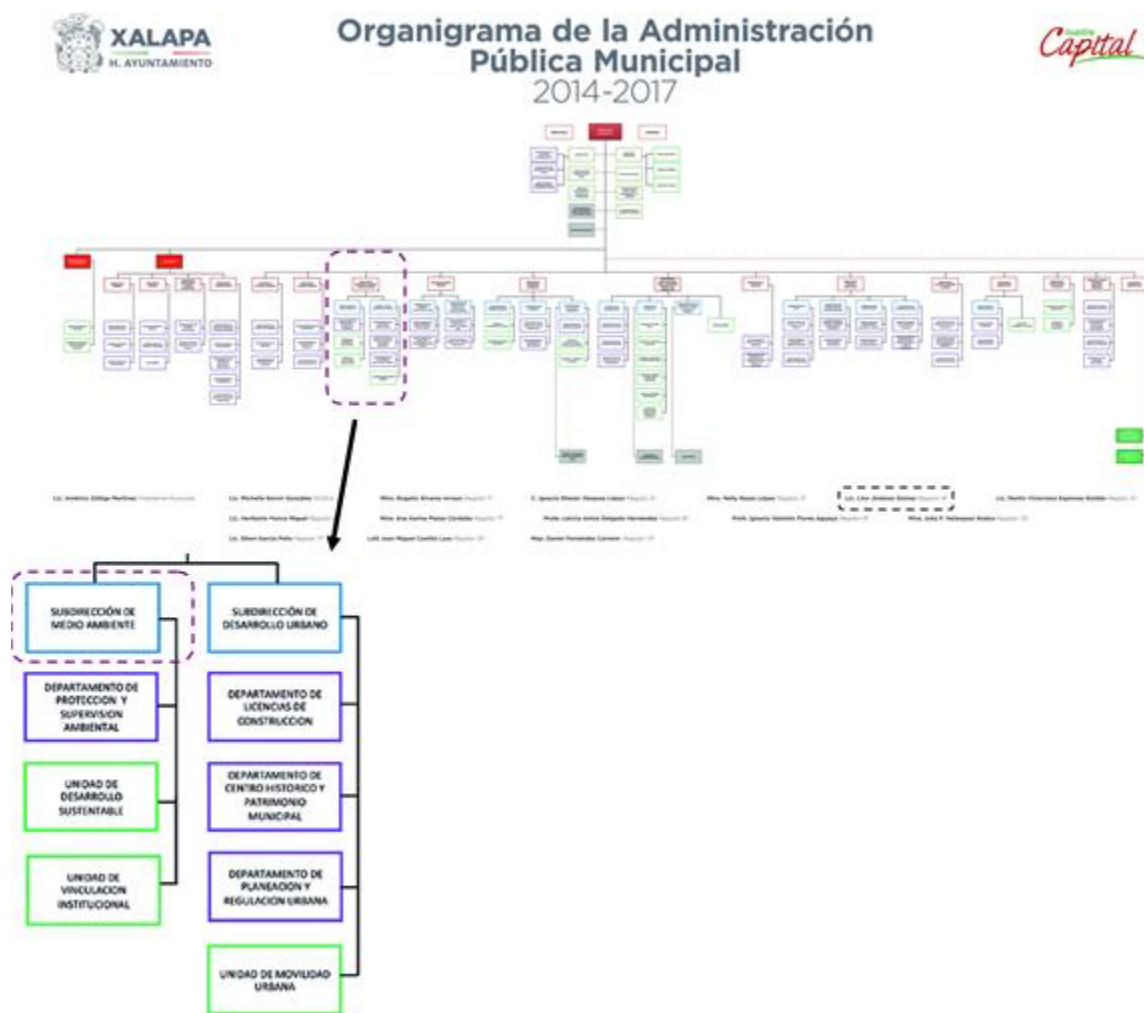
Finalmente El municipio de Xalapa participa con la CONAFOR en los programas de reforestación que se impulsan desde la federación, a la fecha se han sembrado mas de 40,000 árboles dando además cumplimiento a la línea estratégica 5.1 del Plan Municipal de Desarrollo: "Proteger las zonas estratégicas del bosque de niebla, para favorecer la recarga de mantos freáticos y el volumen de agua que abastece la ciudad", dimos impulso a los proyectos de conservación en la cuenca del río La Antigua, fortaleciendo el cuidado del recurso hídrico de la zona alta de la subcuenca del río Pixquiatic, mediante acciones en beneficio de la recuperación y preservación de la zona de abastecimiento del recurso hídrico, como el impulso a proyectos agrosilvopastoriles y educación ambiental en materia de cambio climático.

5. PROCESO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA ELABORACIÓN DEL PACMUN

5.1 Identificación del Equipo de Trabajo y Organigrama

A continuación se muestra el organigrama del personal del H. Ayuntamiento de Xalapa, así como el equipo participante de actividades realizadas para el desarrollo del Programa de Acción Climática Municipal (PACMUN).

Figura 4. Organigrama de la administración pública 2014-2017 del H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz



5.2 Organización y Arranque del Proceso de Planeación Estratégica

Para la elaboración del PACMUN de Xalapa, el personal del Ayuntamiento encargado de esta tarea, participó en diversas reuniones de fortalecimiento de capacidades y así también realizó reuniones internas para la planeación y desarrollo del programa. A continuación se enuncian algunas de estas actividades.

- Se asistió al Tercer taller Nacional para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, organizado por ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, oficina México, con sede en el senado de la república, los días 20 y 21 de febrero del 2014.

Figura 5. Taller Nacional para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado los días 20 y 21 de febrero del 2014



- Se asistió al Taller de inducción para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, organizado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, en coordinación con ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, oficina México, que se llevó a cabo en la ciudad de Veracruz, el día 03 de abril de 2014.

Figura 6. Taller de indicción para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado el día 03 de abril de 2014



- También, personal del Ayuntamiento asistió al Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, en el tema de *“Inventarios y Acciones de Reducción de Gases de Efecto Invernadero”* organizado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, en coordinación con ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, oficina México, que se llevó a cabo en la ciudad de Xalapa, Veracruz., el día 28 de mayo de 2014.

Figura 7. Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado en 28 de mayo de 2014.



- Se asistió al Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, en el tema de *“Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático”*, organizado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, en coordinación con ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, oficina México, que se llevó a cabo en la ciudad de Xalapa, Veracruz., el día 24 de septiembre de 2014.

Figura 8. Taller regional de capacitación para la elaboración de Programas de Acción Climática Municipal, realizado el día 24 de septiembre de 2014



- Se asistió al evento “Proyecto PACMUN: Resultados, Avances y Perspectiva” realizado en el Senado de la República el 23 de marzo de 2015.
- El día 20 de Abril de 2015, se llevó a cabo la reunión de concertación del Proyecto Basado en Ecosistemas (AbE), al día siguiente (21 de Abril) se realizó el primer taller *“Construcción de Resiliencia Climática en los sistemas urbanos a través de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en América Latina y El Caribe”*. Se contó con la presencia de los principales actores relacionados con el estudio del Cambio Climático en el Municipio:

Mtro. Jacinto Buenfil, Dr. Fernando Tudela Abad, Dr. Gloria Cuevas Guillaumin, Thania Eloina Félix Cañedo, Cecilia Conde Álvarez, Karina Ruiz Borbolla, M. en I. Víctor Alvarado Martínez, Mtro. Sergio Alfredo Angón Rodríguez, M.I.

Beatriz del Valle Cárdenas, Lic. Laura Medina Aguilar, Lic. Yamileth Guerrero Romero.

En esta primera reunión se presentó la propuesta para Xalapa la cual estuvo a cargo de Mtro. Jacinto Buenfil (Coordinador del proyecto AbE a nivel región-PNUMA), Dr. Fernando Tudela Abad (Consultor PNUMA para México del proyecto AbE y el Mtro. Sergio Alfredo Angón (Subdirector de Medio Ambiente del Municipio de Xalapa). Una vez presentado el proyecto, todos los asistentes participaron comentando sus acertados puntos de opinión al respecto y finalmente se abordaron las conclusiones y pasos a seguir. Se buscó siempre incluir la participación de todos los actores relacionados con el tema de cambio climático para obtener un consenso, estructurando durante todo el proceso una serie de talleres ejecutivos bajo una metodología clara y sencilla.

Figura 9. Primer Segundo de “Construcción de Resiliencia Climática en los sistemas urbanos a través de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en América Latina y El Caribe”.



- Durante los días 15 al 19 de Junio se realizaron visitas a Actores Clave para el proyecto AbE. El Dr. Fernando Tudela Abad se reunió con varios académicos y servidores públicos. Además se realizó el recorrido de la Subcuenca urbana del Arroyo Carneros (zona dónde se realizará el Proyecto).

Figura 10. Recorrido por el área dónde se llevará a cabo el Proyecto AbE



- El día 7 de agosto se realizó el segundo Taller sobre “Construcción de Resiliencia Climática en los sistemas urbanos a través de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en América Latina y El Caribe”, contando con los mismos asistentes del Primer Taller. En esta segunda sesión se abordaron todos los asistentes aportaron sus comentarios para llevar a cabo una mejor ejecución del proyecto, así como hablaron de los indicadores adecuados para medir la eficacia de éste. Se realizaron tres mesas redondas dónde los temas a tratar fueron:
- Nivel Cuenca:
 - Revegetación.
 - Conservación de suelos de la zona Federal del Arroyo el Palenquillo con especies arbóreas propias del Ecosistema.
 - Restauración del Cerro del Estropajo a través de revegetación con especies propias del Ecosistema Bosque Mesófilo de Montaña y conservación de suelos a través de zanjas de infiltración y bermas de retención.
 - Mejores producción que reduzcan el impacto en los bosques (Aprovechamiento agrosilvopastoriles)
 - Hongos comestibles y talleres con mejores prácticas de manejo.

- Nivel Paisaje Urbano:
 - Estrategia integral de intervención paisajística en el ANP “Molinos de San Roque”.
 - Jardín lineal para favorecer la composición entre las acciones de AbE propias.
 - Construcción de humedal artificial en el área verde de la Escuela Secundaria Rafael Hernández Ochoa.
 - Elaborar material de difusión que favorezca el conocimiento del Ecosistema y biodiversidad a lo largo de la zona riparia y zonas aledañas de la zona de información.
 - Jardín lineal a lo largo del Colector Pluvial.

- Nivel Escala Doméstica:
 - Captación pluvial.
 - Huertos urbanos.

- El día 03 de Junio de 2015 se llevó a cabo la primera sesión del **Consejo Consultivo de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Ciudad de Xalapa** se abordaron detalles del Proyecto AbE, se habló del Capítulo de sustentabilidad en construcciones, incluido en el Reglamento de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.

6. VISIÓN, OBJETIVOS Y METAS DEL PACMUN

6.1 Visión

Ser un Municipio responsable con el medio ambiente y en la lucha contra el cambio climático, mediante la instrumentación de políticas públicas y acciones a nivel municipal, que promuevan la aplicación de acciones de mitigación de gases de efecto invernadero y de adaptación a los efectos del cambio climático, trabajando en conjunto, con los diferentes sectores de la sociedad.

6.2 Objetivos del PACMUN

6.2.1 Objetivo General

Definir, impulsar y aplicar acciones de reducción de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático, con la participación de los diferentes sectores de la sociedad y en coordinación con los tres niveles de gobierno, que permitan aumentar las capacidades adaptativas para hacer frente al cambio climático y reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas a este fenómeno.

6.2.2 Objetivos específicos

- Establecer políticas públicas municipales que ayuden a obtener beneficios económicos sociales y ambientales, para mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos en Xalapa.
- Acceder a esquemas de financiamiento de las acciones establecidas en este programa.
- Contar con una base metodológica para reducir impactos generados por el Cambio Climático en el Municipio, que ayuden a la toma de decisiones en el Municipio de Xalapa.
- Generar capacidades para hacer frente al cambio climático.

- Llevar a cabo acciones para reducir emisiones de gases de efecto invernadero.
- Promover acciones de adaptación de los sistemas naturales, sociales y económicos por medio de estrategias que disminuyan su vulnerabilidad ante los efectos del Cambio Climático.
- Dar cumplimiento a lo establecido en la Ley Estatal para la Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático en las atribuciones para los Municipios.

6.3 Metas del PACMUN

- Reducir **5,142** toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO_2e), en el periodo de gestión, lo que representa el **0.35%** de las emisiones de GEI, con respecto a las emisiones calculadas para el inventario del año 2011 de la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata.
- Coordinarse con los municipios aledaños para aplicar acciones en e marco de este Programa.
- Cumplir con la implementación de las 7 medidas de adaptación ante el cambio climático identificadas.
- Cumplir con la implementación de las 6 medidas de mitigación de gases de efecto invernadero identificadas.
- Difundir a la población del Municipio de Xalapa, información referente al cambio climático y dar a conocer las características del PACMUN, a través de talleres o pláticas.
- Difundir a la ciudadanía, los impactos del cambio climático y las medidas necesarias para hacer frente a estos impactos.

7. DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE GEI DE MUNICIPIO DE XALAPA

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero que se presenta en este documento, toma como referencia el integrado en el Plan de Acción de Xalapa (Factor CO₂– IH Cantabria, 2014), el inventario se realizó para la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnelhuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata. El área no se ajusta a una unidad administrativa específica, sino que afecta parcialmente, en mayor o menor grado a los cinco municipios mencionados.

La selección del área de estudio en el caso de Xalapa se ha apoyado en la delimitación realizada en la publicación *La expansión de las ciudades 1980-2010*, correspondiendo sus límites con la delimitación planteada en dicha propuesta de la Zona Metropolitana de Xalapa, y modificando, única y exclusivamente, algunas zonas que quedaban separadas geográficamente a fin de conectarlas. Así, los criterios que se han tenido en cuenta han sido los planteados a continuación:

Tendencias urbanísticas

- Consolidación del área urbana.
- Crecimientos urbanos en torno a los ejes viales.

Evolución histórica

- La configuración y ampliaciones del casco histórico.
- Los procesos de dispersión urbana.

Propuestas urbanísticas contenidas en la actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan.

Los criterios sugeridos por los técnicos en las distintas reuniones mantenidas en la Misión de febrero de 2014.

7.1 Resultados del Inventario

7.1.1 Emisiones de GEI para la Región Xalapa

En este apartado se presentan los resultados del inventario de emisiones de GEI calculado para el área de estudio para las distintas fuentes de emisión de GEI en función de los sectores: residencial o edificios residenciales, servicios comerciales e institucionales, transporte o unidades móviles, industria (uso de energía), AFOLU y residuos (Tabla siguiente).

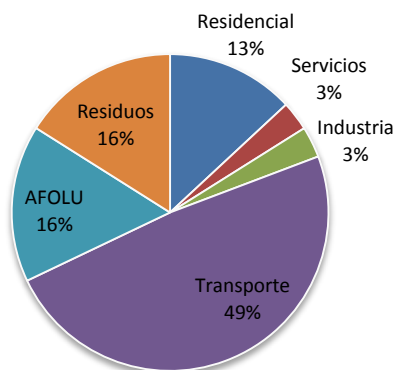
Tabla 5. Resultado de emisiones de GEI del área de estudio en toneladas de CO₂e.

Sector	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Residencial	t CO ₂ e	170,872	171,392	188,530	175,527	183,830	190,085	197,709
Servicios	t CO ₂ e	42,595	41,193	43,706	40,093	40,099	42,781	45,271
Industria	t CO ₂ e	48,471	48,884	50,474	46,118	43,527	44,948	48,019
Transporte	t CO ₂ e	588,187	626,923	687,763	775,926	708,847	716,521	735,678
AFOLU	t CO ₂ e	241,303	241,114	241,154	241,059	240,988	241,397	242,403
Residuos	t CO ₂ e	215,210	219,758	224,306	228,853	233,400	237,948	242,584
Total Emisiones	t CO ₂ e	1,306,639	1,349,264	1,435,934	1,507,576	1,450,692	1,473,680	1,511,663

Fuente: Factor CO₂– IH Cantabria (2014).

En la gráfica siguiente se muestra las emisiones de GEI para el año 2011 para los diferentes sectores, se aprecia que el sector con mayor emisión es el transporte con un 49% del total, seguido por el sector residuos con un 16% del total.

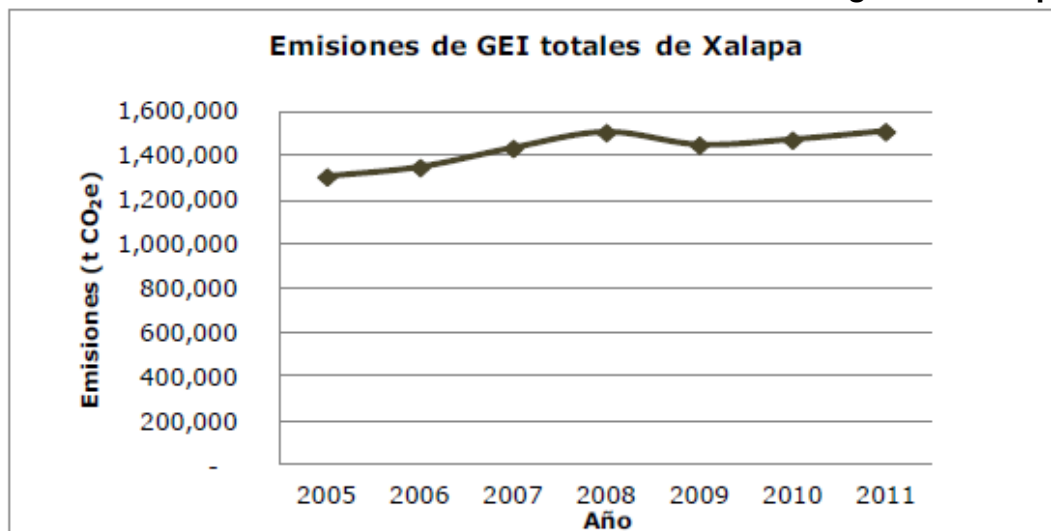
Gráfica 4. Emisiones de GEI (tCO₂e) por sector. Año 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de Factor CO₂– IH Cantabria (2014).

En la gráfica siguiente se presentan los resultados de la evolución de las emisiones para la Región de Xalapa entre los años 2005 y 2011, las emisiones de GEI varían entre 1,300,000 tCO₂e y 1,550,000 tCO₂e a lo largo del periodo de análisis.

Gráfica 5. Tendencia histórica de las emisiones de la Región de Xalapa

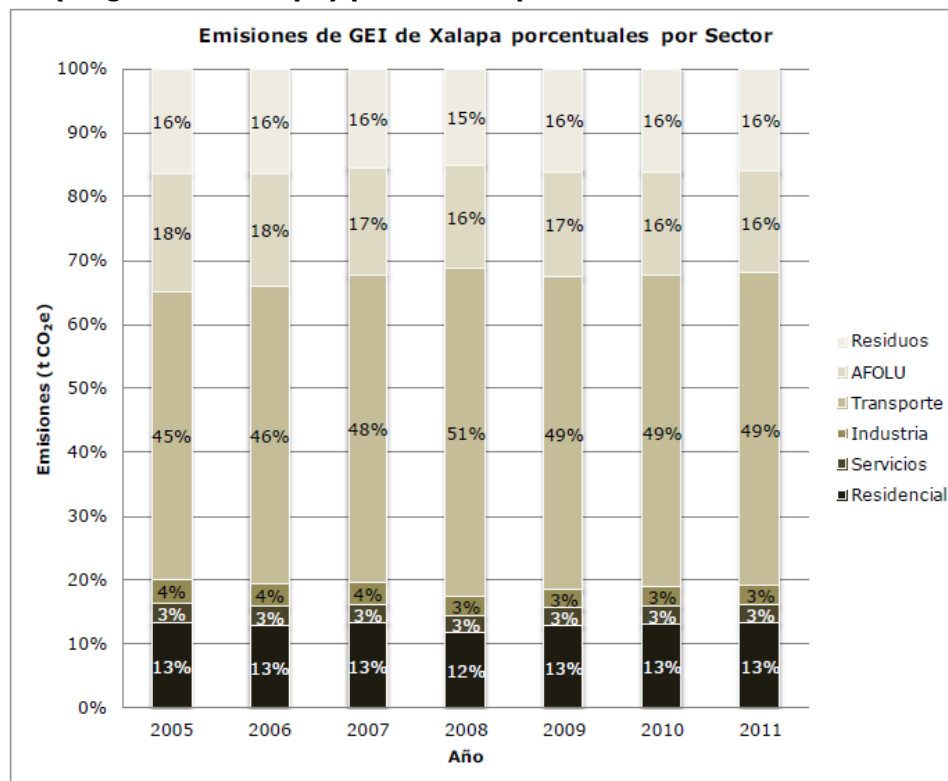


Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

De acuerdo con la Gráfica anterior, las emisiones de GEI han tenido una tendencia creciente hasta el año 2008, donde se dio un decrecimiento hacia el 2009. A partir del 2009, las emisiones han ido nuevamente en aumento. A pesar de que la tendencia incremental si es acorde con la tendencia de crecimiento constante de la población del área de estudio, no se ha identificado una reducción en la población hacia el año 2009. Sin embargo, si analizamos el PIB a nivel estatal, en Veracruz se detectó una reducción del mismo en un 0.24% entre 2008 y 2009, una de las peores caídas de la economía nacional en los últimos 70 años, debido principalmente a los efectos de la crisis mundial y a la contracción de algunos sectores como la construcción y la industria manufacturera. Estos datos económicos hacen pensar que el consumo de los distintos sectores se vio reducido para el año 2009 lo que conlleva asociada una reducción en la generación de las emisiones de GEI.

El resultado de las emisiones por sector, puede observarse en la gráfica siguiente.

Gráfica 6. Resultado de emisiones porcentuales para el área de estudio (Región de Xalapa) por sector para los años 2005 a 2011.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014)

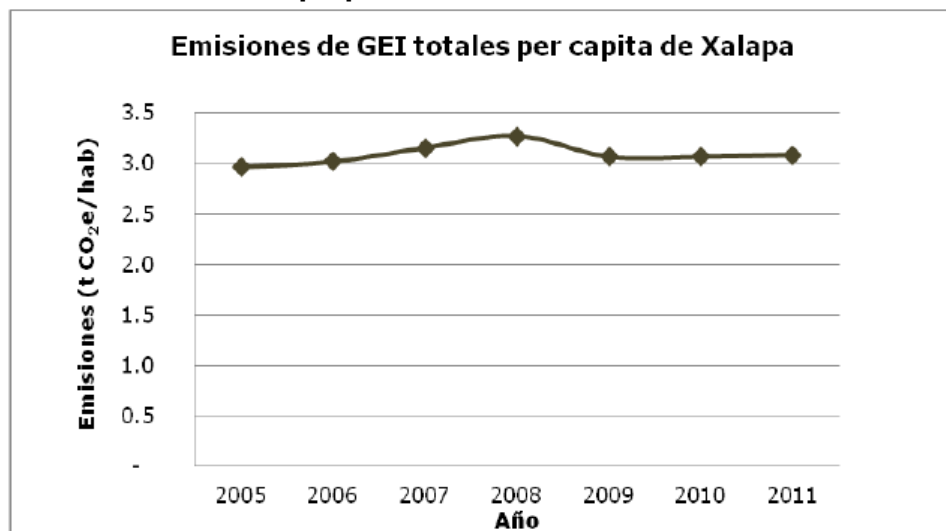
En la gráfica anterior se aprecia que las emisiones principales provinieron en primer lugar del sector transporte, hecho que suele ser habitual a nivel municipal, seguido del sector Residuos y el sector AFOLU (estos dos últimos muy igualados). Asimismo, la importancia de cada uno de los sectores se mantiene relativamente constante a lo largo del periodo estudiado, a excepción del sector transporte, que sufre un incremento pronunciado hasta el año 2008 cayendo su relevancia en el año 2009. Este hecho puede relacionarse con la caída del PIB mencionada previamente para el año 2009. La crisis económica que tuvo sus repercusiones en México parece haber afectado a la reducción en el uso de combustibles fósiles destinados a los desplazamientos motorizados. Aun así, se observa que tras la caída de 2009 el sector remonta hasta 2011.

La participación del sector transporte es congruente con los inventarios desarrollados para otros municipios, donde generalmente es el mayor generador de emisiones. Se puede observar que las emisiones del sector transporte se han incrementado en cuatro puntos porcentuales desde el año 2005 al 2011, mientras que el resto de sectores se han mantenido más o menos constantes, a excepción del sector industrial (se reduce un punto porcentual) y el sector AFOLU (reduce dos puntos porcentuales). El aumento de las emisiones del sector residencial está directamente relacionado con el incremento de la población, por lo que es congruente con el crecimiento que se ha venido dando en el área de estudio, tanto de la población habitante, como de la flotante que se desplaza diariamente por cuestiones de estudios, servicios y/o negocios.

Por otro lado, si se analizan las emisiones de GEI *per cápita* en el área de estudio, lo cual se aprecia en la gráfica siguiente, al igual que en el caso de las emisiones totales se puede observar una tendencia creciente hasta el año 2008 donde sufre un decrecimiento hacia 2009 cuando tomará de nuevo una tendencia ascendente; esta variación se relaciona con la variación del PIB, tal y como se ha explicado previamente. Sin embargo, mientras que las emisiones totales crecen un 17% a lo largo del periodo, las emisiones per cápita crecen únicamente un 4%, lo que refleja la importancia del crecimiento poblacional en el incremento de las emisiones de GEI.

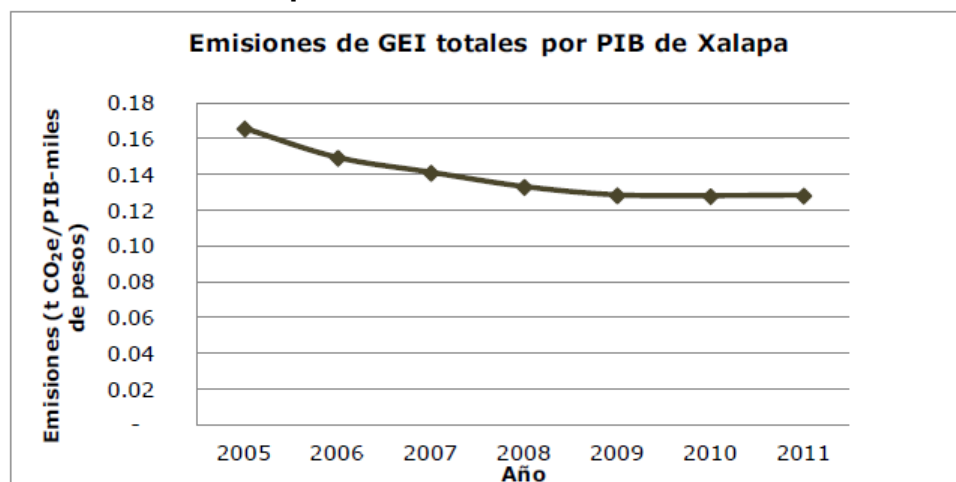
Sin embargo, al representar las emisiones por PIB (Gráfica 16), se observa que éstas van en disminución a lo largo del periodo estudiado alcanzándose un mínimo en el año 2011. Este hecho puede deberse al incremento en la eficiencia en el uso de la energía en los distintos sectores, este punto será analizado sector a sector. Aun así, también hay que remarcar que únicamente se conoce el PIB municipal para los años 2003 y 2008, habiéndose estimado los valores para el resto de los años a partir de los mismos por lo que la incertidumbre de esta estimación es elevada.

Gráfica 7. Resultado de emisiones de GEI per cápita para el Municipio de Xalapa para los años 2005 a 2011



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Gráfica 8. Resultado de emisiones de GEI por PIB para el Municipio de Xalapa para los años 2005 a 2011.

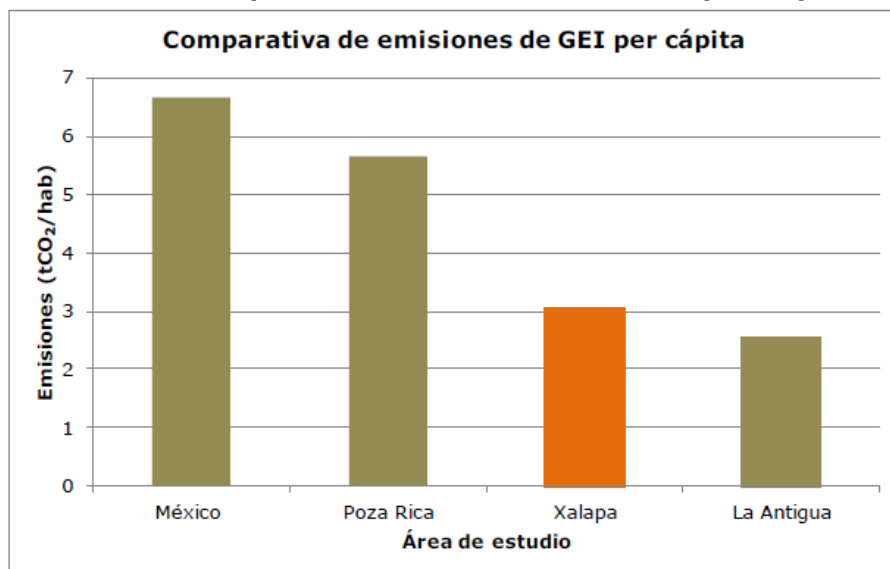


Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014). Datos obtenidos de INEGI.

Nota: únicamente se conocen los valores del PIB municipal para el año 2008, el resto de valores se han estimado asumiendo el mismo crecimiento que se da en el PIB estatal.

Por otro lado, se analizaron las emisiones de GEI obtenidas para Xalapa en comparación con las emisiones *per cápita* de otras ciudades, e incluso México como país (Gráfica 9). Xalapa presenta unas emisiones *per cápita* relativamente bajas.

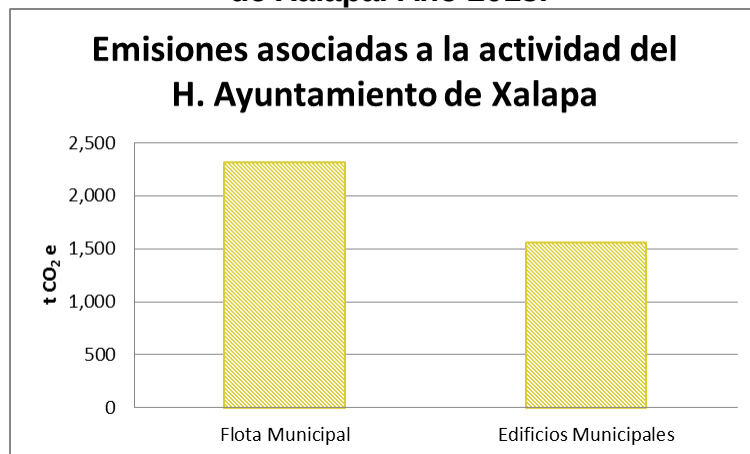
Gráfica 9. Comparativa de emisiones de GEI per cápita.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014). Elaboración a partir de datos de INEGI y PACMUN.

Además de las emisiones de GEI totales del área de estudio, se analizaron las emisiones asociadas al Ayuntamiento de Xalapa. En este caso, se pudieron obtener datos concretos para el año 2013. Así, a partir de los consumos ofrecidos por el propio Ayuntamiento, se cuantificaron un total de 3,859 tCO₂e asociadas a la actividad del Ayuntamiento. De dichas emisiones, 2,307 tCO₂e se asociaron a la flota municipal, mientras que 1,552 tCO₂e correspondieron a los consumos en los edificios municipales.

Gráfica 10. Emisiones de GEI asociadas a las Actividades del H. Ayuntamiento de Xalapa. Año 2013.



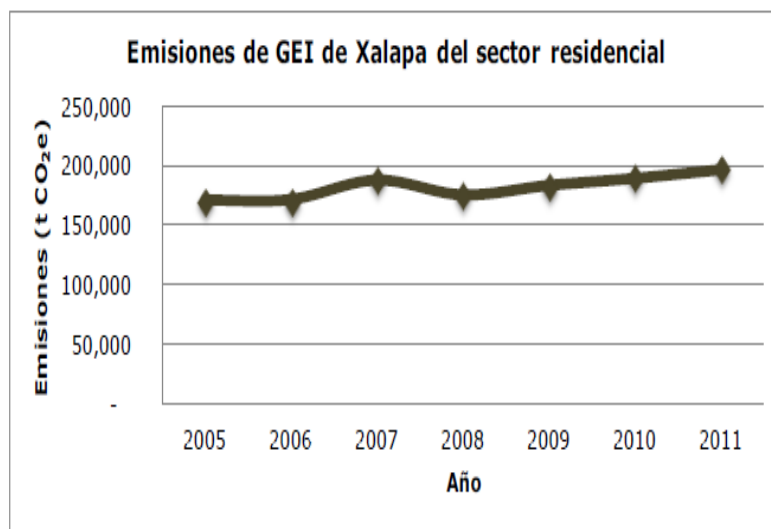
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra, con mayor detalle, un análisis de las emisiones de cada uno de los sectores.

7.1.2 Emisiones de GEI para el Sector Residencial – Edificios Residenciales

Las emisiones asociadas al sector residencial se calcularon en base al consumo energético del sector (*Alcance 1*) y el consumo de electricidad (*Alcance 2*) obtenidos de los datos del Balance Nacional de Energía y corrigiéndolos para la zona de estudio en base a la población estimada en la CE3. Para ello, se utilizaron los factores de emisión que establece por defecto el IPCC (ver anexo para más información) y el mix energético de México para cada año de inventario.

Gráfica 11. Tendencia histórica de las emisiones de GEI del sector residencial del Municipio de Xalapa.

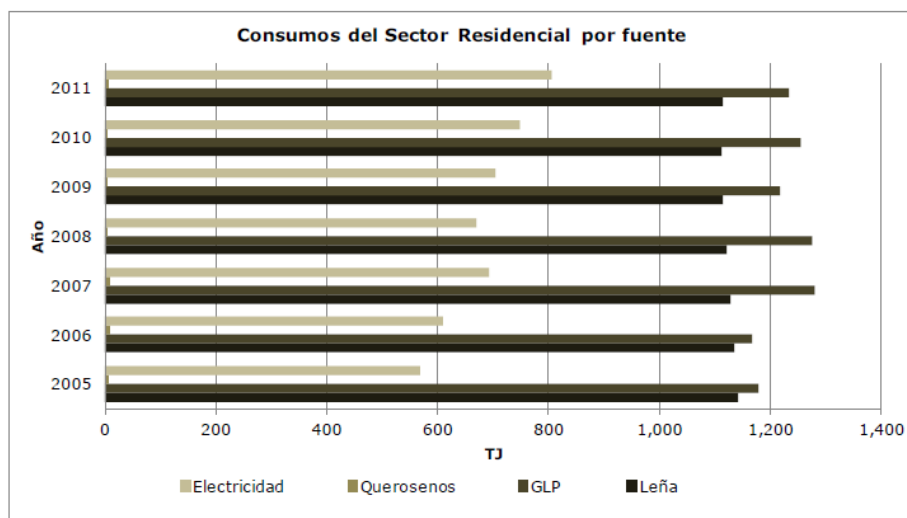


Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).
Nota: No incluye el consumo de leña

Tal y como se muestra en Gráfica 21, a pesar de que en 2008 y 2009 se percibe una disminución, las emisiones del sector residencial han tenido una tendencia ascendente en el periodo estudiado. La disminución del crecimiento de las emisiones de este sector, las cuales se asocian a los consumos en los edificios residenciales,

podría relacionarse con la caída del PIB del sector de la construcción (a nivel estatal) en los años 2007 y 2008, el cual posteriormente se recupera. El efecto en las emisiones se ve reflejado en el año posterior a la caída en el sector de la construcción. Según los datos de consumos obtenidos a partir del Balance Nacional de Energía, realizado por la Secretaría de Energía de México, se determinó que el sector residencial, además de consumir electricidad, hace uso de los siguientes combustibles: leña, gas licuado de petróleo (GLP), gas seco y queroseno (este último prácticamente despreciable) destinados a climatización y calentamiento del agua caliente sanitaria. Sin embargo, según las Directrices del IPCC, no se deben contabilizar emisiones de GEI asociadas al uso de la leña en este sector debido a que se considera un recurso renovable, por lo que el consumo de leña no afecta a la cantidad de emisiones totales generadas en este sector (se contabilizarán en el sector AFOLU). Para efectos de comparación entre los consumos y la generación de recursos, se ha incluido en la gráfica siguiente que muestra los consumos en el sector.

Gráfica 12. Consumos del sector residencial del Municipio de Xalapa.

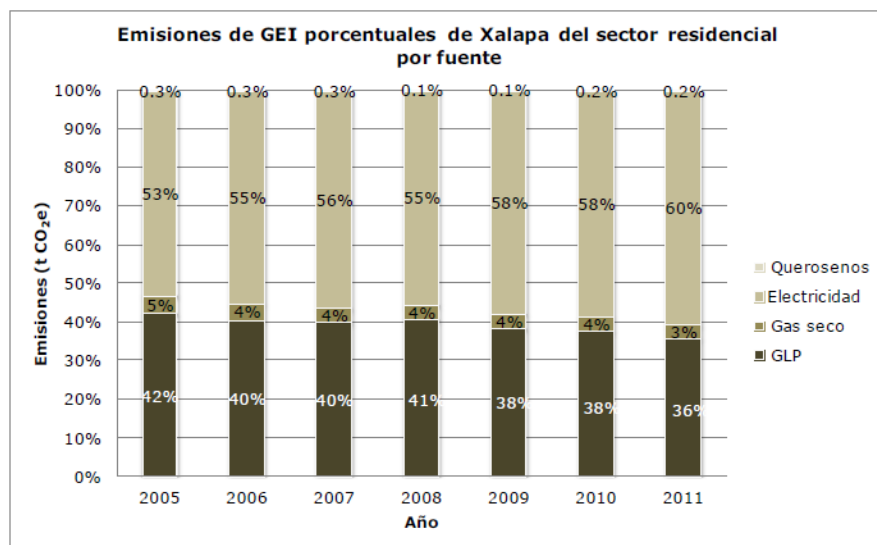


Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

A pesar de que la leña no se incluye en el inventario de emisiones de GEI del sector residencial, cabe mencionar que su consumo tanto en el municipio de Xalapa como en el resto del país es muy alto.

El consumo de leña para el municipio de Xalapa se estimó en base a datos nacionales y datos estadísticos de la población. Para efectos de este estudio, no es necesario conocer los consumos en mayor detalle, ya que el IPCC establece que la leña es un recurso renovable y, por lo tanto, se considera que no genera emisiones de GEI en el sector residencial. Dicho cálculo se contabilizará, sin embargo, en el sector AFOLU, ya que la recolección de leña se identifica como una perturbación para las superficies forestales. No obstante, se debe mencionar que un análisis más certero sobre el consumo de leña en el municipio debería considerar también aspectos socioeconómicos, número de personas por vivienda o cobertura de la electricidad, entre otros.

Gráfica 13. Resultado de emisiones para el sector residencial del Municipio de Xalapa



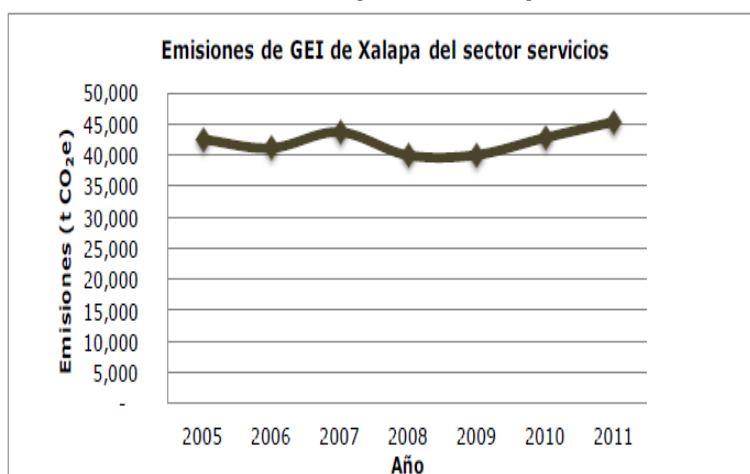
Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Como se puede observar, las emisiones derivadas del consumo de electricidad y de GLP representan la mayor parte de las emisiones de GEI del sector. El queroseno, por su parte, representa una parte mínima de las emisiones, debido a que su consumo destinado a la climatización es muy reducido. Asimismo, a lo largo del periodo se puede observar que la importancia de las emisiones de GEI asociadas al consumo de electricidad se ha incrementado en detrimento de las asociadas al consumo de GLP.

7.1.3 Emisiones de GEI para el Sector Servicios – Servicios Comerciales e Institucionales

Al igual que en el sector residencial, para calcular las emisiones de GEI del sector servicios también se hizo uso de los consumos por sector encontrados en el Balance Nacional de Energía. El sector servicios tiene consumos de GLP, diesel, gas seco y electricidad. La gráfica siguiente muestra la tendencia de las emisiones del sector. Se puede observar un decrecimiento en las emisiones tanto en 2008 como en 2009 para remontar éstas hacia 2010 y 2011. Tal y como se ha explicado en el apartado de descripción del área de estudio, los servicios de la información, financieros, inmobiliarios y profesionales junto con el comercio representan más del 69% del PIB municipal. En el caso del sector servicios, si observamos la evolución del PIB de dichos sectores, a excepción del sector de información en medios masivos, que no deja de incrementarse, el resto decrecen en 2009 y en algunos casos también en 2008, como es el caso del comercio. Esto hace que el sector reduzca su potencial en dichos años y por lo tanto las emisiones de GEI asociadas al mismo, tal y como se puede observar en la siguiente gráfica.

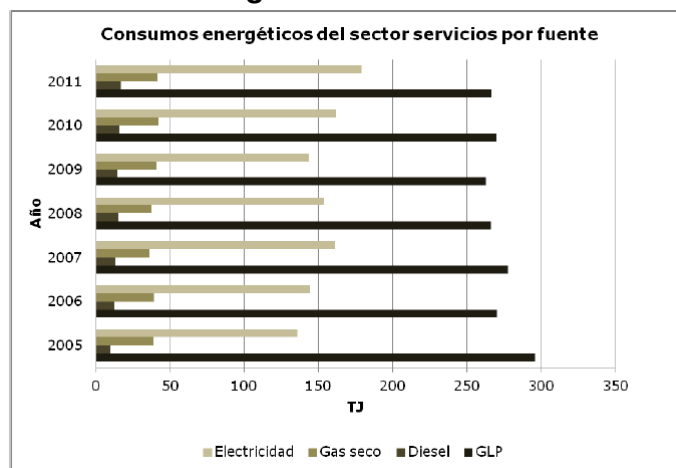
Gráfica 14. Tendencia histórica de las emisiones de GEI del sector servicios del Municipio de Xalapa.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

A continuación se presentan los consumos del sector servicios, al igual que se ha realizado en el sector residencial, aunque en este caso no se registra consumo de leña según los datos recogidos por la Secretaría de Energía de México.

Gráfica 15. Consumos del sector servicios del Municipio de Xalapa que generan GEI.

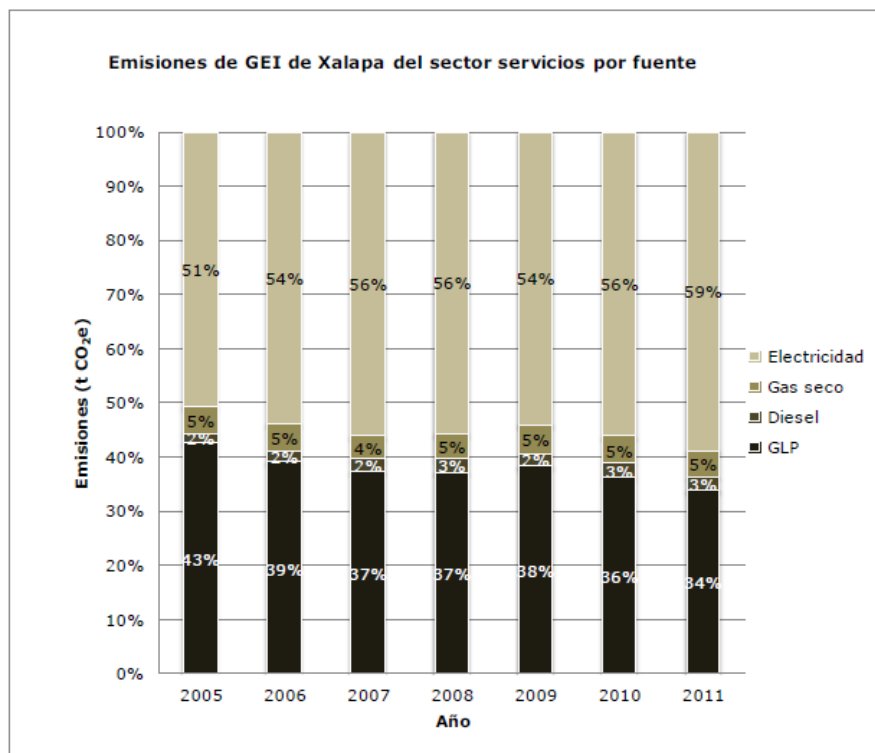


Fuente: Plan Xalapa Sostenible BID, 2014.

Como se puede observar en la figura anterior, al igual que en el sector residencial, el mayor consumo en unidades energéticas (TJ) en el sector servicios proviene del GLP, seguido de la electricidad. Sin embargo, al analizar las emisiones, la electricidad cobra un papel más importante que el GLP, superando con un margen de diferencia muy elevado a las asociadas a los combustibles fósiles. La Gráfica siguiente, muestra la distribución de las emisiones para el sector para los años 2005 a 2011. Más de la mitad de las emisiones del sector servicios corresponden a las asociadas al consumo de electricidad (*Alcance 2*). Desde 2005 a 2011 esta distribución se ha incrementado de un 51% a un 59%, habiéndose disminuido de manera importante las emisiones asociadas al consumo de GLP.

Las emisiones derivadas del consumo de gas seco y diesel, representan en torno al 7% de las emisiones totales del sector, por lo que los esfuerzos relacionados con las medidas de reducción de emisiones de GEI deberán orientarse principalmente hacia la reducción en las emisiones derivadas del consumo de electricidad y GLP.

Gráfica 16. Resultado de emisiones para el sector servicios del Municipio de Xalapa.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

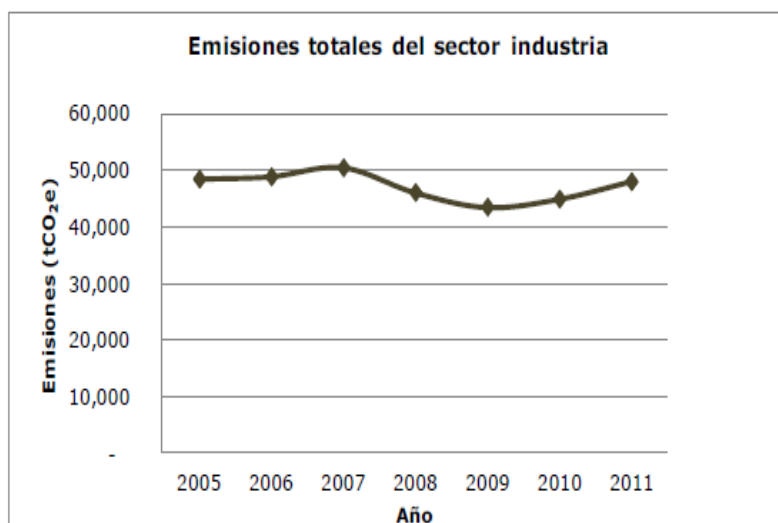
7.1.4 Emisiones de GEI para el Sector Industria

Xalapa no reporta emisiones de proceso en este sector, debido a que es un municipio que tiene una vocación industrial reducida. Su principal actividad económica está más enfocada a la prestación de servicios, tal y como se ha descrito en el apartado de “Descripción del área de estudio”. Sin embargo, se ha tenido en cuenta las emisiones de combustibles fósiles asociados a fuentes estacionarias debido a que parte del PIB municipal viene del sector industrial (13,5% en 2008, según el Censo Económico de INEGI de 2009) lo cual se asocia a pequeñas industrias, las cuales, probablemente tengan unas emisiones de GEI de proceso limitadas.

Al igual que en el sector residencial y servicios, las emisiones del sector industria se calcularon en base a los consumos presentados en los Balances Energéticos del país.

Sin embargo, en este caso se aplicó un factor corrector para el estado y para el propio municipio en función del porcentaje del PIB que representa el sector industrial en ambas áreas. La Gráfica siguiente, muestra la tendencia de las emisiones de GEI desde el año 2005 hasta el año 2011 para el sector.

Gráfica 17. Tendencia histórica de las emisiones del sector industrial del área de estudio.



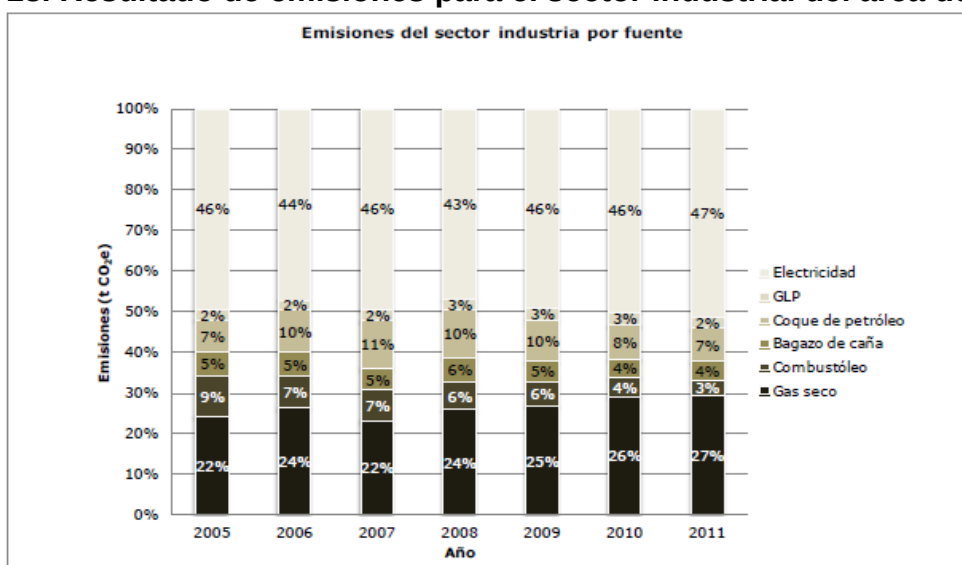
Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

La tendencia marcada en la generación de emisiones es congruente con el crecimiento observado en el resto de los sectores. La figura muestra claramente como a partir del año 2009, las emisiones han aumentado significativamente. Según los consumos presentados en los Balances Energéticos, se sabe que las fuentes de generación de emisiones del sector son: gas seco, Combustóleo, Bagazo de caña, coque de petróleo, coque de carbón, GLP, diesel (Alcance 1) y electricidad (Alcance 2). La Gráfica 18, expone la importancia porcentual de las emisiones por cada una de estas fuentes.

Analizando el PIB municipal de Xalapa se observó que las industrias más relevantes en el área de estudio eran la construcción (61% del PIB), seguida de la industria alimentaria (15% del PIB), la Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final (8% del PIB) y la

fabricación de prendas de vestir (5% del PIB). Para comprobar la influencia del PIB sobre el sector se seleccionaron a nivel estatal los PIB de dichas industrias y se observó la tendencia que mostraban en conjunto (ya que no se tienen datos desagregados por tipología de industria). Así, el PIB de dichas actividades industriales a nivel estatal se vio reducido en 2008 y en 2010. Esta ralentización económica es coincidente a la reducción de la generación de emisiones de GEI en ese periodo.

Gráfica 18. Resultado de emisiones para el sector industrial del área de estudio



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

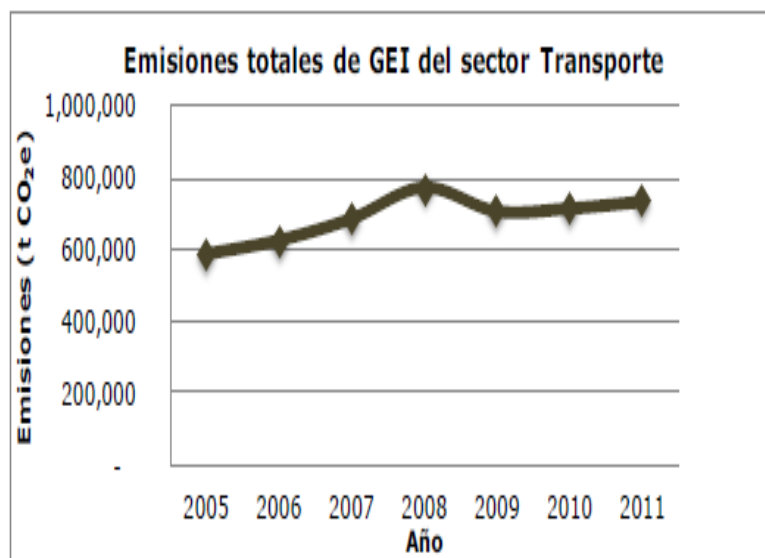
Analizando la figura anterior, se puede observar cómo la participación del GLP y del coque de petróleo se ha mantenido constantes a lo largo del periodo de análisis. Las emisiones asociadas al consumo de coque de carbón y gas seco muestran un incremento significativo en el periodo, del 30% y 17% respectivamente.

El crecimiento porcentual de las emisiones asociadas a la electricidad es el más marcado pasando del 47% al 51%. Por el contrario, la reducción del consumo de combustóleo en el periodo estudiado ha repercutido también en la reducción de las emisiones de GEI asociadas a este combustible.

7.1.4 Emisiones de GEI para el Sector Transporte

Las emisiones de GEI del sector transporte se calcularon en base al consumo de combustibles fósiles. Según el Balance Nacional de Energía, el sector transporte utiliza GLP, gasolina, keroseno, combustóleo, gas seco y diesel. Como se pudo observar en el análisis de las emisiones totales del municipio, el sector transporte representa el sector principal en la generación de emisiones de GEI hasta el momento. Este hecho es común a nivel de municipio ya que, por lo general, es el sector con mayor consumo de combustibles fósiles. Por ello, se debe tener en consideración que tanto un aumento de la población como mejoras en los niveles económicos, continuarán aumentando la participación del sector en la generación de emisiones en un futuro.

Gráfica 19. Tendencia histórica de las emisiones del sector transporte del Municipio de Xalapa



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Como se puede apreciar en la gráfica, la tendencia general en el periodo de estudio es creciente, excepto el año 2009, en el cual se registra una disminución de las emisiones de GEI.

Además de estudiar las emisiones de GEI a partir de los datos del balance energético de México, se analizó el parque vehicular del municipio, cuya composición se puede ver en la siguiente tabla.

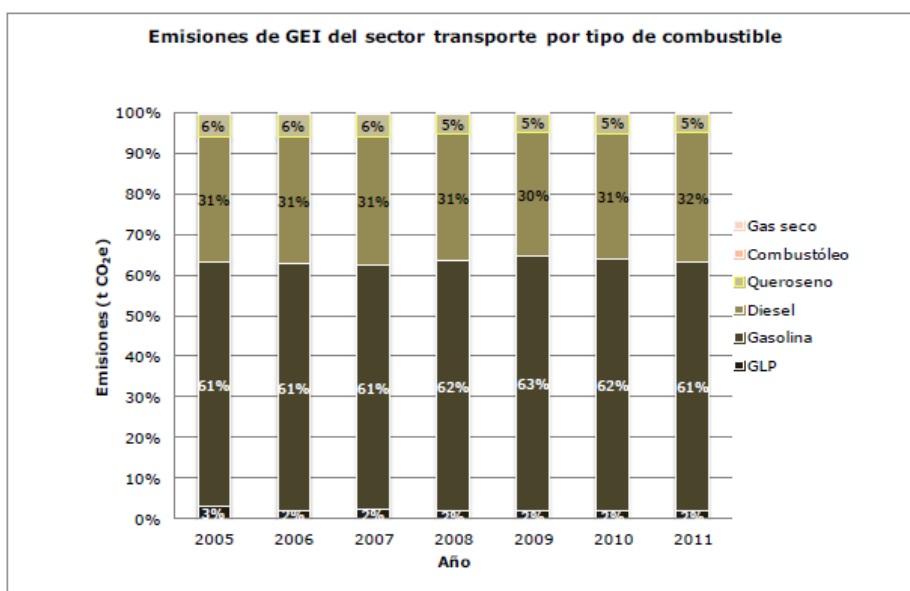
Tabla 6. Parque vehicular en Xalapa.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóviles	77,702	87,776	95,331	100,985	107,754	113,506	116,997	119,714	122,759
Camiones de pasajeros	1,199	1,233	1,334	1,364	1,372	1,412	1,486	1,524	1,542
Motocicletas	3,514	4,125	4,813	5,637	5,572	7,128	7,493	8,512	9,571
Total	82,415	93,134	101,478	107,986	114,698	122,046	125,976	129,750	133,872

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

La gráfica siguiente, expone el resultado de las emisiones por tipo de fuente, en la que se puede ver que la principal fuente de emisiones del sector transporte es el consumo de la gasolina, seguido del de diesel, observándose que la proporción de emisiones asociadas a los distintos combustibles se mantienen más o menos constantes a lo largo del periodo.

Gráfica 20. Distribución de las emisiones de GEI históricas para el sector transporte.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

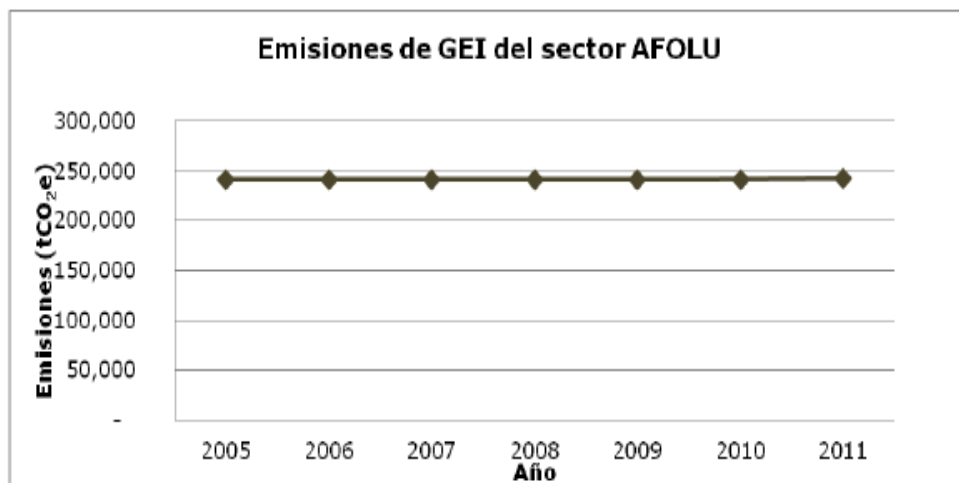
Por su parte, asociadas a la flota municipal se cuantificaron 2,307 tCO₂e. Aproximadamente el 26% de las emisiones correspondían al consumo de gasolina, mientras que el 74% restante correspondían al consumo de diesel.

7.1.5 Emisiones de GEI para el Sector AFOLU

El cálculo de las emisiones de GEI del sector AFOLU se realizó en base a las Directrices del IPCC de 1996 ya que son las que se utilizan a nivel nacional. Es necesario remarcar que en el caso del subsector pecuario, únicamente se dispone de información a nivel municipal para el año 2007 (Censo agropecuario), para el resto de años inventariados se parte de datos a nivel de estado. Por ello, se tomó la proporción de cabezas de ganado a nivel municipal respecto al Estado del año 2007 como constante a lo largo del periodo de inventario. Respecto al subsector agrícola, se procedió del mismo modo, asumiéndose que la composición de los cultivos se mantenía constante a lo largo del periodo de estudio. Finalmente, para estimar el consumo de fertilizantes se utilizaron datos de las estadísticas de la FAO a partir de los que se obtuvo la cantidad media de fertilizante aplicada en el país por hectárea.

Para estimar las emisiones/absorciones de GEI del subsector Usos del Suelo y Cambios de Usos del Suelo se utilizaron los mapas de usos del suelo de distintos años elaborados en la CE3 elaborados mediante fotointerpretación, a partir de dichos mapas se obtuvieron las hectáreas asociadas a cada tipo de uso del suelo y mediante la comparación de los mapas de los distintos años se estimaron las hectáreas que cambiaban de uso de un año a otro. Con dicho dato de actividad (hectáreas), y aplicando los factores de emisión/absorción facilitados por el IPCC, se estimaron las emisiones / absorciones del subsector USCUS. En la Gráfica siguiente, se exhiben las emisiones asociadas al sector AFOLU.

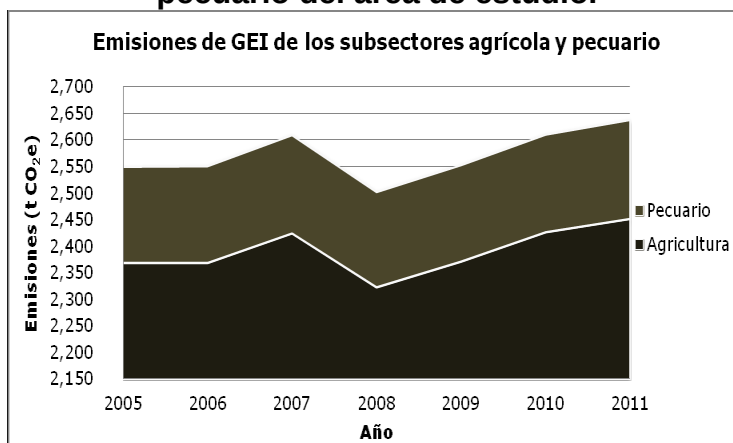
Gráfica 21. Resultado de las emisiones de GEI del sector AFOLU del área de estudio.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Se observa una tendencia estable en las emisiones de GEI del sector AFOLU a lo largo de todo el periodo estudiado. En este caso hay que remarcar que más del 98% de las emisiones se asocia al subsector USCUS por lo que las variaciones en los sectores agrícola y pecuario quedan enmascaradas. Por ello, se han graficado por separado (gráfica 22). Teniendo en cuenta la importancia relativa del PIB del sector agropecuario en el municipio (menor de 0.001%), es normal que las emisiones asociadas a los subsectores agrícola y pecuario sean tan reducidas.

Gráfica 22. Resultado de las emisiones de GEI de los subsectores agrícola y pecuario del área de estudio.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Respecto a las emisiones de GEI derivadas de los usos y cambios de usos del suelo, es normal que éstas resulten constantes a lo largo del periodo ya que los datos georeferenciados disponibles, elaborados en la CE3, corresponden a mapas de los años 2008 y 2012, asumiendo para la elaboración de los cálculos que los cambios entre ambos mapas se han dado de forma progresiva. Por lo tanto, no es posible indagar en cambios de velocidad de crecimiento urbano entre los años mencionados, lo cual podría derivar en un cambio en las emisiones de GEI asociadas a dichos cambios.

En la siguiente tabla se pueden observar las emisiones de GEI desglosadas por años y categorías para los usos del suelo y cambios de usos del suelo. En dicha tabla queda patente especialmente la importancia en términos de emisiones de GEI del uso de la leña, incluida en la categoría de bosques explotados y plantados y de las deforestaciones.

Tabla 7. Resultado de emisiones los Usos y Cambios de Usos del Suelo del Municipio de Xalapa.

Categoría	Uso 1	Uso 2	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bosques explotados plantados	TF	TF	tCO ₂ e	122,352	121,765	121,350	120,966	120,448	120,403	120,985
TC y OT	A	tCO ₂ e	877	877	877	877	877	877	877	877
Deforestación	TF	TC	t CO ₂ e	83,150	83,546	83,943	84,339	84,735	85,132	85,528
TF	A	t CO ₂ e	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376
Total emisor	tCO ₂ e	238,755	238,564	238,546	238,558	238,558	238,558	238,436	238,788	239,766

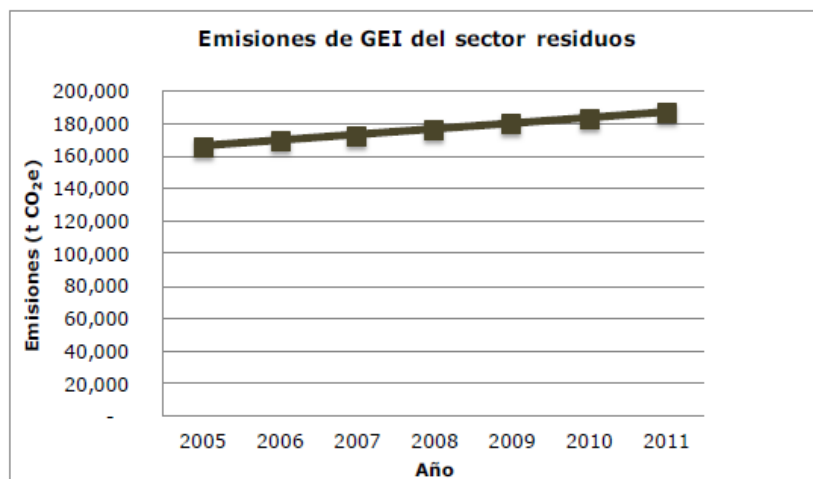
TF: tierras forestales; TC: tierras de cultivo; OT: otras tierras; A: asentamientos urbanos

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

7.1.5 Emisiones de GEI para el Sector Residuos

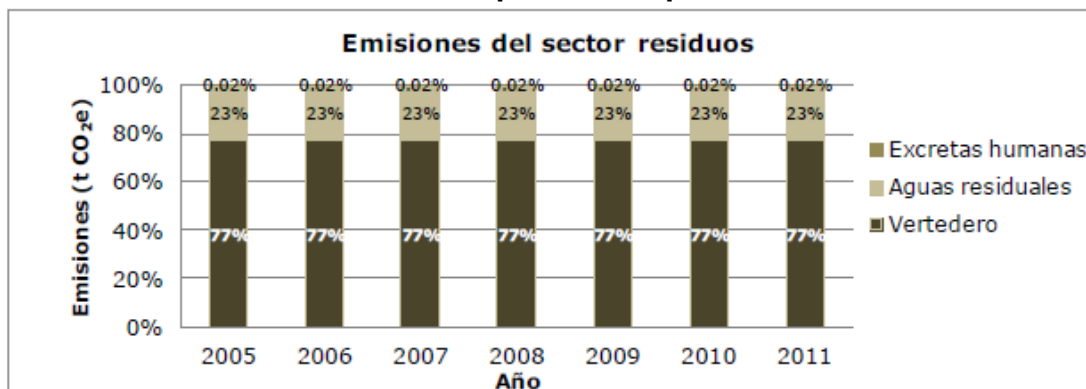
El cálculo de las emisiones de GEI del sector residuos se basó en las Directrices del IPCC. Cabe mencionar que actualmente no existen procesos de recolección selectiva de residuos sólidos urbanos y que el único tratamiento que se les da a dichos residuos es la deposición en vertedero. Asimismo, se estudiaron las emisiones de GEI asociadas a las excretas humanas y al procesamiento de las aguas residuales, habiendo tenido noticia de que en Xalapa no todas las plantas de tratamiento están en funcionamiento debido a los costos elevados de gestión que éstos tienen asociados.

Gráfica 23. Resultado de las emisiones de GEI del sector residuos del Municipio de Xalapa.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Gráfica 24. Resultado de las emisiones de GEI por tipo de residuo del Municipio de Xalapa.



Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

En base a los datos recogidos en el Programa de Acción Climática Municipal Xalapa de Enríquez, Veracruz, realizado con la ayuda de la Organización Internacional ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, se estimaron las emisiones del 2005 al 2011 para el municipio de Xalapa, expresadas en este capítulo. Como se puede ver en la gráficas anteriores, las emisiones han ido en aumento sin picos marcados en el crecimiento, se observa que el crecimiento de las emisiones en el sector residuos se acompasa con el crecimiento poblacional.

8. VULNERABILIDAD: ESTUDIO DE RIESGO ANTE AMENAZAS NATURALES Y CAMBIO CLIMÁTICO.⁸

Este estudio tiene el objetivo de brindar a los tomadores de decisiones herramientas para conocer mejor el riesgo asociado a las amenazas por inundaciones y deslizamientos y así desarrollar las acciones que requiere el municipio y la conurbación para reducirlo. Esto incluye el análisis de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad, así como una estimación de los daños en términos de pérdidas humanas y materiales.

La selección de amenazas se realiza a través de un proceso de consulta pública. Se llevaron a cabo varias reuniones con los principales agentes implicados en la ciudad, entre los cuales se incluyeron representantes de organismos públicos tales como el municipio de Xalapa y la zona conurbada, la Comisión Municipal de Agua Potable, Protección Civil, así como representantes del sector académico INECOL, Universidad de Veracruzana, y el sector privado, Colegio de Ingenieros Civiles.

Durante la celebración de dichas reuniones, se hizo patente que el problema que genera más inquietud son las inundaciones. Asimismo, los deslizamientos de laderas es también un tema importante.

Tras evaluar la situación actual, el estudio desarrolla dos escenarios a futuro. Uno *tendencial*, donde no se realiza ninguna acción para reducir riesgos y vulnerabilidades (pero donde sí se incurre en gastos para remediar los daños provocados); y uno *inteligente*, el cual incluye la adopción de medidas proactivas para reducir el riesgo y consolidar el reordenamiento urbano. Para comparar ambos escenarios en términos económicos, se realiza un análisis costo-beneficio, valorando la suma de los costos de reducción de riesgo y de reposición de activos dañados en ambos casos.

⁸ Estudios de cambio climático y desarrollo urbano en Xalapa, Factor CO2 – IH Cantabria (2014)

Breve revisión de conceptos

Antes de proceder a presentar los resultados del estudio de riesgos y vulnerabilidad ante el cambio climático, se considera pertinente revisar los conceptos básicos a partir de los cuales se desglosa el apartado.

El análisis de la **peligrosidad** incluye el estudio de las **amenazas** (eventos físicos potencialmente dañinos), en función de su localización, intensidad, frecuencia, probabilidad de ocurrencia y duración.

La evaluación de la **exposición** engloba la identificación y caracterización de los elementos expuestos, y toma en cuenta la densidad de población, la clasificación de viviendas por tipología constructiva y el catálogo de infraestructuras críticas.

Por otra parte, el análisis de la **vulnerabilidad** de los elementos expuestos incluye el estudio del grado de afectación que puede generar la amenaza en los elementos expuestos.

8.1 Riesgo de Impacto por Inundación

8.1.1 Evaluación de la amenaza por inundación y peligrosidad

De acuerdo a los registros históricos, las inundaciones leves o moderadas son habituales en el área metropolitana de Xalapa, al menos desde los años 60 del siglo pasado. Estos eventos afectan las vías de comunicación, los locales comerciales y las viviendas de Xalapa, Banderilla y otros municipios limítrofes.

La frecuencia de inundaciones urbanas ha aumentado a lo largo de los últimos años, sin que tal aumento esté motivado por un incremento en las de precipitaciones. Lo anterior hace suponer que son los procesos de urbanización y la acción humana los que han incrementado este tipo de problemas, por ejemplo la descarga de las aguas residuales a los ríos urbanos.

Figura 11. Esquema Metodológico para el análisis del riesgo.

ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO



Fuente: IH Cantabria (2014) Estudios de Cambio Climático y Desarrollo Urbano de Xalapa

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

La evaluación por amenaza de inundaciones se realiza a partir de una caracterización del régimen extremo de precipitaciones y vientos y su relación con la ocurrencia ciclones tropicales. Para ello, se utilizaron datos satelitales (base de datos TRMM) del pluviómetro del Servicio Meteorológico Nacional de México en el periodo 1977-2011 y bases históricas de los ciclones más representativos que permiten hacer la caracterización estadística de la inundación y de los vientos extremos.

Para la evaluación de la amenaza en el 2030 y 2050 en escenarios de cambio climático, el estudio utilizó cinco modelos de circulación general para simular el aumento en el nivel y en la temperatura del mar. Una vez incorporados estos cambios, el estudio vuelve a simular las amenazas haciendo la caracterización estadística antes descrita.

Actualmente, la frecuencia anual de los ciclones en Xalapa es de 0.78. Esta frecuencia se mantiene para el escenario optimista del 2030, pero aumenta a 0.82 ciclones/año para el escenario pesimista. Tras la determinación de las precipitaciones máximas

asociadas a periodos de retorno, se determina la peligrosidad relacionada con el desbordamiento de los cauces a partir de variables de tirante y velocidad de flujo.

Los resultados muestran que las zonas de afectación más importantes en el núcleo urbano son el entorno del río Sedeño en el Norte del núcleo, el cauce de los arroyos Carneros y Honduras en el Suroeste, antes de su incorporación al río Sordo, y las salidas de la zona urbana de los arroyos Limpio y Sucio en la zona Sureste. Coincidentemente, el análisis de ICES mostró que éstos son los ríos más contaminados de la zona conurbada. En el entorno de los cauces más importantes, se produce el desbordamiento de numerosas escorrentías con tirantes que, de forma general, se mantienen por debajo de un metro fuera de las vías de desagüe principales. Sin embargo hay espacios con tirantes más grandes, como es el caso la zona de Jardines de las Ánimas en la cuenca del arroyo Sucio, donde también se producen desbordamientos importantes.

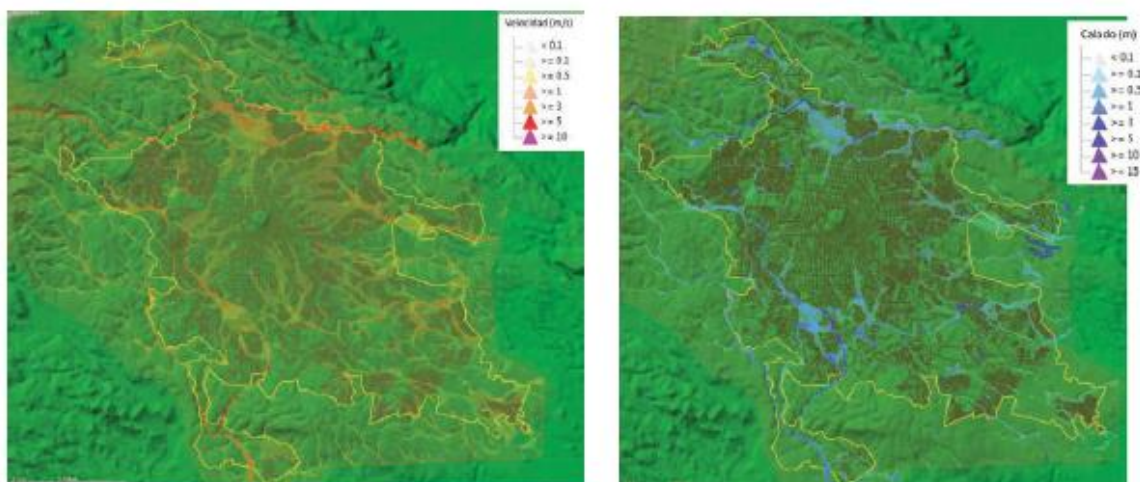
Los resultados del análisis de amenazas por inundación utilizan dos variables básicas: i) el tirante y ii) las velocidades de flujo. Como se puede observar en el mapa de tirantes, se produce el desbordamiento de numerosas escorrentías en el entorno de los cauces más importantes. Destacan especialmente dos grandes zonas inundables en el eje central del núcleo urbano: i) la primera en la zona Norte en la margen derecha del río Sedeño, y ii) la segunda al Oeste de los lagos del dique, en el entorno de los arroyos Carneros y Honduras.

Figura 12. Ríos en Xalapa.



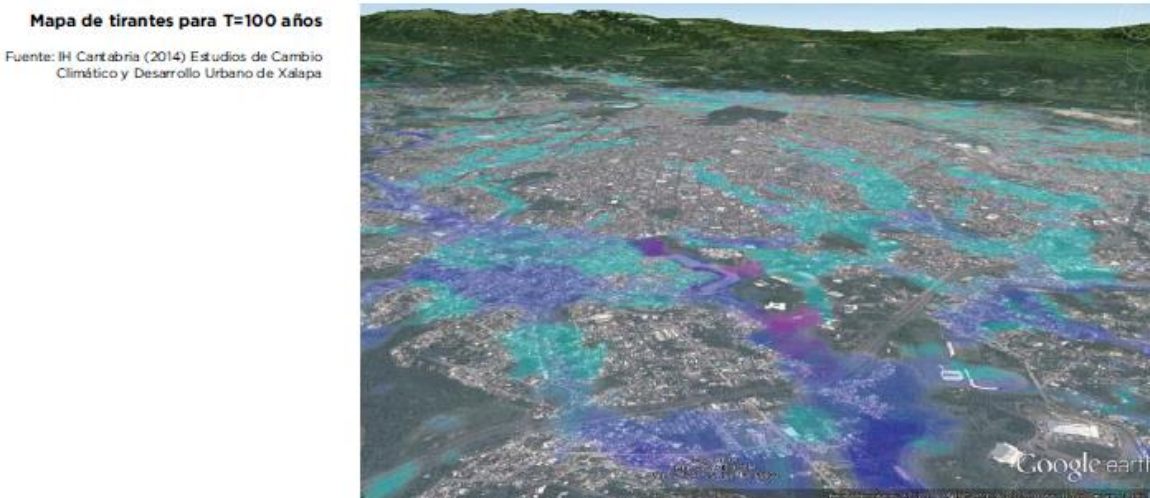
Fuente: IH Cantabria (2014) Estudios de cambio climático y desarrollo urbano en Xalapa.

Figura 13. Mapa de tirantes y velocidades para T=100años.



Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

Figura 14. Mapa de tirantes para T=100 años.



Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

Como se aprecia en el mapa de velocidades, el movimiento que puede alcanzar el flujo en la zona es generalmente muy lento, por debajo de 0.5 m/s. Únicamente se alcanzan velocidades de más de 1 m/s en los propios cauces y escorrentías, y en algunas vías de desagüe a través de núcleo urbano.

A continuación se expone a detalle la inundación en el río Sedeño para T= 100años. Cabe señalar que gran parte de la afectación a las zonas urbanas (con un ancho de más de 800m) se produce por el desbordamiento del margen derecho del río principal, de forma que el flujo se divide cuando llega por avenidas México y Atenas Veracruzana.

Figura 15. Detalle del mapa de Tirantes para T=100 años en el entorno del río Sedeño.



Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

8.1.2 Evaluación de la exposición a inundaciones

Las áreas residenciales de Xalapa que actualmente están expuestas a inundaciones, se concentran en las zonas Norte, Suroeste y Sureste. Al combinar la amenaza de inundación para distintos periodos de retorno con la tipología de construcción de las viviendas, las edificaciones más afectadas son las de tipología media (42%), seguidas de las de tipología popular (34%). Entre el 2.4% y el 4.1% de la población está hoy expuesta a dicha amenaza, dependiendo el periodo de retorno (10, 25, 50, 100 y 500 años). La media anual de personas afectadas es de 2,481, lo que representa el 0.49% de la población total en el año 2012.

En cuanto a la infraestructura crítica, la de transporte y comunicaciones es aquella con mayor exposición, ya que el 33% de sus activos se encuentran en zonas inundables. Después de este sector, se encuentra el de energía con 16% de sus activos en esas zonas. En este último caso, una de las estaciones subeléctricas localizadas en la delegación Centro Sur está totalmente expuesta. Las categorías de infraestructura dedicadas a la industria, las gasolineras y las instalaciones de

asistencia médica están parcialmente expuestas, ya que entre el 10 y el 14% de sus activos se encuentran en zonas inundables.

8.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad

Tal y como se mencionaba, la vulnerabilidad se define como el grado de afectación o daños que pueden generar amenaza en los elementos expuestos y se subdivide en dos variables socioeconómicas:

- La vulnerabilidad física urbana, que incluye la clasificación de viviendas por tipología estructural y la caracterización de la infraestructura crítica.
- La vulnerabilidad humana, que se calcula a partir de la densidad de población. Para el caso de edificaciones, los resultados obtenidos indican que en la actualidad los daños por inundación en Xalapa pueden tener un costo que oscila entre los 30 y 50 millones de dólares, con un valor medio anual de 6 millones de dólares.

Las inundaciones que se producen son en ocasiones recuperaciones súbitas de antiguos cauces que han sido borrados por la huella urbana, y no existe una red de colectores subterránea que permita desaguar al menos una parte de la escorrentía superficial en los momentos de mayor intensidad pluvial. La urbanización de zonas periféricas de la ciudad ha incrementado también los riesgos en zonas más céntricas, que tradicionalmente no se inundaban o lo hacían de forma menos intensa.

Respecto a la vulnerabilidad humana, los resultados indican que la fatalidad de las inundaciones en Xalapa es de moderada a baja: entre uno y dos fallecidos por cada evento extremo, con un valor medio anualizado de una muerte cada 5 años. Esto implica una tasa de mortalidad anual de 0.36 personas por cada millón. Los fallecimientos estimados se deben más al ahogamiento de las poblaciones vulnerables (anciano, enfermo y niño), que al colapso de edificios o de la infraestructura.

8.1.4 Medidas y recomendaciones

Algunas de las soluciones planteadas para reducir el riesgo de inundación son:

- i) *Impedir la incorporación de los caudales de los ríos principales al centro de la ciudad.*
- ii) *Facilitar el paso de los caudales por las áreas urbanas, recuperando los cauces de los arroyos de mayor tamaño.*
- iii) *Acelerar la evacuación de las zonas de acumulación con la construcción de drenaje para disminuir la contaminación y mejorar el tránsito del flujo por las vías de desagüe principales.*

El estudio sugiere algunas líneas de acción para definir los corredores fluviales y restringir la ocupación de las áreas de influencia de los cauces en grandes avenidas.

Se propone:

- i) *Permitir la expansión de los ríos dentro de sus límites, manteniendo en buen estado ecológico y dando continuidad a la vegetación de ribera.*
- ii) *Hacer compatible la expansión y la vegetación con otros usos dentro de los núcleos de población, tales como zonas recreativas, paseos o espacios deportivos en bermas inundables para grandes periodos de retorno, etc.*

Dado que la zona central de Xalapa, al igual que algunas áreas periféricas, carecen de una eficiente red de drenaje, se sugiere:

- i) *Construir un sistema de drenaje compuesto que incluya una red de colectores interceptores principales,*
- ii) *Una red de colectores secundarios con imbornales que viertan a los principales,*
- iii) *Zonas de detención o almacenamiento temporal del agua (tanques de tormenta, áreas de laminación o similares),*
- iv) *Obras de entrega a cauce principal, que pueden incluir, en ciertos casos, elementos de almacenamiento, bombeos, compuertas, etc.*

8.2 Riesgo de impacto por deslizamiento

En lo correspondiente a los deslizamientos de tierras, la zona de estudio se ha visto sometida desde hace décadas a numerosos procesos de inestabilidad de laderas, conocidos popularmente como deslizamientos o deslaves del terreno. Estos fenómenos, de carácter geológico y geotécnico, ocasionan principalmente daños materiales y afectan seriamente a viviendas y otro tipo de edificios, causando también daños a la infraestructura urbana y de transporte. Afortunadamente, al igual que en el caso de las inundaciones, el costo en términos de vidas humanas es bastante bajo, ya que se han registrado cuatro víctimas mortales en un deslizamiento acontecido en 1996 y otra víctima mortal en un movimiento de tierras ocurrido en 2009, ambas en el sector Noreste de la ciudad de Xalapa.

8.2.1 Evaluación de la amenaza por deslizamiento

En este apartado se incluye la descripción de los procesos que generan inestabilidad del suelo. Entre ellos, el estudio analiza i) la naturaleza de los suelos residuales, ii) perfiles de alteración y meteorización in situ, iii) la resistencia al corte del terreno, iv) la existencia de superficies de debilidad en suelos residuales, v) la alteración de la resistencia, vi) la interacción entre el suelo y la atmósfera, vii) el efecto de la vegetación como elemento de protección natural y viii) el efecto de los asentamientos irregulares.

En este último caso, vale la pena destacar que el territorio de la zona de estudio ha sufrido transformaciones a lo largo de las últimas décadas, pasando de superficie forestal a áreas para explotación agrícola y de asentamientos humanos. La escasez de recursos en las zonas en que se producen estos asentamientos y la eliminación de la cobertura vegetal, que sirve de protección natural, desencadenan procesos de inestabilidad de ladera, que empeoran aún más la situación del conjunto. Se ha puesto de manifiesto que el movimiento migratorio que se está produciendo desde el campo hacia la zona urbana lleva consigo un efecto muy negativo sobre el estado del terreno y su estabilidad de laderas.

En el estudio también se enumeran los factores causales más importantes de la generación de deslizamientos, los cuales se presentan a continuación y se subdividen en preparatorios y desencadenantes. La consideración minuciosa de cada uno de ellos resulta crucial para poder desarrollar acciones que reduzcan este fenómeno.

Tal y como indica la tabla, entre los factores causales de origen antrópico destacan: i) la ejecución de excavaciones por asentamientos humanos, y ii) la eliminación de cobertura vegetal por asentamientos humanos. Ambos deben de ser atendidos de manera urgente.

Figura 16. Factores causales de deslizamiento en el ámbito de estudio

FACTORES CAUSALES DE DESLIZAMIENTO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

Origen	Factor causal	Preparatorio	Desencadenante
Aspectos geológicos	Litología del sustrato rocoso	●	
	Desarrollo de suelos residuales	● ●	
	Procesos de meteorización y alteración in situ	● ● ●	
	Presencia de superficies de debilidad y grietas de tracción	● ● ●	
Procesos geomorfológicos	Erosión fluvial al pie de la ladera	● ●	
	Levantamientos volcánicos e intrusiones	●	
Procesos físicos	Cortos e intensos periodos de lluvia		● ● ●
	Periodos prolongados de lluvia	● ● ●	
	Terremotos (sismos)	●	● ● ●
Procesos antrópicos	Excavaciones al pie de las laderas		● ●
	Cargas sobre la coronación de las laderas		●
	Ejecución de excavaciones por asentamientos humanos	● ● ●	
	Eliminación de la cobertura vegetal por asentamientos humanos	● ● ●	

Fuente: IH Cantabria (2014) Estudios de Cambio Climático y Desarrollo Urbano de Xalapa

Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

La parte más sustancial del trabajo dedicado al análisis de la amenaza por deslizamientos consiste en la elaboración de un mapa de susceptibilidad por deslizamientos para toda el área de estudio. Para la elaboración de este mapa se utilizó un sistema de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés), que se implementó sobre un modelo digital del terreno (MDT) con resolución de malla de 15m x 15m. Existen diversas metodologías para realizar este tipo de mapas, y en este caso se ha realizado un modelo estadístico bivalente que resulta especialmente potente y fiable siempre y cuando se disponga de un buen inventario de deslizamientos de ladera. El mapa presenta el nivel de amenaza actual para el ámbito de estudio.

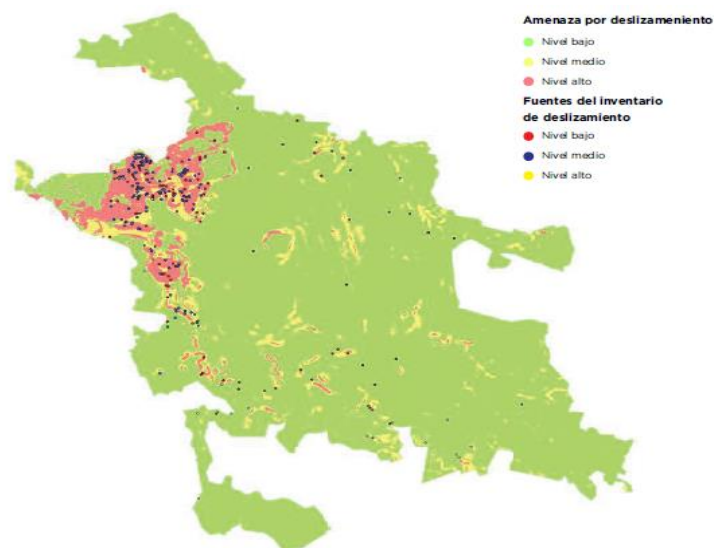
8.2.2 Evaluación de la Exposición a Deslizamientos

Las principales colonias afectadas se encuentran al noroeste del centro de Xalapa, y se ubican en áreas con pendientes pronunciadas y de difícil acceso motorizado (a muchas de ellas se accede únicamente mediante escaleras), que han sido ocupadas por viviendas precarias, populares e invasiones. La media anual de personas afectadas sería de 39.4, lo que supone un porcentaje muy bajo de la población total del año 2012.

La tipología precaria es la categoría con un porcentaje de valor expuesto más alto, tanto para la susceptibilidad alta como para la media, mientras que la tipología residencial es la que tiene un valor expuesto mayor, dado que estas edificaciones tienen un costo más alto aunque en su mayoría se encuentra en zona de susceptibilidad baja.

La distribución espacial de los valores expuestos de edificaciones ante deslizamientos para las áreas de susceptibilidad alta es la que se muestra en el siguiente mapa. Debido a que el área con susceptibilidad alta se concentra en el Noroeste del área de estudio, ofrecemos una vista en detalle del área.

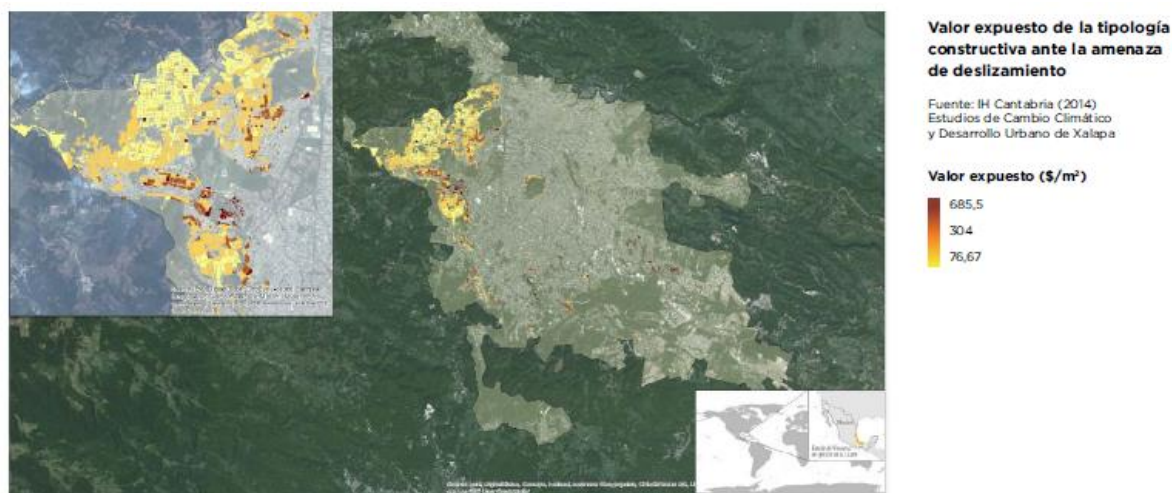
Figura 17. Mapa de susceptibilidad ante deslizamientos para el escenario actual



Mapa de susceptibilidad ante deslizamientos para el escenario actual

Fuente: IH Cantabria (2014) Estudios de Cambio Climático y Desarrollo Urbano de Xalapa

Figura 18. Valor expuesto de la tipología constructiva ante la amenaza de deslizamiento.



Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

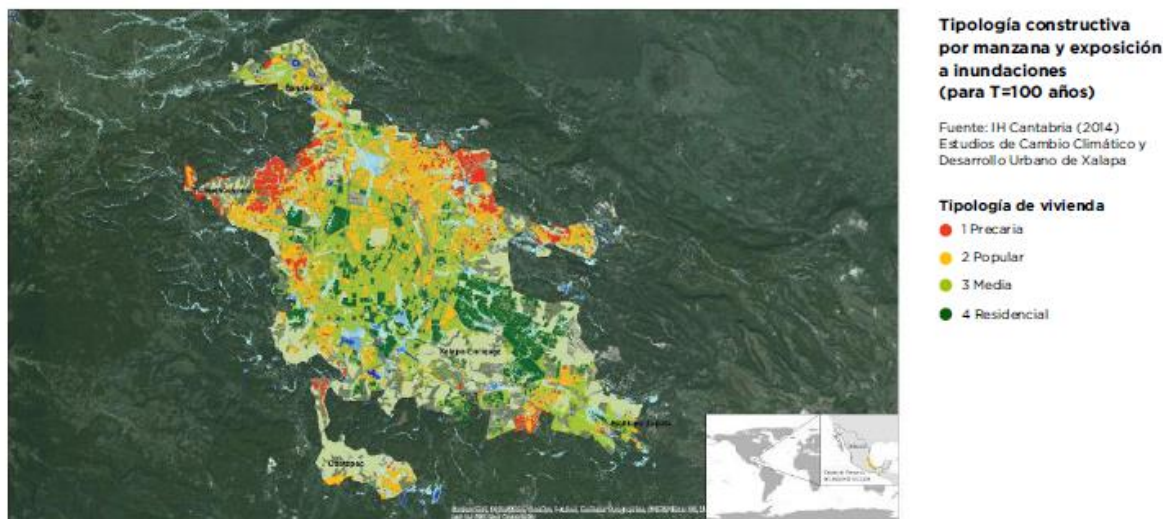
8.2.3 Evaluación de la Vulnerabilidad

El cálculo de los daños asociados a deslizamientos en la ciudad de Xalapa se realiza adoptando ciertas hipótesis basadas en datos históricos, que permiten convertir el mapa de susceptibilidad obtenido en un mapa de riesgos en el sentido probabilístico.

Se observa que las viviendas más precarias (tipos 1 y 2) aportan la mayor proporción de los daños económicos. En cuanto a las zonas, la de susceptibilidad alta aporta prácticamente la mitad de todos los daños producidos. En conjunto, los daños totales medios debidos a este fenómeno en el escenario actual resultan de unos 49,000 dólares al año, lo que puede considerarse una cifra moderada pero no despreciable, sobre todo si se tiene en cuenta que afecta mayoritariamente a zonas de rentas bajas.

Respecto a daños humanos, los resultados indican que, en promedio unas 40 personas son afectadas por deslizamientos anualmente, de las cuales sólo fallece una cada cinco años. Nótese que la tasa de fatalidad por deslizamientos en Xalapa resulta prácticamente idéntica a la obtenida para inundaciones, aunque éstas son fenómenos de mayor afectación espacial y humana, y con mucho mayor impacto económico.

Figura 19. Tipología constructiva por manzana y exposición a inundaciones (para T=100 años).



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

A partir de lo expuesto en esta sección, se puede afirmar que la exposición, vulnerabilidad y riesgo tanto por inundaciones como por deslizamientos en Xalapa son relativamente bajos. Si bien los daños a edificaciones por inundaciones son cada vez más frecuentes y empiezan a ser cuantiosos, se puede afirmar que los dos tipos de riesgo analizados tienen factores generadores de origen natural (topografía urbana con vaguadas, suelos expansivos y de altas pendientes), a los que se han sumado dos importantes factores potenciadores de origen humano:

- La impermeabilización de suelo y relleno de cauces menores, en el caso de las inundaciones.
- Los desmontes y terraplenes no estabilizados, en el caso de los deslizamientos.

Este diagnóstico, junto con el análisis tendencial del capítulo siguiente, permitirá establecer las bases para definir un conjunto de medidas de urbanismo, gobernanza e ingeniería, que configurarán el escenario inteligente.

8.2.4 Medidas y recomendaciones

Las **actuaciones de carácter preventivo** que se proponen son:

- i) *Implementar políticas de planeación orientadas a urbanizar zonas de bajo nivel de amenaza.*
- ii) *Realizar programas de reubicación de asentamientos irregulares situados en zonas de alto riesgo.*
- iii) *Ejecutar programas de reforestación en las zonas desprovistas de cobertura vegetal en las regiones con elevado nivel de amenaza por deslizamiento.,*
- iv) *Mejorar las redes de abastecimiento y saneamiento de aguas para evitar la infiltración de agua en el interior del terreno.*
- v) *Desarrollar y ejecutar normativas técnicas sobre la prevención de deslaves.*
- vi) *Realizar planes de concienciación ciudadana donde se visualicen los riesgos a los que está sometida la población en dichas zonas y la generación de factores de vulnerabilidad que ella misma produce.*

Las **actuaciones de carácter correctivo** que se proponen para mitigar los efectos de un deslizamiento y disminuir la probabilidad de que vuelva a producirse, se refieren a:

- i) *La creación de muros de gaviones, como estructura de contención más adecuada.*
- ii) *La construcción de terrazas y bermas en las laderas, como técnicas de movimiento de tierras más sostenibles para evitar la ejecución de excavaciones verticales desprovistas de protección.*
- iii) *El desarrollo de medidas que favorezcan la reforestación del entorno.*

8.3 Evaluación de Escenarios

El Plan de Acción de Xalapa (BID, 2014) realiza un análisis prospectivo dónde se evalúa la exposición y la vulnerabilidad de la ciudad en el futuro (año 2030 y 2050).

Se propone un escenario de crecimiento tendencial donde se asume que se mantienen los mismos procesos que se han venido presentando durante la última década. En este análisis prospectivo, continúan los asentamientos irregulares y la construcción en sectores periféricos en zonas de pendiente pronunciada o áreas inundables sin dotación de recursos básicos. Se estima que la dotación de la infraestructura aumentará un 60 % respecto al escenario actual. Dado que la localización de la infraestructura atiende a las necesidades de la población, si no se adopta ninguna medida preventiva y de planificación, activos importantes de infraestructura quedarán expuestos a inundaciones.

De mantenerse los procesos de ocupación del territorio que se vienen manifestando en las últimas décadas, el área metropolitana de Xalapa experimentará un incremento notable de los riesgos económicos de inundación en las décadas próximas, pero no se prevé un aumento equiparable en los riesgos humanos. Se producirán cada vez más inundaciones localizadas y de tirantes moderados (hasta 1.5 ó 2 m). Esto se debe principalmente al aumento de la exposición y a la vulnerabilidad económica, agravadas por la carencia de infraestructura de drenaje para evacuar los caudales que se generan en un entorno urbano con topografía desfavorable, y alto grado de impermeabilización. Los daños directos e indirectos a la infraestructura crítica son de baja magnitud, pero también se incrementarán.

Por lo contrario, en el escenario inteligente, se definen una serie de medidas de planificación urbana que incluyen la adaptación climática y mitigación de riesgos como ejes centrales del desarrollo de Xalapa. En el escenario inteligente la ciudad corrige su tendencia expansiva y tiende hacia la compactación, con una proporción de suelo urbano moderada que crece sólo 4% en el mismo período.

Los daños económicos por inundación se reducen de un valor medio anual de 11.61 y 19.87 millones de pesos para 2030 y 2050 en el escenario tendencial a 4.22 y 0.67 millones de pesos en el escenario inteligente. Los daños económicos por deslizamientos serían 80% menores, y las tasas de fatalidad por inundación se reducirían en más de un 90% respecto al escenario tendencial.

8.4 Alteraciones Térmicas Derivadas de la Urbanización en la Ciudad de Xalapa, Veracruz. Análisis Espacio – Temporal 1600 - 2015⁹

Sin duda, Xalapa no es la misma desde sus inicios hasta la actualidad, la ciudad de las flores (como regionalmente se le llama) ha crecido considerablemente. Cifras oficiales demostraron que tan solo entre el 2011 y 2014 Xalapa presentó una tasa de crecimiento poblacional de 1.12% (CONAPO, 2014) cifra que tiene orígenes multifactoriales, destacando el hecho de ser capital del estado, así como sede de diversas entidades académicas públicas y privadas.

Debido a las demandas socioeconómicas que comenzaron a presentarse en el territorio desde que se erigió hasta la actualidad, se ha ocasionado una continua sustitución de la cubierta vegetal original por unidades habitacionales, centros comerciales y edificios de todo tipo. Este crecimiento acelerado de la urbanización ha ocasionado que no se consideren los parámetros de sustentabilidad ambiental (Barcelata, 2011) que pudiesen reducir el impacto climático que tales transformaciones conllevan; situación que actualmente ya se evidencia a través de la alteración térmica ambiental que se experimenta en diferentes partes de la urbe. Por lo que este trabajo tiene como objetivo principal documentar la importancia de las áreas verdes como grandes reguladoras de la temperatura en el municipio de Xalapa-Enríquez.

⁹Erika Abisaid Méndez Romero (El Colegio de Veracruz. Maestría en Desarrollo Regional Sustentable. Generación 2014-2016. Contacto: geoerika.mr@gmail.com) y Ofelia Andrea Valdés Rodríguez (El Colegio de Veracruz. Línea de Investigación: "Ecología Tropical, Biocombustibles y Ecotecnias para retención de suelos" Contacto: andrea.valdes@gmail.com)

El estudio comprende tres aspectos principales: **1)** un análisis del crecimiento de la ciudad de Xalapa en el tiempo y el espacio. Para ello se consultaron fuentes históricas y geográficas que incluyen el primer plano disponible de la ciudad, mismo que data del año 1600, así mismo se consideraron todos aquellos planos y polígonos territoriales que muestran los incrementos de los límites urbanos con la consecuente pérdida vegetal, hasta llegar a la actualidad. Otros insumos importantes fueron el cálculo de la superficie urbanizada y el número de habitantes, obtenido de los censos oficiales. Este último dato se contrastó con la disponibilidad de aéreas verdes del municipio, lo que nos permitió emitir un juicio sobre la sustentabilidad de la urbe. **2)** Con el objeto de conocer si han existido cambios en las temperaturas de Xalapa, se presentó un análisis temporal de los registros de temperatura obtenidos en las dependencias oficiales. **3)** Finalmente, para comprobar el impacto de las superficies urbanas sobre la temperatura del sitio, se muestran los resultados de un experimento montado en dos puntos dentro de Xalapa: un área verde y un área fuertemente urbanizada. Las conclusiones que aquí se presentan indican que las aéreas verdes tienen un papel preponderante en la regulación de la temperatura de cada parte del municipio, por lo que se recomienda implementar políticas públicas que no solo se enfoquen en su protección, sino de ser posible que promuevan su incremento en toda la ciudad.

8.4.1 El Crecimiento Urbano de Xalapa: Análisis Histórico y Espacial

El mapa de crecimiento urbano de Xalapa, que se muestra en la figura siguiente, refleja la evolución que ha presentado la ciudad desde 1600 al 2015. Este mapa, junto con una revisión histórica, permitieron identificar el crecimiento de la ciudad en tiempo y espacio; así como los factores modificadores, es decir, cuáles fueron los eventos sociales, políticos, económicos y naturales que dieron pie a que Xalapa creciera año con año.

Con base en investigaciones que documentan el desarrollo de la ciudad (Benítez, 2011, Palma 2012, CONAPO, 2014, Galindo y Heres, SCT, 2012; H. Ayuntamiento de Xalapa, 2014 y UV, 2016) la primera parte de esta investigación consistió en describir el crecimiento urbano de Xalapa haciendo énfasis en hechos sociales, económicos y naturales que fueron trascendentales para el municipio.

Desde 1313, año en que Xalapa se erigió como asentamiento urbano se entretejió su relevancia socioeconómica a través de un crecimiento contiguo al centro del mismo asentamiento. Para 1572 Xalapa fue declarada oficialmente, por los primeros colonizadores, como un centro urbano de La Nueva España; pero es hacia el periodo 1776-1895, que con una extensión no mayor a 104 hectáreas (Ha), la joven urbe xalapeña limitaba hasta las actuales calles de Revolución, Xalapeños Ilustres, Insurgentes y Atletas, y fue la actual avenida 20 de noviembre la que fungía como el primer libramiento de la ciudad siendo las Capillas de la Piedad y Cruz de la Misión las que señalaban el principio y fin del espacio urbano, que era hacia el norte y sureste, obedeciendo la pendiente del terreno; aunado a esto la inauguración de la estación ferrocarrilera fue un parteaguas que colocó a Xalapa como capital veracruzana desde aquellos años.

La configuración espacial de la ciudad siguió modificándose y fue en la primera década del siglo XX (1900-1909) con el desarrollo mercantil, que la traza urbana fue de tipo damero, es decir, el crecimiento se daba acompañado de parques y escuelas públicas; por estos años se creó el barrio de San Bruno como nuevo fraccionamiento y así mismo el Ferrocarril-Interoceánico como vía de comunicación más grande de esa época. Con estos hechos la siguiente década se caracterizó por el incremento del comercio y por ende, la migración del campo a la ciudad se hizo más notable, lo cual propició la creación de las colonias: Molino de San Roque y Francisco Ferrer Guardia.

Entre 1920 y 1929 el crecimiento de la ciudad se dio hacia todas direcciones y se comenzaron a identificar nuevas colonias como: El Dique (al sur), Del Empleado, del Maestro, Carrillo Puerto, Emiliano Zapata (sobre las faldas del Cerro); Casa del

Campo, Francisco I. Madero y Benito Juárez, al oriente; Álvaro Obregón, Lázaro Cárdenas, Los Naranjos (al norte). Así mismo la fábrica textil de San Bruno, propició el desarrollo de una nueva población de obreros cerca de la misma y a su vez, fue en este periodo cuando se comenzaron a observar algunas afectaciones al bosque ubicado alrededor del Cerro Macuiltépetl y la desaparición el humedal ubicado en El Dique.

Para los años de 1930 el gobierno declaró la falta de espacio para seguir el crecimiento urbano, pero este no paró, por el contrario prosiguió hacia las tierras agrícolas aledañas y se crearon las colonias: El Sumidero, Progreso y Tatahuicapan. Entre 1940 y 1949, con la inauguración de la Universidad Veracruzana se exigió un nuevo crecimiento de la mancha urbana y claro que se dio, para 1940 se creó la actual avenida Manuel Ávila Camacho como “anillo interior de la ciudad” y así mismo se crearon los primeros fraccionamientos de la clase alta: Lomas del Estadio y Veracruz, paralelamente a la zona habitacional de la colonia ferrocarrilera, que era de clases media a baja. El contexto social llevó a Xalapa a consolidarse como núcleo concentrador de los poderes del estado desde 1950; lo cual propició que la población se duplicara y la extensión urbana creciera tres veces más. Durante esta década se creó el panteón Xalapeño, se instalaron depósitos de gas y gasolina, debido a la estación ferrocarrilera, y en la zona sur y sureste de la ciudad se construyeron nuevos fraccionamientos magisteriales de tipo privado: Indeco, Inmecafé, Ánimas y Santa Rosa; a pesar de este nuevo crecimiento la ciudad se mantuvo dentro de los límites municipales, pero se afectó más drásticamente a las zonas agrícolas y a los remanentes de bosque que aún coexistían.

Los años de 1960 y 1970 marcaron trascendentalmente el crecimiento de Xalapa, con la migración de más de 100 mil habitantes desde Perote y Misantla hacia la ciudad, la población presentó un crecimiento explosivo y por lo tanto se distribuyeron nuevas tierras en forma desigual y desordenada, los remanentes del bosque presentaron una alteración más evidente y por la necesidad de un libramiento vial se creó Circunvalación, actualmente conocida como avenida Lázaro Cárdenas.

En la década de 1980 Xalapa ya excedía los límites municipales, por lo que desde estos años empezó a conurbar con los municipios de Banderilla y Tlalnelhuayocan. Dadas sus características espaciales, económicas, sociales y políticas se decretó como zona metropolitana; se construyó la avenida Chedrahui Caram y el Ejido Casa Blanca se convirtió en colonia, así también se crearon las colonias: Rafael Lucio, Revolución, Los Prados, Vasconcelos y La Unión. Por su parte el Infonavit construyó unidades habitacionales como Agua Santa, Del Valle y Pastoresa, mientras que para los pensionados del estado se creó Jardines de Xalapa.

La última década del siglo XX se caracterizó por la invasión suburbana de bosques y cultivos, en esta época se lotificó el fraccionamiento Lucas Martin y localidades como el Cerro Colorado y Guadalupe Victoria fueron absorbidas por la mancha urbana convirtiéndose en colonias.

Figura 20. Análisis Geo Espacial del Crecimiento Histórico de la Ciudad de Xalapa

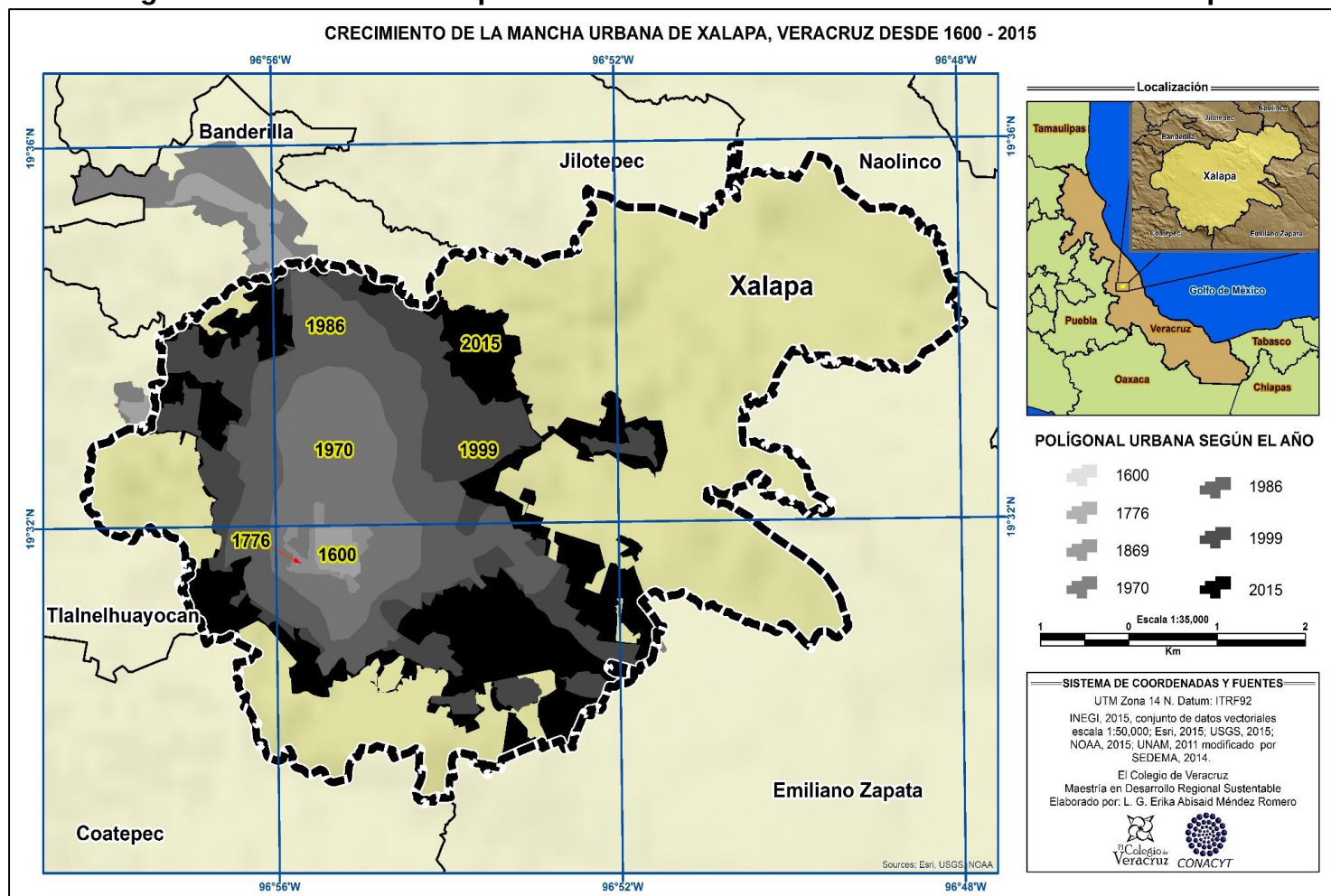
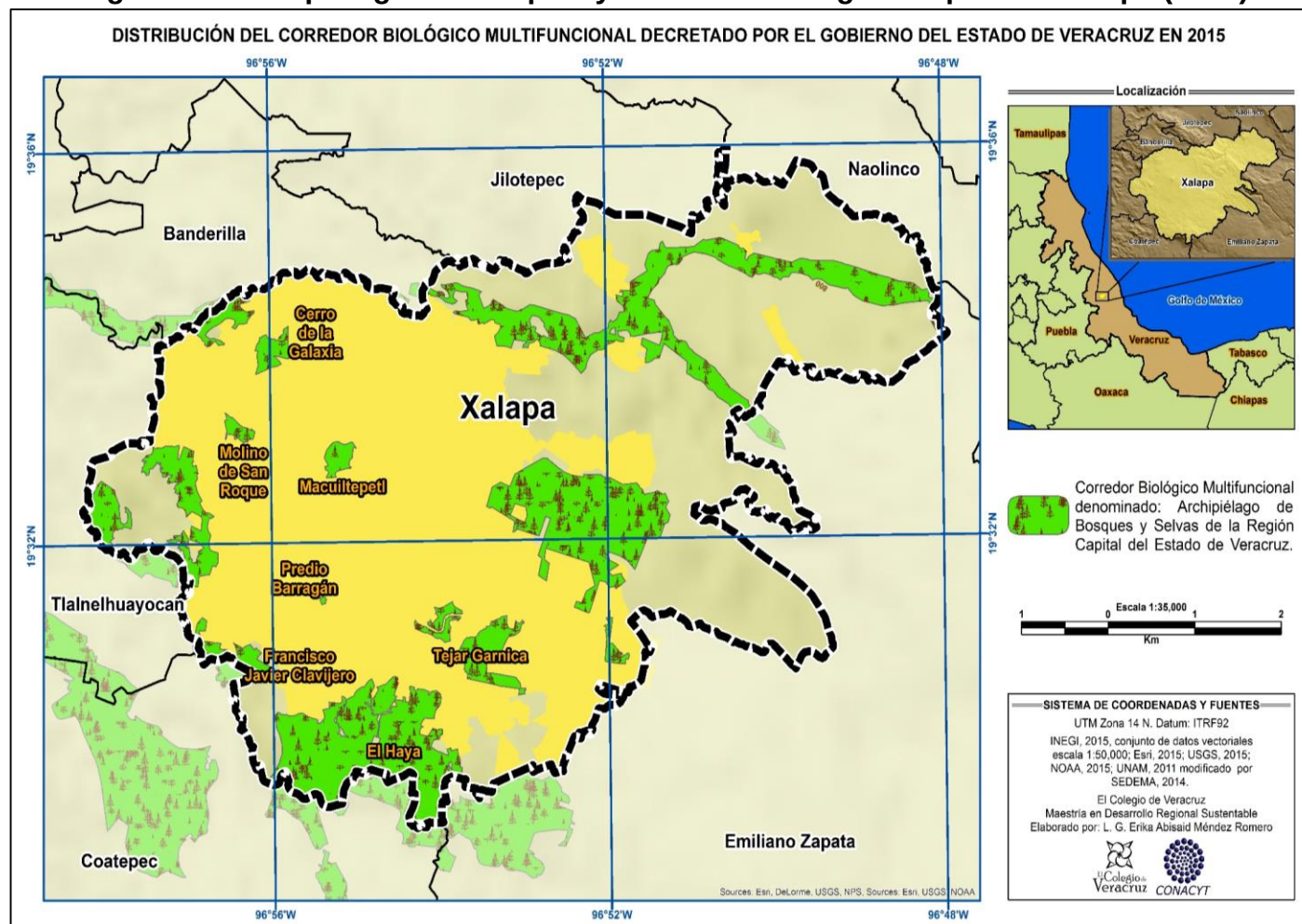


Figura 21. Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital de Xalapa (2015)



Los primeros 16 años de este siglo XXI no han sido la excepción. Entre el 2000 y el 2016 la ciudad de Xalapa ha presentado un crecimiento poblacional y económico desenfrenado y con nuevas tendencias tecnológicas; los límites de la ciudad trascienden a los municipales y especialmente se desarrollaron fraccionamientos de interés social en los municipios de Emiliano Zapata y Coatepec. Así mismo no solo se invirtió en zonas habitacionales sino que también en estos años se crearon plazas comerciales importantes sobre terrenos baldíos o libres como: Plaza Américas Xalapa y Plaza Ánimas, por mencionar unos, se pavimentaron más de 116,800 m² de vialidades, principalmente de tipo terracería, lo cual produjo el fenómeno de tráfico inducido. Ante este nuevo problema, en el 2012 se construyó uno de los libramientos que forman parte de los 15 grandes ejes carreteros que cruzan al país de Este a Oeste y de Norte a Sur: el libramiento de Xalapa.

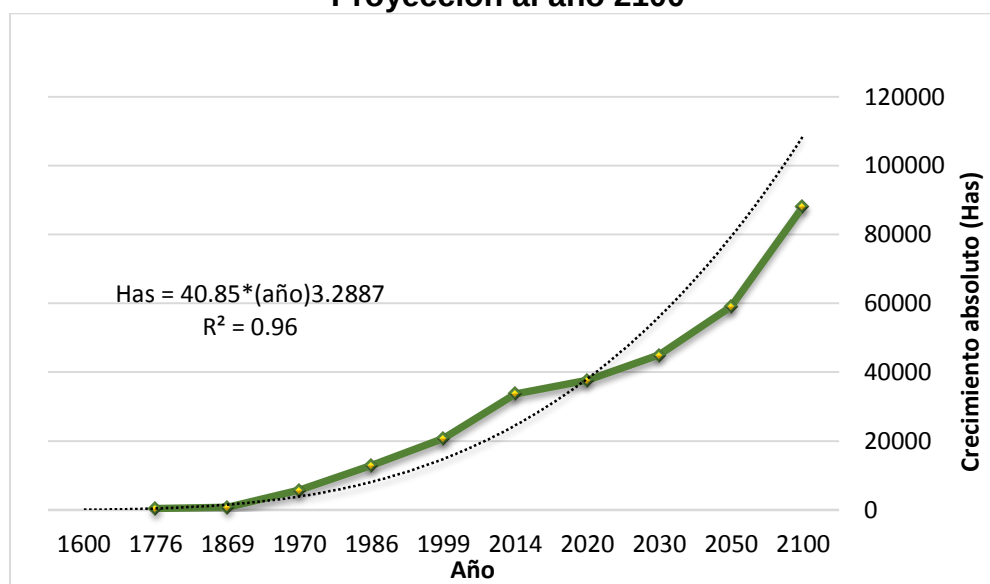
Como bien se observó el crecimiento urbano de Xalapa está asociado a diversos eventos sociales y naturales; los cuales, Ornelas-Romero (2009) describió como momentos identificables.

La siguiente permite observar el crecimiento urbano de Xalapa a lo largo del periodo analizado y así mismo inferir su asociación con algunos eventos importantes. Por ejemplo, de 1600 a 1869 el crecimiento fue muy estable, después de ese año hasta 1984 empieza a despuntar aunque se mantuvo constante; pero fue en 1986 cuando este crecimiento aumentó hasta más de 1,446%. Se infiere que tal crecimiento fue causado por la migración de familias completas a las provincias de México después del devastador sismo de 1985 (Martínez-Caballero y Montes de Oca-Vargas, 2012).

Así mismo, en los primeros años del reciente siglo XXI, ante la crisis del sector agropecuario, la población aumentó en más del 67% debido a la migración del campo a la ciudad, propiciando también la saturación de las calles y avenidas de Xalapa con vendedores ambulantes. No obstante del 2010 al 2015 se presentó un crecimiento urbano del 31%, esta vez asociado a la construcción de plazas comerciales, centros

de salud, instituciones educativas, entre otros; los cuales atienden a la demanda de la creciente y exigente población xalapeña, pero sin duda también ponen a la ciudad en un punto crítico, pues la población presentó una tasa de crecimiento medio anual de 7.5% por año durante este tiempo (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2014; H. Ayuntamiento de Xalapa, 2015).

Gráfica 25. Crecimiento de la Mancha Urbana de Xalapa, Veracruz y su Proyección al año 2100



Fuente. Elaboración a partir de datos de INEGI y cálculo de superficies en Arc Map 10.3

8.4.2 Relación entre el Crecimiento Urbano de Xalapa y el Índice de Zonas Verdes Útiles por Habitante

Como se vio anteriormente, el crecimiento de la mancha urbana de Xalapa ha ocasionado que tanto las áreas verdes y los ecosistemas característicos de la región hayan menguado considerablemente. Para determinar la superficie de áreas verdes actual dentro de la ciudad, en esta investigación se consideraron los polígonos del Corredor Biológico Multifuncional, también denominado Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región, que fue establecido por el Gobierno del Estado a través de su Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) en el 2015 (Figura 23). Como resultado se

identificó que la superficie de áreas verdes contenidas en la ciudad apenas representa el 4.75% de todo el territorio. No obstante, es posible que algunas áreas no se hayan considerado o que sus dimensiones hayan cambiado, por lo que se considera importante actualizar el inventario de áreas verdes, parques y jardines, para conocer cuál es la realidad de la ciudad y con ello, elaborar planes y programas que permitan el cuidado y preservación de estos espacios que funcionan como pulmones de las urbes. Para conocer la relación entre número de habitantes y áreas verdes en el municipio, se aplicó el modelo de las Zonas Verdes por habitante (ZVH)¹⁰ con los datos del Cuadro 1 y se obtuvo que en Xalapa se tienen: **12.16 m² de áreas verdes/habitante**.

Lo cual aun se puede traducir como nivel 'sustentable' de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), que recomienda entre 10 y 15 m² de áreas verdes por habitante. Aunque la ciudad ya se encuentra en el límite medio-inferior del rango establecido. Sin embargo, para las ciudades europeas y de norte América se sobrepasa el límite, puesto que ellas manejan un estándar de 10 m²/habitante; mientras que en comparación con Curitiba, Brasil se queda muy por debajo, ya que esta ciudad presenta un promedio de 50 m²/habitante (García *et al.*, 2008; Siemens, 2010; <http://www.concienciaeco.com>, 2012).

¹⁰ ZVH = Superficie de áreas verdes y de esparcimiento existentes en la ciudad (m²) / Número de habitantes con respecto al último censo de población

Tabla 8. Superficies de los polígonos del Corredor Biológico y número de habitantes de cada localidad urbana

Nombre de la ANP	Superficie (m²)	Localidad	Población total por localidad
Cerro de la Galaxia	363,368	Xalapa-Enríquez	453,428
Francisco Javier Clavijero	201,361	Colonia Santa Bárbara	11,154
Macuiltepetl	286,214	Lomas Verdes	7,044
Molino de San Roque	163,641	El Castillo	5,696
Predio Barragán	13,946.2	Fraccionamiento Las Fuentes	3,934
Tejar Garnica	1,168,230	Chiltoyac	2,641
Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital	3,717,590		483,897
TOTAL	5,914,350		

Elaboración con base en datos de SEDEMA, 2015 y CONAPO, 2014.

Dado que la relación de áreas verdes por habitante ya se encuentra cerca del límite, es importante concientizar a las autoridades y población en general para: **1) no donar áreas verdes** ni ceder esos espacios a aquellas personas que, de manera irregular invaden los terrenos libres; esto es, a los paracaidistas de organizaciones como Antorcha Campesina y los Fredepos, entre otros...; **2) evitar que Xalapa siga bajo esta tendencia de crecimiento impredecible, desordenado y carente de planeación estratégica** que afecta al paisaje natural y a su vez desencadena diversos problemas ambientales, económicos y sociales; y **3) proponer acciones públicas que coadyuven a salvaguardar los polígonos que integran el Corredor Biológico**, ya que dentro del territorio urbano, se encuentran aislados entre sí, lo cual propiciaría la invasión de la población para hacer de esos lugares como sus nuevas viviendas.

8.4.3 Análisis de las Series de Tiempo de Temperaturas de Xalapa

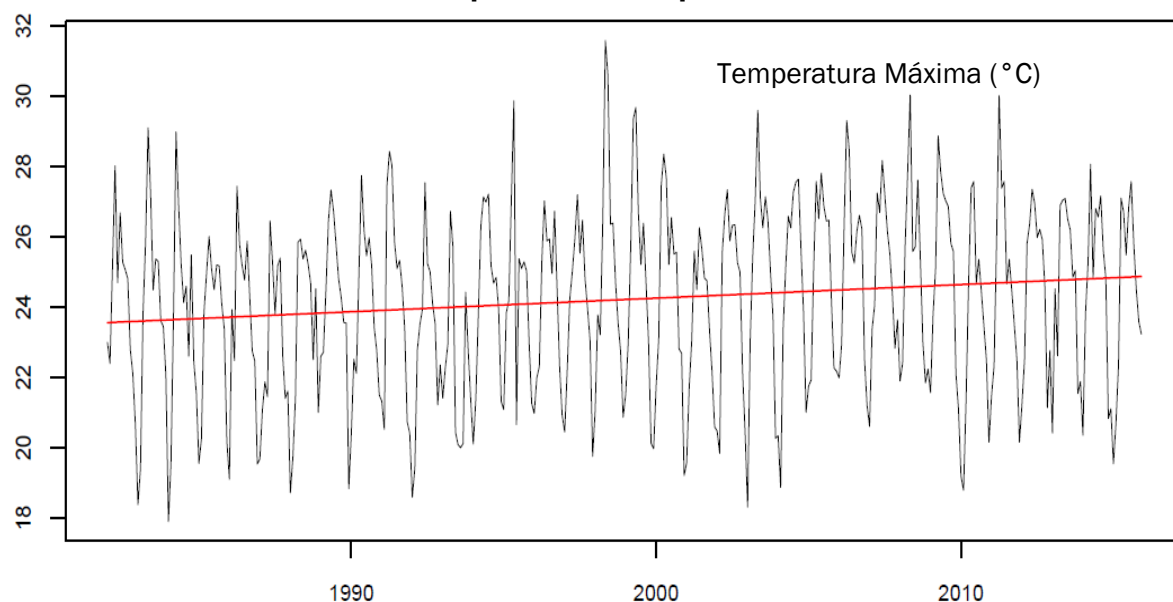
En México el Servicio Meteorológico Nacional es una dependencia a cargo de La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. Para el municipio de Xalapa, al igual que en diversos puntos de país, son los Observatorios Meteorológicos los responsables de otorgar la información concerniente a los datos históricos del clima.

Para esta investigación se solicitó todo el historial de los datos climáticos existentes en la base de datos del Observatorio. Sin embargo los registros sólo comprendieron los datos de temperaturas máxima, mínima y promedio diarios del periodo 1982 - 2015. Cabe citar que las bases de datos provenientes de los registros en los Observatorios registran más de 10 variables, sin embargo debido a la falta de continuidad de éstas durante largos periodos, solo se pudo concretar el análisis de las temperaturas.

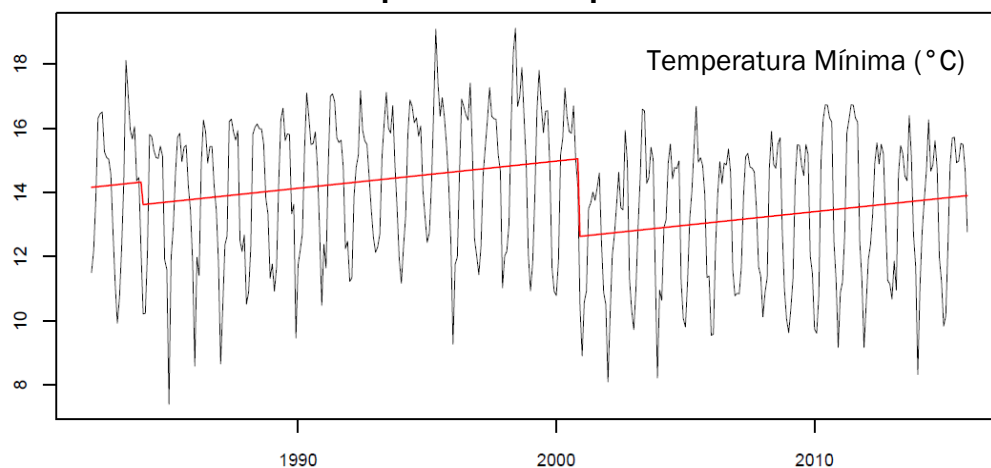
La base de datos fue depurada para eliminar valores incorrectos y posteriormente se procedió a realizar un análisis de correlación de estos valores contra el tiempo. Los resultados que se aprecian en la Figura siguiente reflejan oscilaciones constantes, producto de las variaciones periódicas estacionales; en el primer caso (temperatura máxima) se observa un comportamiento constante de tipo ascendente de aproximadamente 1°C a lo largo de los 32 años; sin embargo, en el segundo caso (temperatura mínima) se nota un cambio brusco en la tendencia de los datos en el año 2000; esta discontinuidad se debió al cambio de ubicación de la estación meteorológica en este año, lo que afectó la línea de tendencia y por consiguiente imposibilitó una estimación adecuada de los incrementos de temperatura que realmente podrían haber ocurrido. No obstante, si se consideran ambos periodos por separado (antes y después del cambio), se puede determinar que sí existió un incremento positivo de temperaturas máximas durante el periodo 1982-2000, con un valor estimado de 0.05°C por cada año. Este dato es importante analizarlo porque la estación se localizaba sobre una azotea, por lo que era muy susceptible al incremento de las altas temperaturas. Ahora bien, para el periodo 2000-2015 se registra un incremento de 0.006°C por año. Si se considera que actualmente la estación se localiza sobre una superficie con pasto, se hace más evidente el efecto atenuante de los incrementos de temperatura globales. Aunque es importante recalcar que se requiere un análisis más profundo acerca de las causas de las tendencias

encontradas, para determinar si existen factores globales o locales asociados a este fenómeno.

Gráfica 26. Temperaturas máximas registradas en la estación metereológica de la Ciudad de Xalapa durante el periodo 1982 al 2015



Gráfica 27. Temperaturas mínimas registradas en la estación metereológica de la Ciudad de Xalapa durante el periodo 1982 al 2015



8.4.4 Contraste Térmico entre Dos Puntos Espacialmente Diferentes Ubicados dentro de la Ciudad de Xalapa

Para poder apreciar el efecto de la urbanización sobre la temperatura del sitio se utilizaron sensores HOBO ProV2 de intemperie en dos sitios espacialmente diferentes: 1) La Rotonda, (a 1470 msnm) fue una zona caracterizada por su escasa vegetación, alta densidad edilicia (representada principalmente por casas-habitación, comercios, centros de abastos, farmacias y una clínica) y el constante tránsito de vehículos de todo tipo (Figura siguiente); y 2) el parque Natura (a 1300 msnm), reconocido como el área verde más grande de la ciudad.

Figura 22. Sitios contrastantes de Xalapa donde se midió la temperatura y humedad diariamente por un periodo de un año



El registro de temperatura y humedad relativa fue de forma simultánea, cada 30 minutos, durante las 24 horas e inició el 8 de abril de 2015 concluyendo el 30 de abril de 2016. Una vez concluido este periodo, se realizaron las correcciones por altitud, de acuerdo con Tejeda (2016), con apoyo de una tercera zona (Parque Macuiltépetl) y se procedió a comparar las diferencias estadísticamente.

Los resultados del contraste térmico entre el Natura y la Rotonda permitieron identificar que a lo largo de todo el año las diferencias térmicas derivadas de la urbanización oscilan entre los 7°C y los 0.9°C; lo cual da indicios que más que una

alteración térmica, en Xalapa se presenta un fenómeno de **Isla de Calor Superficial (ICs)**, definido como **la diferencia térmica oscilante entre 10 y 15°C en el día y entre 5 y 10°C por las noches** (Voogt, 2015). Lo anterior se debe a que una superficie urbanizada eleva su temperatura como resultado de la reducción de la cobertura vegetal (pues se reduce la capacidad de enfriamiento que brinda la vegetación a través de sombras, la intercepción de la radiación por el follaje, y empleo de energía en el proceso de evapotranspiración), la reflectividad (ya que usualmente se incorporan materiales más oscuros que las cubiertas naturales pre-existentes) y el contenido de humedad del suelo (debido a que las superficies urbanas son notablemente más impermeables que un suelo en estado natural, favoreciendo el escurrimiento superficial) (Peña y Romero, 2005). Esto comprueba la hipótesis de que el aumento de la temperatura en los espacios urbanos se ubica entre 2 y 4°C trayendo consecuencias negativas no sólo a la salud sino a la infraestructura de los mismos (Banco Mundial, 2013).

Un análisis más detallado por máximos, mínimos y promedios se muestra en la tabla siguiente. En él se aprecia que las diferencias térmicas por efecto de la urbanización son distintas si se analizan los datos por grupos separados. Es decir, en primer lugar se tiene que el gradiente térmico vertical no muestra un comportamiento normal: la temperatura no se está enfriando conforme asciende sobre el nivel del mar tal como debería de ser; por el contrario, se está presentando una inversión térmica. Es decir, un aumento de la temperatura conforme el aire asciende representando un peligro para la buena calidad del aire que respiran los habitantes de la ciudad. Esto debido a que la capa de aire caliente que cubre la región impide el desarrollo de corrientes de aire ascendentes que dispersen los contaminantes (García *et al.*, 2012). También se observó que el efecto de la urbanización en la temperatura oscila entre los 0.5 – 3.1°C (mínimo y máximo respectivamente), parámetros que vuelven a sugerir que en Xalapa está presentándose algunos indicios sobre el fenómeno de Isla de Calor.

Tabla 9. Diferencia térmica (°C) en la ciudad de Xalapa según la altitud (msnm), el gradiente térmico vertical (γ) y el efecto de la urbanización. Datos registrados en cada estación entre Abril 2015 – abril 2016

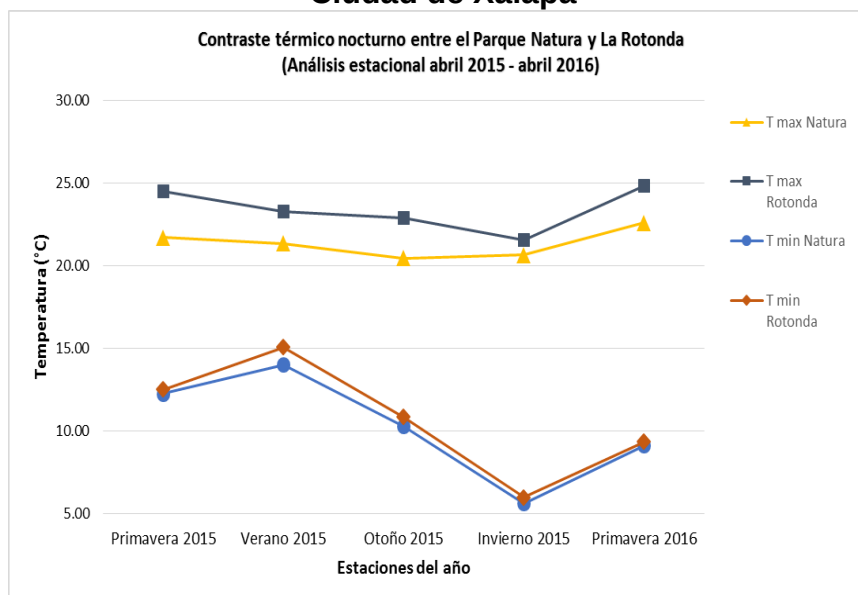
Estación	Altitud (msnm)	Tmáx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)
Natura	1300	31.6	6.6	18.4
Rotonda	1470	33.2	6.4	19.1
Macuiltépetl	1580	29.2	5.2	17.5
γ (°C/100m)		-0.086	-0.5	-0.32
Temperatura estimada de la rotonda		30.1	5.8	17.9
ΔT por efecto de la urbanización*		3.1	0.7	0.5

* ΔT es la diferencia térmica

Fuente: Elaboración con base en los registros diarios de temperatura (°C) de las estaciones termohigrométricas ubicadas en el Parque Natura, La Rotonda y el cerro Macuiltépetl en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

La Figura siguiente permite visualizar de forma clara el contraste térmico entre una zona densamente urbanizada y un área verde conforme cada estación del año. Las mayores diferencias en los promedios (3.5°C) se observan en primavera, durante la época de secas de la región y cuando se registran las temperaturas más altas del año. No obstante es entre otoño e invierno donde estas diferencias son menores (0.5°C) entre cada área, lo cual refleja que la localización geográfica de Xalapa es un factor importante que permite atenuar los incrementos de calor y niveles de sequedad.

Gráfica 28. Temperaturas Registradas durante 2015-2016 en dos Áreas de la Ciudad de Xalapa



8.4.5 Conclusiones de este Estudio

La mancha urbana de la ciudad de Xalapa ha crecido más de 33,000% desde que se erigió como asentamiento urbano.

Actualmente sólo el 4% de la superficie total municipal es ocupada por algún tipo de vegetación propiamente reglamentaria, el 96% restante está ocupada por vialidades y asentamientos humanos que a diario crecen bajo una característica carencia de planeación.

La importancia de las áreas verdes como reguladores de temperatura y agentes para prevenir contaminación del aire ha quedado demostrada en la ciudad, por lo que es importante gestionar políticas públicas y líneas de acción gobierno-sociedad que permitan preservar y conservar las áreas verdes aún existentes en Xalapa, puesto que la presencia de vegetación ayudará a amortiguar y contrarrestar el incremento de la temperatura en los puntos más urbanizados; de lo contrario la temperatura de Xalapa se incrementará continuamente, intensificándose durante las épocas de secas.

Referencias de este Estudio

Banco Mundial. 2013. *Bajemos la Temperatura*. Fenómenos Climáticos Extremos, Impactos Regionales y Posibilidades de Adaptación. 4º Informe Ejecutivo. Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo. Washington D. C., E.U. 38 p.

Barcelata, H. 2011. *Xalapa, Economía local y Problemática Social*. Universidad de Málaga. 122 p.

Benitez, G. 2011. *Crecimiento de la Población y Expansión Urbana de la Ciudad de Xalapa, Veracruz y sus efectos sobre la Vegetación y Agrosistemas*. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. 129 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2014. Proyecciones de la población 2010 – 2050. (Consultada 4 de enero 2016). <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>

concienciaeco.com. 2012. *¿Están las ciudades Europeas Preparadas para el Cambio Climático?* (Consultada 13 de noviembre 2015). <http://www.concienciaeco.com/2015/06/11/estan-las-ciudades-europeas-preparadas-cambio-climatico/>

“Decreto por el que se declara área natural protegida en la categoría decorredor biológico multifuncional y se denomina archipiélago de bosques y selvas de la región capital del estado de Veracruz, un total de 7 polígonos ubicados en la zona establecida como reserva ecológica restrictiva en la actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata Tlalnelhuayocan”. Número 006. Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. 2015. (Enero 05, 2015).

Galindo, L., R. Heres y L. Sánchez. 2005. Tráfico Inducido en México: Contribuciones al Debate e Implicaciones de la Política Pública. *Estudios Demográficos y Urbanos*. 21 (61):123-157.

García, M., M. Martínez, Báez, R., María, F. y Nérida, S. 2008. Sistema de Indicadores Urbanos Agenda 21. Málaga. 68 p.

García, M., H. Ramírez, H. Ulloa, S., Arias y A. Pérez. 2012. Las Inversiones Térmicas y la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (México). *Investigaciones Geográficas*. 58: 9-29 pp.

H. Ayuntamiento de Xalapa. 2014. *3er Informe de Gobierno*. Elizabeth Morales García. *Presidente Municipal*. Xalapa, Ver. 107 p.

H. Ayuntamiento de Xalapa. 2014. *Plan Municipal de Desarrollo 2014-2017*. Xalapa, Ver. 186 p.

H. Ayuntamiento de Xalapa. 2015. *Plan de Acción Xalapa Sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, BANOBRAS, H. Ayuntamiento de Xalapa. Xalapa, Ver. 171 p.

Martínez-Caballero, G. y H. Montes de Oca-Vargas. 2012. Envejecimiento y Migración en los Municipio del Estado de México. *Papeles de Población*. 18 (73):205-240.

Palma, R. 2012. *Xalapa entre los siglos XVIII y XX: Expansión de la Ciudad y Lógicas de un Linramiento Vial Urbano*. (Consultado el 01 enero 2016). <http://www.lavida.org.mx/sites/g/files/g369226/f/201309/15.03%20XALAPA%20ENTRE%20LOS%20SIGLOS%20XVIII%20Y%20XX%2C%20EXPANSIO%CC%81N%20Y%20LO%CC%81GICAS%20DE%20LIBRAMIENTO%20VIAL.pdf>

Peña A., M. y H. Romero. 2005. Relación espacial y estadística entre las islas de calor de superficie, coberturas vegetales, reflectividad y contenido de humedad del suelo, en la ciudad de Santiago y su entorno rural. In: *Memoria del XXVI CONGRESO NACIONAL Y XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOGRAFÍA, SOCIEDAD CHILENA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS*. Santiago de Chile, Chile.11 p.

SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz). 2015. *Corredor Biológico Multifuncional denominado Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz*. Archivo vectorial (.shp). Xalapa, Veracruz.

Siemens A. G. 2010. *Índice de Ciudades Verdes en América Latina. Una Evaluación Comparativa del Impacto Ecológico de las Principales Ciudades de América Latina*. Londres. 51 p.

Voogt, J. A. y Oke, T. R. 2003. Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment*. (86): 370-384

9. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA

Ante la necesidad y la conveniencia de actuar para hacer frente al cambio climático, México ha elaborado una serie instrumentos para conducir su política, uno de ellos: el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018), en el cual se enmarcan las líneas de acción tanto de mitigación de gases de efecto invernadero, como de adaptación al cambio climático. Y a partir del cual, los gobiernos estatales y municipales tendrán que construir sus programas para enfrentar el cambio climático.

Tomando en cuenta lo expresado anteriormente y de acuerdo con el inventario de GEI, de **la región comprendida por Xalapa, Banderilla, Tlalnehuayocan, Coatepec y Emiliano Zapata**, con base en el año 2011, se emitieron **1, 511,663 toneladas de bióxido de carbono equivalente por año (tCO₂e/año)**. La mayor contribución proviene de la categoría de transporte aportando en promedio 49% de las emisiones totales; y otra categoría importante es la de residuos, contribuyendo en un 16% del total de las emisiones.

se lograron identificar **6 medidas (18 acciones) de mitigación de gases de efecto invernadero**, que de llevarse a cabo podrían llegar a reducir **5,142 toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e/año) para el periodo 2014-2017** y que representan el **0.35%** de las emisiones totales del municipio. También se identificaron **7 medidas (11 acciones) de adaptación al cambio climático**.

Entre las medidas de mitigación de GEI se encuentran: (1) realización de acciones de utilización de energías renovables en el municipio, (2) acciones de uso eficiente de la energía y eficiencia energética, (3) realización de acciones para el manejo adecuado y eficiente de residuos y la reducción desde la generación, (4) impulso de acciones para promover la movilidad no motorizada, (5) acciones de reforestación con la

participación de todos los sectores de la sociedad y (6) licencia de funcionamiento ambiental.

A continuación se presenta una Tabla con las medidas de mitigación de GEI identificadas para el municipio de Xalapa, Ver., en los diferentes sectores.

Y en el **Anexo V**, se presenta mayor detalle de dichas medidas.

Tabla 10. Propuestas de Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Municipio de Xalapa

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Energía	Realización de acciones de utilización de energías renovables en el municipio	Promover la producción de biocombustibles a partir de los residuos de aceite comestible usado	150840	Litros de aceite usado recolectado	333.36	Subdirección de Medio Ambiente	\$20,000	Municipal
			120672	Litros de biodisel producidos				
		Instalación de Celdas Fotovoltaicas en edificios públicos del Ayuntamiento	11	Edificios	58.33	CMAS	\$938,429	Federal, Estatal y Municipal.
			100,100	kWh/año				
		Instalación de calentador solar en viviendas a partir 2016 para dar cumplimiento al Reglamento de desarrollo urbano, capítulo de sustentabilidad	200	Sistemas de calentamiento solar instalado	76.00	Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente	\$3,000,000	Privado y Municipal
			200	Cantidad de viviendas con calentador solar				
	Acciones de uso eficiente de la energía y eficiencia energética	Programa de estufas ahorradoras de leña en la zona rural	90	Estufas ahorradoras instaladas	0.14	Subdirección de Medio Ambiente	\$540,000	Municipal
		Participación del ayuntamiento en la iniciativa "La hora del planeta" WWF	1226	Lámparas apagadas	1.14	Todas las áreas del Ayuntamiento	\$0	Municipal. Internacional (WWF)
		Eficiencia energética en alumbrado público	4187	Luminarias con sistema LED instaladas	374.02	Alumbrado público	\$1,500,000	Municipal
		Eficiencia energética en las oficinas administrativas del Ayuntamiento de	14,353	Luminarias ahorradoras de energía	146.53	Alumbrado público	\$38,844,683	Municipal

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
		Xalapa (Meta al 2030)						
Residuos	Realización de acciones para el manejo adecuado y eficiente de residuos y la reducción de residuos desde la generación	Realización de composta	1	Toneladas	1.00	Subdirección de Medio Ambiente	\$72,000	Municipal
		Campaña de acopio de residuos electrónicos	4.99	Toneladas	49.90	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT.	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Compra de vehículos recolectores de basura	5	Vehículos	N/A	Limpia pública	\$7,500,000	Municipal
		Campaña de acopio de recolección de vidrio	33	Toneladas	99.00	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Campaña de acopio de recolección de árboles de navidad	61885	Árboles acopiados	2122.66	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS	\$100,000	Municipal / Estatal
		Campaña de acopio de recolección de Tetrapack	6.55	Toneladas	1.31	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Campaña de acopio de medicamentos caducos	3.04	Toneladas	N/E	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS	\$24,000	Municipal / Federal / Privado
		Instalar Contenedores (Orgánico e Inorgánico)	250	Número de contenedores instalados	N/A	Subdirección de Medio Ambiente	\$1,250,000	Federal

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Transporte	Impulso a acciones para promover la movilidad no motorizada	Movilidad no Motorizada (Bicis y caminar)	400	Usuarios que utilizan bicicleta como medio de transporte	1400.00	Movilidad	\$1,420,000	Municipal
Recursos Naturales	Acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad	Reforestación de Áreas Verdes Urbanas y Rurales	39876	Árboles plantados y donados	478.51	Subdirección de Medio ambiente	\$800,000	Municipal y Federal (CONAFOR)
Comercial	Licencia de funcionamiento ambiental	Regularización de establecimientos comerciales	500	Licencias de funcionamiento ambiental (Cantidad de comercios con manejo adecuado de residuos / con acciones de emisiones a la atmosfera)	N/E	Subdirección de Medio Ambiente	\$40,000	Municipal
TOTAL					5142		\$56,121.112	

10. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA

El cambio climático se considera como uno de los factores determinantes en el desarrollo humano en el siglo XXI. Definir la mejor forma de adaptarse a las condiciones cambiantes del clima requerirá continuos ajustes en el comportamiento de la sociedad y su relación con el medio ambiente, y de las actividades económicas. Así, la adaptación se define como aquellos ajustes y medidas en los sistemas humanos y naturales, que son necesarios para reducir los impactos negativos del cambio climático y aprovechar sus aspectos positivos.

México es particularmente vulnerable a eventos climáticos extremos, como huracanes, inundaciones, sequías y ondas de calor y de frío. De 1999 a 2011, las pérdidas humanas y los daños económicos derivados de fenómenos hidrometeorológicos se calculan en un promedio anual de 154 muertes y 21,368 millones de pesos. Asimismo, se estima que el costo acumulado del cambio climático para este siglo puede alcanzar entre 3.2 % y 6 % del Producto Interno Bruto. La información sobre el cambio climático, los impactos climáticos históricos y las tendencias socio-ecológicas y socio-económicas ligadas a la urbanización y al uso de recursos en el país generan una problemática ambiental, social y económica, que será exacerbada por el cambio climático si no se planea adecuadamente la adaptación. (SEMARNAT 2012. Adaptación al Cambio Climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones)

En particular para el Municipio de Xalapa, a partir del análisis de vulnerabilidad se identificó que de acuerdo con los registros históricos, el problema presentado habitualmente son las inundaciones leves o moderadas en el área metropolitana de Xalapa; sin embargo, la frecuencia de inundaciones urbanas ha aumentado a través

del tiempo, sin que tal aumento esté motivado en un incremento de las precipitaciones, lo que hace suponer que son los procesos de urbanización y la acción humana la que ha incrementado este problema

A partir de dicho análisis, se identificaron 7 medidas (11 acciones) de adaptación al cambio climático o para incrementar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas ante el cambio climático que son: (1) acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad, (2) impulso de acciones para la conservación de áreas naturales, (3) realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas, (4) realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en comunidades, (5) implementación de acciones de educación ambiental, (6) fomentar acciones para apoyar a la población en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos y (7) promoción de acciones para reducir el consumo de agua.

En la tabla que se presenta a continuación, se indican las medidas de adaptación identificadas, con sus metas y sus presupuestos.

Y en el **Anexo VI** se muestra mayor información de las mismas.

Tabla 11. Medidas de Adaptación al Cambio Climático propuestas para el Municipio de Xalapa

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (Pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Biodiversidad y Recursos Naturales	Acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad	Reforestación de Áreas Verdes Urbanas y Rurales	39876	Árboles plantados y donados	Subdirección de Medio Ambiente	\$800,000	Municipal y Federal (CONAFOR)
	Impulso de acciones para la conservación de áreas naturales	Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el área de Quetzalapan-Sedeño	2.5	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	\$10,000	Municipal
		Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el Parque Urbano La Estación	5.67	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	\$10,000	Municipal
		Realizar acciones en el marco de lo establecido en el Decreto del Área Natural Protegida en la Categoría de Corredor Ecológico Multifuncional: Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz	100	Hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano	\$200,000	Municipal
	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas	Proyecto de Adaptación basado en Ecosistemas en el marco del Colector Pluvial "Fernando Gutiérrez Barrios"	8	acciones	Subdirección de Medio Ambiente	\$19,000,000	Internacional
Ordenamiento Urbano y Ecológico	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en comunidades	Inclusión y publicación de un capítulo de sustentabilidad en el reglamento de desarrollo urbano de Xalapa	1	Cantidad de modificaciones al Reglamento	Subdirección de Medio Ambiente	\$200,000	Municipal / Estatal / Internacional
		Participación en el Programa de Ordenamiento Ecológico para la Región Capital de Xalapa	1	Programa	Subdirección de Medio Ambiente. Subdirección de Desarrollo Urbano	\$5,000,000	Estatal / Municipal / Privado

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (Pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Social	Implementación de acciones de Educación Ambiental	Llevar a cabo talleres en escuelas, en temas ambientales y para hacer frente al cambio climático	296,000	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente.	\$500,000	Municipal
		Impartir talleres de huertos urbanos	10,500	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente	\$40,000	Municipal
	Fomento acciones para apoyar a la poblaciones en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos	Establecer un seguro para viviendas afectadas por algún fenómeno hidrometeorológico	88,559	Hogares asegurados	Tesorería	7,000,000	Municipal
Agua	Promoción de acciones para reducir el consumo de agua	Promover la instalación de colectores de agua pluvial	31	Colectores de agua pluvial instalados	CMAS	\$240,201,526	Federal (60%) Municipal (40%)
						\$272,961,526	

11. CONCLUSIONES

El cambio climático es uno de problemas más graves que enfrenta la humanidad, por lo que cobra relevancia llevar a cabo acciones para la adaptación a este fenómeno, pero también para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que son precursoras del calentamiento global que provoca las variaciones climáticas.

A nivel mundial y a través de los diferentes acuerdos derivados de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, los países se han fijado metas de reducción de emisiones a través de los documentos “Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés)” (2015), metas en las que tendrán de contribuir los programas a nivel nacional, pero también aquellas acciones que se realizan por los gobiernos subnacionales (entidades federativas y municipios); es por esta razón que cobran una gran importancia los Programas de Acción Climática Municipal.

Como se ha mencionado en diferentes apartados del documento, el fortalecimiento de capacidades para la realización de estos Programas de Acción Climática Municipal (PACMUN), es una iniciativa de ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, con la asistencia técnica del Instituto Nacional de Ecología (INE) y es financiado por la Embajada del Reino Unido en México y apoyado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA) esta última se encarga de impartir y dar seguimiento a los PACMUN’S en nuestro estado, como es el caso de Xalapa.

La importancia de la elaboración de los PACMUN es fortalecer las capacidades institucionales en los municipios, el establecimiento de relaciones estratégicas o alianzas entre los municipios participantes; así mismo se encuentra impulsando la creación de políticas públicas que permitan el desarrollo de acciones estratégicas y fuentes de financiamiento para lograr la implementación de medidas de mitigación y adaptación sustentable.

El haber realizado o participado en un programa como lo fue el PACMUN, fue una experiencia en lo personal muy importante, ya que nos va a servir como funcionarios municipales y como ciudadanos, el de estar más pendientes por lo que pasa en nuestro medio ambiente, así como sus alteraciones que sufre a consecuencia del cambio climático, contaremos con el inventario de los sectores que emiten cantidades importantes de gases de efecto invernadero (GEI), podremos saber acerca de los fenómenos climatológicos que es vulnerable nuestro municipio y su correcta prevención, de igual manera identificamos las líneas de acción de mitigación y adaptación que se deben seguir para que nos den como resultado, un municipio con ciudadanos convencidos y con una cultura del cuidado y protección del medio ambiente.

12. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Adaptación, 2015. Consultado en: <http://www.adaptacion.inecc.gob.mx/politicas-de-adaptacion/politica-subnacional/pacmun>. Abril 2015.

Ávalos, G.M. 2004. Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático PICC. 125-141p. En: Cambio climático una visión desde México. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 425pp

Breceda Lapeyre, Miguel, Odón de Buen Rodríguez *et al.* 2008. Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. Consultado el 10 de febrero de 2012 en http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_documento.pdf

Chapela, G. 2004. Lucha contra la desertificación y lucha contra el calentamiento global. 188-200p. En: Cambio climático una visión desde México. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 425pp

Ciesla, W, M. 1996. Cambio Climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto, FAO, Roma.

Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, (CICC). 2009 (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. México D.F. 118 págs.

Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa. 2011. “Estudios de disponibilidad y calidad del agua en Xalapa-Enríquez”.

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). 2009. Decisión 1/CP.16. Acuerdos de Cancún: resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención.

Comisión Nacional de Vivienda, (CONAVI). 2008 (Comisión Nacional de Vivienda). Programa Nacional de Vivienda “Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable” 2007-2012. México D.F. Versión Ejecutiva 80 págs.

Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. (CCMSS). 2006. Red de Monitoreo de Políticas Públicas. Nota informativa número 5. Inventarios Nacionales Forestales. México, mayo de 2006.
http://www.ccmss.org.mx/modulos/casillero_informacion.php

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. 1992. Consultado en febrero del 2001 en:
[\[http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf\]](http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf)

De alba, E. 2004. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático. 142-153p. En: Cambio climático una visión desde México. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 425pp

DOF. 2012. Ley General de Cambio Climático. 6 de junio de 2012.

Estrada, H. I. 2007. Carbono en biomasa aérea en suelo y su relación con la fracción fina de este reservorio. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 24pp.

Figueres, C. y M. Gowan. 2002. The operation of the CDM. Pp. 1-11- En; C. Figueres (ed). Establishing National Authorities for the CDM. A guide for developing countries. International Institute for Sustainable Development and the Center for Sustainable Development in the Americas, Canada. Disponible en: http://www.cckn.net/pdf/cdm_national:authorities.pdf.

Franco, J., Franco, N., Franco, G., Ramos, S., Díaz, E., y J. Pascacio. 2013. Programas municipales de cambio climático, desafíos, retos y oportunidades. 507-510p. En: Serie Síntesis Nacionales. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México. Paz, F., Wong, J., Bazan, M., y V. Saynes (eds). Programa Mexicano del Carbono. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Garduño, R. 2004. ¿Qué es el efecto invernadero? 29-39p. En: Cambio climático una visión desde México. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 525pp

ICLEI-Canadá. 2009. Changing Climate, Changing Communities: Guide and Workbook for Municipal Climate Adaptation. Consultado el 20 de enero de 2012 en <http://www.iclei.org/index.php?id=11710>.

Instituto Mexicano para la Competitividad A. C. (IMCO). 2013.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2006. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002, México. http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/inegei_res_ejecutivo.pdf

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2009: Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, México D.F., 274 págs.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2012 (Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción Climática [Sheinbaum Claudia y colaboradores] México D. F; 200 págs.

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo (INAFED). 2010. Secretaría de Gobernación. SEGOB.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1995. Climate Change 1995. The supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate Change. Synthesis Report. Suiza. 104pp

Manzano-Camarillo, M., Carbajal-Morón N., y V. Torres-Rangel. 2013. Retos y oportunidades para la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero sector agricultura, forestal y usos del suelo- AFOLU. 574-580p En: Serie Síntesis Nacionales. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México. Paz, F., Wong, J., Bazan, M., y V. Saynes (eds). Programa Mexicano del Carbono. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Martínez, J., y A. Fernández. 2004. Cambio climático: una visión desde México. INE/SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología/Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales). 525 p.

Masera, R.O., De Jong, B., y Ricalde, I. 2000. Consolidación de la Oficina Mexicana para la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Sector Forestal. Instituto

de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 197pp

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2000: Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Watson, R.T. y colaboradores (directores de la publicación)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 377 págs.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2003: Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types [Penman, J. y colaboradores (directores de la publicación)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japón, 32 págs.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2003. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Consultado en febrero del 2011 en: [<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpoglulucf/gpoglulucf.html>]

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. 5 Volúmenes. Consultado en febrero del 2011 en: [<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>]

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2007 Climate Change. Synthesis Report. Suiza. 104 pp. Consultado en febrero del 2011 en [http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html]

Plan de Acción Climática Municipal Xalapa de Enríquez, Veracruz. (PACMUN). 2014. 106pp

Plan de Acción Climática Municipal Xalapa de Enríquez, Veracruz. (PACMUN). 2015.

Consultado en: <http://pacmun.org.mx/>. Fecha de consulta: 28 de Abril 2015

Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2014-2017. Xalapa H. Ayuntamiento. 186pp.

Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. (PECC 2014-2018). Gobierno de la República. 92pp

Ruiz-Montiel, C., Vázquez-Torres, V., Martínez-Hernández, M.J., Murrieta-Pérez, L., y Perea-Hernández, M.S. 2014. Árboles y arbustos registrados en el Parque Ecológico “Molino de San Roque”, Municipio de Xalapa, Veracruz. *Madera y Bosques* 20 (2): 143-152.

Ruiz, S. L., y X. Cruz. 2004. Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México. 109-121p. En: *Cambio climático una visión desde México*. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 525pp

Secretaría de Energía (SENER), 2012. *Prospectiva de Energías Renovables 2011 – 2025*. Secretaría de Energía, México. D.F. 157 págs.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología. 2006. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002*. 258 pp. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5107404&fecha=28/08/2009.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT-INE). 2009. Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC. México. <http://cc2010.mx/assets/001/5140.pdf>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Visión de México sobre REDD+. Hacia una estrategia Nacional.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT-INE). 2010. Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional. 110 ppm

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (SEMARNAT-INECC). 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. Grupo Communicare, S. C.

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales. 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40. Primera edición. SEMARNAT, México. 64pp.

Tudela, F. 2004. México y la participación de países en desarrollo en el régimen climático. 154-175p. En: Cambio climático una visión desde México. Martínez, J., y A. Fernández (eds). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 425pp

Vance E. 2012. México passes climate-change law. Consultado en <http://www.nature.com/news/mexico-passesclimate-change-law-1.10496>.

WWF. 2012. Mexico passes ambitious climate change law. Consultado en: WWF Global http://wwf.panda.org/wwf_news/?204332. Fecha de consulta: Abril 2015.

H. Ayuntamiento de Xalapa. BID. Banobras. 2015. Plan de Acción Xalapa Sostenible. La Visión para un Futuro con Servicios Eficientes, un Territorio Resiliente y Cuentas Transparentes. pp. 171.

13. GLOSARIO

A

Actividad: Práctica o conjunto de prácticas que tiene lugar en una zona determinada durante un período dado y que genera emisiones GEI contables para el inventario.

Adaptación: Ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta al actual o esperado cambio climático o sus efectos, el cual reduce el daño o aprovecha las oportunidades de beneficios.

Aguas residuales industriales: Son aguas que son contaminadas por efecto de su uso en procesos industriales, o de generación de energía.

Aguas residuales municipales: Aguas que son contaminadas por efecto de su uso en asentamientos humanos, centros de población o, de manera general, en domicilios, comercios y servicios urbanos.

Almacenes de carbono: Véase Reservorios

Amenaza: Probabilidad de que ocurra un evento en espacio y tiempo determinados con suficiente intensidad para producir daños.

Antropogénico(a): Generado por las actividades del ser humano.

Aprovechamiento forestal: Es la parte comercial de la tala destinada a la elaboración ó al consumo directo.

Arrecife de coral: Estructura de caliza de apariencia rocosa formada por corales a lo largo de las costas oceánicas (arrecifes litorales), o sobre bancos o plataformas sumergidos a escasa profundidad (barreras coralinas, atolones), y especialmente profusa en los océanos tropicales y subtropicales.

B

Biocombustible: Combustible producido a partir de materia orgánica o de aceites combustibles de origen vegetal. Son biocombustibles el alcohol, la lejía negra derivada del proceso de fabricación de papel, la madera, o el aceite de soja.

Biodiversidad: Toda la diversidad de organismos y de ecosistemas existentes en diferentes escalas espaciales (desde el tamaño de un gen hasta la escala de un bioma).

Biogás: Mezcla de gases cuyos componentes principales son el metano y el bióxido de carbono, producido de la putrefacción de la materia orgánica en ausencia del aire por acción de microorganismos.

Bioma: Uno de los principales elementos regionales de la biosfera, claramente diferenciado, generalmente constituido por varios ecosistemas (por ejemplo: bosques, ríos, estanques, o pantanos de una misma región con condiciones climáticas similares). Los biomas están caracterizados por determinadas comunidades vegetales y animales típicas.

Biomasa: El término biomasa en su sentido más amplio incluye toda la materia viva existente en un instante de tiempo en la Tierra. La biomasa energética también se define como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa tiene en común, con el resto, el hecho de provenir en última instancia de la fotosíntesis vegetal.

Bosques: Se definió bosque a la comunidad dominada por árboles o plantas leñosas con un tronco bien definido, con alturas mínimas de 2-4 m, con una superficie mínima de 1ha y con una cobertura arbórea del 30% (Ver cuadro 1 dentro del reporte). Geográficamente se diferenciaron en bosques tropicales y bosques templados.

Buenas Prácticas: Las buenas prácticas constituyen un conjunto de procedimientos destinados a garantizar la exactitud de los inventarios de gases de efecto invernadero en el sentido de que no presenten sistemáticamente una estimación por encima o por debajo de los valores verdaderos, en la medida en la que pueda juzgarse y en que las incertidumbres se reduzcan lo máximo posible. Las buenas prácticas comprenden la elección de métodos de estimación apropiados a las circunstancias nacionales, la garantía y el control de calidad en el ámbito nacional, la cuantificación de las incertidumbres y el archivo y la comunicación de datos para fomentar la transparencia. Las Guías de las Buenas Prácticas publicadas por el IPCC se encuentran en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html]

C

Cambio climático: De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, se define como “el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”

Cambio de uso de suelo: A los cambios que sufre la superficie terrestre, debido principalmente a la apertura de nuevas tierras agrícolas, desmontes, asentamientos humanos e industriales. Es decir a las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal (SEMARNAT 2005).

Capacidad de adaptación: La habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

Captura y almacenamiento de (dióxido de) carbono (CAC, CAD): Proceso consistente en la separación de dióxido de carbono de fuentes industriales y del sector de la energía, su transporte hasta un lugar de almacenamiento y su aislamiento respecto de la atmósfera durante largos períodos.

Cobertura vegetal: Este término se aplica en un todo o en parte a algunos de los atributos del terreno y que en cierta forma ocupan una porción de su superficie, por estar localizados sobre éste. La cobertura como elemento del paisaje puede derivarse de ambientes naturales, como producto de la evolución ecológica (bosques, selvas, matorrales, etc.) o a partir de ambientes que han sido producidos y mantenidos por el hombre, como pueden ser los cultivos, las ciudades, las presas, etc.

Coherencia: Significa que el inventario debe ser internamente coherente en todos sus elementos con los inventarios de otros años. Un inventario es coherente si se utilizan las mismas metodologías para el año de base y para todos los años subsiguientes y si se utilizan conjuntos de datos coherentes para estimar las emisiones o absorciones de fuentes o sumideros. Se puede considerar coherente un inventario que utiliza diferentes metodologías para distintos años si se realizó la estimación de forma transparente, tomando en cuenta las pautas del Volumen 1 sobre buenas prácticas en cuestión de coherencia de la serie temporal.

Combustibles de origen fósil: Combustibles básicamente de carbono procedentes de depósitos de hidrocarburos de origen fósil, como el carbón, la turba, el petróleo o el gas natural.

Comparabilidad: Significa que las estimaciones de las emisiones y absorciones declaradas por los países en los inventarios deben ser comparables entre los distintos países. A tal fin, los países deben utilizar las metodologías y los formatos acordados para estimar y comunicar los inventarios.

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés): Fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y rubricada ese mismo año en la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, por más de 150 países más la Comunidad Europea. Su objetivo último es “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”. México es signatario de esta convención

Consumo de agua: Cantidad de agua extraída que se pierde irremediabilmente durante su utilización (por efecto de la evaporación y de la producción de bienes). El consumo de agua es igual a la detracción de agua menos el flujo de renuevo.

CO₂ equivalente: Concentración de bióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiactivo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

Cuenca: Superficie de drenaje de un arroyo, río o lago.

D

Deforestación: Conversión de una extensión boscosa en no boscosa. Con respecto al término bosque y otros términos similares, como forestación, reforestación o deforestación, véase el Informe del IPCC sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Depósitos de carbono: Véase Reservorios

Dióxido de carbono (CO₂): Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa,

o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropógeno que más afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es también el gas de referencia para la medición de otros gases de efecto invernadero y, por consiguiente su Potencial de calentamiento mundial es igual a 1.

Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios GEI: Orientación que ayuda a los países a compilar inventarios nacionales completos de los GEI [<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>]

E

Eficiencia energética: Cociente entre la energía útil producida por un sistema, proceso de conversión o actividad y su insumo de energía.

Emisiones: Liberación de GEI y/o de sus precursores en la atmósfera, en una zona y por un periodo determinados, originados por actividades humanas en el sector energético, industrial, agropecuario, forestal, por cambios en el uso del suelo y de desechos.

Energía Solar: Es una de las energías renovables por excelencia y se basa en el aprovechamiento de la radiación solar que llega a la superficie terrestre y que posteriormente es transformada en electricidad o calor.

Energías renovables: Son fuentes naturales como el sol, el agua, el viento y los residuos orgánicos, aunque es sin duda el sol el motor generador de todos los ciclos que dan origen a las demás fuentes.

Escenario Climático: Una posible y normalmente simplificada representación del clima a futuro, basado en un consistente conjunto de relaciones climáticas, que fueron construidas para uso exclusivo de investigar las consecuencias potenciales del

cambio climático Antropogénico, casi siempre para la creación de modelos de impacto.

Exactitud: Medida relativa de la exactitud de una estimación de emisión o absorción. Las estimaciones deben ser exactas en el sentido de que no sean sistemáticamente estimaciones que queden por encima o por debajo de las verdaderas emisiones o absorciones, por lo que pueda juzgarse, y de que las incertidumbres se hayan reducido lo máximo posible. Deben utilizarse metodologías adecuadas que cumplan las directrices sobre buenas prácticas, con el fin de favorecer la exactitud de los inventarios.

Exhaustividad: Significa que un inventario cubre todas las fuentes y los sumideros incluidos en las Directrices del IPCC para toda la cobertura geográfica, además de otras categorías existentes de fuente / sumidero pertinentes, específicas para cada país (y, por lo tanto, pueden no figurar en las Directrices del IPCC).

F

Forestación: Plantación de nuevos bosques en tierras que históricamente no han contenido bosque (durante un mínimo de 50 años). Para un análisis del término bosque y de los conceptos conexos de forestación, reforestación y deforestación.

Fuentes: Todo sector, proceso o actividad que libere un GEI, un aerosol o un precursor de GEI.

Fuente: Suele designar todo proceso, actividad o mecanismo que libera un gas de efecto invernadero o aerosol, o un precursor de un gas de efecto invernadero o aerosol, a la atmósfera. Puede designar también, por ejemplo, una fuente de energía.

Fuente de Emisión: Proceso o mecanismo que libera algún gas de efecto invernadero.

G

Gas de efecto invernadero (GEI): Se refiere a cualquier constituyente gaseoso de la atmósfera que tiene la capacidad de absorber y re-emitir radiación infrarroja. Esos gases pueden clasificarse en aquellos generados de manera natural o aquellos emitidos como resultado de las actividades socio-económicas del hombre.

Gigagramos (Gg): Unidad de medida de masa equivalente a 10^9 gramos, empleada para las emisiones de GEI. Un gigagramo equivale a 1,000 toneladas.

H

Hidrofluorocarbonos (HFCs): Uno de los seis gases o grupos de gases de efecto invernadero cuya presencia se propone reducir el Protocolo de Kioto. Son producidos comercialmente en sustitución de los clorofluorocarbonos. Los HFCs se utilizan ampliamente en refrigeración y en fabricación de semiconductores.

Hexafluoruro de Azufre (SF₆): Uno de los seis gases de efecto invernadero que el Protocolo de Kioto se propone reducir y que forman parte de los inventarios de GEI para el sector industrial. Se utiliza profusamente en la industria pesada para el aislamiento de equipos de alta tensión y como auxiliar en la fabricación de sistemas de refrigeración de cables y de semiconductores.

I

Incertidumbre: Expresión del grado de desconocimiento de determinado valor. Puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido.

Incorporación de GEI o carbono: Adición de una sustancia a un reservorio. La incorporación de sustancias que contienen carbono, y en particular dióxido de carbono.

Inventarios GEI: En cumplimiento con los artículos 4 y 12 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, las naciones que forman parte del Anexo I envían al Secretariado General la contabilidad completa de emisiones por fuentes y remociones por sumideros de GEI. Los inventarios están sujetos a procesos de revisión técnica anual. México, forma parte de las Naciones No-Anexo I, por lo que se adscribe al principio de “responsabilidad común, pero diferenciada” y ha publicado cuatro comunicaciones nacionales ante la Convención Marco. En el Programa de Acción Climática Municipal, un inventario consiste en la identificación y caracterización de las emisiones e incorporaciones GEI para los sectores, categorías y actividades desarrolladas en el municipio.

Impacto hidrometeorológico: Efectos de la amenaza meteorológica sobre los sistemas naturales o humanos

L

Leña: Toda aquella madera que conserva su estructura original y cuya combustión intencional puede aprovecharse como fuente directa o indirecta de energía.

M

Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL): Definido en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto, el mecanismo para un desarrollo limpio persigue dos objetivos: 1) ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y a contribuir al objetivo último de la Convención; y 2) ayudar a las Partes del Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos de limitación y reducción de emisiones cuantificados. Las unidades de reducción de emisiones certificadas vinculadas a

proyectos MDL emprendidos en países no incluidos en el Anexo I que limiten o reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, siempre que hayan sido certificadas por entidades operacionales designadas por la Conferencia de las Partes o por una reunión de las Partes, pueden ser contabilizadas en el haber del inversor (estatal o industrial) por las Partes incluidas en el Anexo B. Una parte de los beneficios de las actividades de proyecto certificadas se destina a cubrir gastos administrativos y a ayudar a países Partes en desarrollo, particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, para cubrir los costos de adaptación.

Medidas de mitigación: Tecnologías, procesos y prácticas que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero o sus efectos por debajo de los niveles futuros previstos. Se conceptúan como medidas las tecnologías de energía renovable, los procesos de minimización de desechos, los desplazamientos al lugar de trabajo mediante transporte público, etc.

Metano (CH₄): El metano es uno de los seis gases de efecto invernadero que el Protocolo de Kyoto se propone reducir. Es el componente principal del gas natural, y está asociado a todos los hidrocarburos utilizados como combustibles, a la ganadería y a la agricultura. El metano de estrato carbónico es el que se encuentra en las vetas de carbón.

Mitigación: Cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo de recursos y las emisiones por unidad de producción. Aunque hay varias políticas sociales, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación, referida al cambio climático, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a potenciar los sumideros.

O

Óxido Nitroso (N₂O): Uno de los seis tipos de gases de efecto invernadero que el Protocolo de Kioto se propone reducir. La fuente antropógena principal de óxido nitroso es la agricultura (la gestión del suelo y del estiércol), pero hay también

aportaciones importantes provenientes del tratamiento de aguas residuales, del quemado de combustibles fósiles y de los procesos industriales químicos. El óxido nitroso es también producido naturalmente por muy diversas fuentes biológicas presentes en el suelo y en el agua, y particularmente por la acción microbiana en los bosques tropicales pluviales.

P

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): Al detectar el problema del cambio climático mundial, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988. Se trata de un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM. La función del IPCC consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo.

Plantación forestal comercial: El establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización.

Potencial de Calentamiento Mundial (PCM): Índice que describe las características radiativas de los gases de efecto invernadero bien mezclados y que representa el efecto combinado de los diferentes tiempos que estos gases permanecen en la atmósfera y su eficiencia relativa en la absorción de radiación infrarroja saliente. Este índice se aproxima el efecto de calentamiento integrado en el tiempo de una masa–unidad de determinados gases de efecto invernadero en la atmósfera actual, en relación con una unidad de dióxido de carbono.

Protocolo de Kyoto: El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas fue adoptado en el tercer período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP) en la CMCC, que se celebró en 1997 en Kyoto. Contiene compromisos jurídicamente vinculantes, además de los señalados en la CMCC. Los países del Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y de los países de economía en transición) acordaron reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicos (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) en un 5% como mínimo por debajo de los niveles de 1990 durante el período de compromiso de 2008 a 2012. El Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

R

Reforestación: Conversión por actividad humana directa de terrenos no boscosos en terrenos forestales mediante plantación, siembra o fomento antropogénico de semilleros naturales en superficies donde antiguamente hubo bosques, pero que actualmente están deforestadas.

Remoción de GEI o carbono: Véase Incorporación

Reservorios de carbono: Componente (s) del sistema climático en el cual se almacena un GEI o un precursor de GEI. Constituyen ejemplos la biomasa forestal, los productos de la madera, los suelos y la atmósfera.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (características CRETIB), representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. Se incluyen todos aquellos envases, recipientes, embalajes que hayan estado en contacto con estos residuos.

Residuos sólidos municipales: Desechos sólidos mezclados que provienen de actividades humanas desarrolladas en una casa-habitación, en sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios.

Resiliencia: Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a riesgos para adaptarse, alcanzar o mantenerse en un nivel aceptable de funcionalidad y estructura, por resistencia o cambio.

Riesgo: Probabilidad combinada de la amenaza y la vulnerabilidad.

S

Sectores: Clasificación de los diferentes tipos de emisores GEI. El IPCC reconoce seis: 1. Energía, 2. Procesos Industriales, 3. Solventes, 4. Actividades Agropecuarias, 5. Uso del suelo, Cambio de uso del suelo y Silvicultura y 6. Desechos

Secuestro de GEI o carbono: Véase Incorporación

Sistema: Construcción de redes naturales, humanas que proveen servicios o actividades dentro del municipio.

Sumidero: Todo proceso, actividad o mecanismo que detrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o alguno de sus precursores.

Sustentabilidad: La capacidad de una sociedad humana de apoyar en su medio ambiente el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros para el largo plazo; las sustentabilidades de una sociedad es función del manejo que ella haga de sus recursos naturales y puede ser mejorada indefinidamente.

T

Tala: Volumen en pie de todos los árboles vivos o muertos, medidos a un diámetro mínimo especificado a la altura del pecho que se cortan durante el periodo de referencia, incluidas todas las partes de los árboles.

Transparencia: Significa que las hipótesis y metodologías utilizadas en un inventario deberán explicarse con claridad para facilitar la reproducción y evaluación del inventario por parte de los usuarios de la información suministrada. La transparencia de los inventarios es fundamental para el éxito del proceso de comunicación y examen de la información.

U

Unidades CO₂ equivalentes [CO₂ e]: Los GEI difieren en la influencia térmica positiva que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiativas y períodos de permanencia en la atmósfera. Una emisión de CO₂ equivalente es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, la misma influencia térmica positiva que una cantidad emitida de un GEI de larga permanencia o de una mezcla de GEI. Para un GEI, las emisiones de CO₂-equivalente se obtienen multiplicando la cantidad de GEI emitida por su potencial de calentamiento mundial (PCM). Las emisiones de CO₂-equivalente constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes, pero no implican respuestas idénticas al cambio climático

Urbanización: Conversión en ciudades de tierras que se encontraban en estado natural o en un estado natural gestionado (por ejemplo, las tierras agrícolas); proceso originado por una migración neta del medio rural al urbano, que lleva a un porcentaje creciente de la población de una nación o región a vivir en asentamientos definidos como centros urbanos.

Uso de la tierra y cambio de uso de la tierra: El uso de la tierra es el conjunto de disposiciones, actividades y aportes en relación con cierto tipo de cubierta terrestre (es decir, un conjunto de acciones humanas). Designa también los fines sociales y económicos que guían la gestión de la tierra (por ejemplo, el pastoreo, la extracción de madera, o la conservación). El cambio de uso de la tierra es un cambio del uso o gestión de la tierra por los seres humanos, que puede inducir un cambio de la cubierta terrestre. Los cambios de la cubierta terrestre y de uso de la tierra pueden influir en el albedo superficial, en la evapotranspiración, en las fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero, o en otras propiedades del sistema climático, por lo que pueden ejercer un forzamiento radiativo y/o otros impactos sobre el clima a nivel local o mundial. Véase también el Informe del IPCC sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

V

Vulnerabilidad: El grado en el que un sistema es susceptible a efectos adversos de cambio climático. La variabilidad está en función de la magnitud y escala de variación de clima a la cual un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

14. UNIDADES

UNIDAD	ABREVIATURA
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Bióxido de carbono
CO ₂ e	Bióxido de carbono equivalente
COV	Compuestos orgánicos volátiles
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles
G	Gramo
Gg	Gigagramos
Gg CO ₂ e	Gigagramos de dióxido de carbono
Ha	Hectárea
HFC'S	Hidrofluorocarbonos
kW	Kilowatt
kW/h	Kilowatt por hora
MJ	Mega Joules
m ³	Metro cúbico
n ₂ O	Óxido nitroso
NO ₂	Bióxido de nitrógeno
NOx	Óxidos de nitrógeno
PM10	Partículas menores de 10 micras
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SO ₂	Bióxido de azufre
Ton CO ₂ e	Toneladas de dióxido de carbono

PODER CALORÍFICO DE LOS COMBUSTIBLES Y DENSIDADES			
COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO	DENSIDAD	UNIDADES
Carbón	26.7		
Petróleo Crudo	42.3	930	kg/m3
Condensados	44.2		
Gas Natural	48.0		
Coque de Carbón	28.2		
Coque de Petróleo	32.5	903	kg/m3
Gas LP	47.3	540	kg/m3
Gasolinas	44.3	707	kg/m3
Diesel	43.0	850	kg/m3
Combustóleo	40.4	982	kg/m3
Bagazo de Caña	11.6		
Leña	15.6		

EQUIVALENCIAS ESTÁNDAR

1 ton= 1 000 kilogramos

1 ton= 1 000 000 gramos

1 Gg= 1 000 toneladas

1 m3= 1 000 litros

1 litro= 0.00628981 barriles

1 m3= 602898104 barriles

1 barril= 0.158987304 m3

1 barril= 158.9873043 litros

15. ACRÓNIMOS

AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo
ANP	Área Natural Protegida
CCG	Cambio Climático Global
CICC	Comisión intersecretarial de cambio climático
CIDRS	Comisión Intersecretarial para el desarrollo rural sustentable
CMNUCC	Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metálicos
EI	Efecto invernadero
ENACC	Estrategia nacional de cambio climático
GEI	Gases de efecto invernadero
GT	Gases traza
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INECC	Instituto nacional de ecología y cambio climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Panel Intergubernamental de cambio climático (Por sus siglas en inglés)
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores
LGCC	Ley General de Cambio Climático
OMM	Organización meteorológica mundial
PCG	Potencial de calentamiento global
PECC	Programa especial de cambio climático
PIB	Producto interno bruto
SEDEMA	Secretaría de Medio Ambiente
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIEM	Sistema de Información Empresarial Mexicano
TMCA	Tasa Media de crecimiento anual
USCUSS	Uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura

16. ANEXOS

Anexo I. Fuentes de información utilizadas para el desarrollo del inventario de emisiones de GEI del área de estudio.

La siguiente tabla muestra un resumen de las principales fuentes de información encontradas por sector para la obtención de los datos necesarios para el desarrollo del inventario de emisiones de GEI del área de estudio.

Tabla 12 Fuente: Factor CO2 – IH Cantabria (2014).

SECTOR	NIVEL DE CÁLCULO	DOCUMENTO	FUENTE	DATOS ENCONTRADOS	Desagregación de los datos
Sector Transporte	Municipal	Balance Nacional de Energía 2011	Subsecretaría de Planeación energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección general de Planeación Energética	Consumos de combustibles fósiles por tipo de combustible del sector transporte (PJ)	Datos nacionales con aproximación poblacional
		Proyecciones de población nacionales	Consejo Nacional de Población (CONAPO)	Número de habitantes en el nivel nacional	
		CE 3	Elaboración en el marco del proyecto	Número de habitantes en el área de estudio	
	Administración local	correo electrónico	Municipalidad de Xalapa	Consumos de combustibles fósiles	Datos locales
Sector Residencial	Municipal	Balance Nacional de Energía 2011	Subsecretaría de Planeación energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección general de Planeación Energética	Consumo de combustibles fósiles del sector residencial por tipo de combustible (PJ)	Datos nacionales con aproximación poblacional
		Anuario estadístico del Estado de Veracruz	Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz	Consumo de electricidad (MWh)	Datos estatales con aproximación poblacional
		Proyecciones de población por Estado y nacional	Consejo Nacional de Población (CONAPO)	Número de habitantes en el nivel estatal y nacional	Datos aplicados para desarrollar las aproximaciones poblacionales
		CE 3	Elaboración en el marco del proyecto	Número de habitantes en el área de estudio	
Sector servicios	Municipal	Balance Nacional de Energía 2011	Subsecretaría de Planeación energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección general de Planeación Energética	Consumo de combustibles fósiles del sector residencial por tipo de combustible	

SECTOR	NIVEL DE CÁLCULO	DOCUMENTO	FUENTE	DATOS ENCONTRADOS	Desagregación de los datos
		Anuario estadístico del Estado de Veracruz	Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz	Consumo de electricidad (MWh)	
		Proyecciones de población por Estado y nacional	Consejo Nacional de Población (CONAPO)	Número de habitantes en el nivel estatal y nacional	
		CE 3	Elaboración en el marco del proyecto	Número de habitantes en el área de estudio	
	Administración local	correo electrónico	Municipalidad de Xalapa	Consumos de combustibles fósiles	Datos locales
Sector industria	Municipal	Balance Nacional de Energía 2011	Subsecretaría de Planeación energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección general de Planeación Energética	Consumo de combustibles fósiles del sector residencial por tipo de combustible (PJ)	Datos nacionales con aproximación económica
		Anuario estadístico del Estado de Veracruz	Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz	Consumo de electricidad (MWh)	Datos estatales con aproximación económica
		Xalapa. Economía local y problemática social.	Universidad de Málaga. Hilario Barcelata Chávez.	Participación de Xalapa en la producción Estatal en el sector industrial	Datos aplicados para desarrollar las aproximaciones económicas
		México en cifras	INEGI	Participación del Estado de Veracruz en la producción nacional en el sector industrial	
Sector agropecuario	Municipal	Censo agropecuario 2007	INEGI	Número de cabezas, superficie (ha) y producción (t) por tipo de cultivo	Datos locales
		Anuario estadística SIACON	INEGI	Producción de cultivos por Estado (t)	Datos estatales para desarrollar aproximaciones a partir de los datos locales del censo de 2007
		Anuario estadística SIACON	INEGI	Superficie agrícola por tipo de cultivo para el estado (ha)	
		FAOSTAT	Estadísticas de la FAO	Consumo de fertilizantes (t/ha)	Se asume el dato del país
Sector residuos	Municipal	Generación de residuos municipal	ICLEI	PACMUN de Xalapa	Datos municipales para estimar los valores del área de estudio
		CE 3	Elaboración en el marco del proyecto	Número de habitantes en el área de estudio	Datos para desarrollar aproximaciones

Anexo II. Fuentes de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Siguiendo la metodología GPC 2012 Basic+, se elaboró el inventario de emisiones de GEI del área de estudio. Haciendo uso de la información disponible a nivel nacional, estatal y local, fue posible hacer las estimaciones pertinentes para el área de estudio. Para realizar las estimaciones y obtener los datos del área de estudio, se utilizaron las diferentes técnicas establecidas por el IPCC, en base a los datos disponibles. A continuación, se muestra la tabla que resume las emisiones de GEI siguiendo el formato de reporte de la metodología GPC 2012 para el año base 2005. En dicha tabla se presenta un resumen de los alcances; las fuentes de emisión que se incluyen y las que no, los gases y la calidad de los datos. Esta última depende de factores como la fiabilidad y el grado de actualización de las fuentes o la procedencia de los datos con los que se realizaron los cálculos de emisiones, es decir, si los cálculos se realizaron en base a datos propios del área de estudio o, por el contrario, en base a datos estatales o nacionales. La calidad de los datos utilizados para la realización del presente estudio varía en función de los diferentes sectores. La mayor parte de los cálculos se hicieron en base a datos nacionales o estatales actualizados hasta el año 2011. A continuación se analiza la incertidumbre detectada para cada uno de los sectores analizados.

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Tabla 13. Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI de Xalapa.

Sector	Dato de actividad	Incertidumbre	Factor de emisión	Incertidumbre	
Residencial	Electricidad	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión del país	Media
	Combustibles fósiles	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión por defecto	Alta
Servicios	Electricidad	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión del país	Media
	Combustibles fósiles	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión por defecto	Alta
Industria	Electricidad	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión del país	Media
	Combustibles fósiles	Datos modelados a partir de datos nacionales	Alta	Datos de emisión por defecto	Alta
Transporte	Combustibles fósiles	Datos modelados a partir de	Alta	Datos de emisión por defecto	Alta

Sector	Dato de actividad	Incertidumbre	Factor de emisión	Incertidumbre	
		datos nacionales			
AFOLU	Agricultura	Datos modelados con asunciones robustas	Media	Datos de emisión por defecto	Alta
	Ganadería	Datos modelados con asunciones robustas	Media	Datos de emisión por defecto	Alta
	USCUS	Datos de detalle local	Baja	Datos de emisión por defecto	Alta
Residuos		Datos de detalle local	Media	Datos de emisión del país	Media

En definitiva, algunos sectores presentaron una incertidumbre media-baja en las estimaciones de emisiones de GEI (Residuos y AFOLU), mientras que la incertidumbre asociada a las emisiones provenientes del uso de electricidad es más elevada debido a que, a pesar de que los factores de emisión (mix energético) provienen del país, los datos de actividad se estimaron a partir de datos nacionales. Teniendo en cuenta estos resultados, para próximas actualizaciones se recomienda tratar de reducir la incertidumbre mediante la utilización de datos locales.

Algunas fuentes de emisión no han podido ser incluidas en el estudio por diferentes causas. A continuación se explican las notaciones utilizadas para referenciar la causa de ausencia de dato:

- IE- Incluido en otra categoría: las emisiones para esta actividad son estimadas y presentadas en otra categoría del inventario. La categoría donde se incluyen estas emisiones será mencionada y explicada.
- NE- No estimado: existen emisiones, pero no han sido estimadas ni reportadas; se incluirá una justificación de su exclusión.
- NA- No aplica: la actividad sucede pero no causa emisiones; se dará una explicación.
- NO- No ocurre: una actividad o proceso no ocurre o existe en el área de estudio.

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Tabla 14. Reporte de emisiones de GEI del municipio según el formato del GDP.

GPC No.	Clase del IPCC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Alcance incluido	Claves de notación				GASES							Calidad de los datos		
					IE	NE	NO	NA	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	SF6	CO2E	H	M	L
I			Unidades estacionarias															
I.1			Edificios residenciales															
I.1.1	1A4b	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites					83,080	1	0				83,156			x
I.1.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites											87,717			x
I.2			Edificios comerciales/institucionales															
I.2.1	1A4a	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites					21,606	0	0				21,627			x
I.2.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites											20,968			x
I.3			Generación de energía															
I.3.1	1A1	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites														
I.3.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites	IE													
I.4			Uso industrial de la energía															
I.4.1	1A2+1A5+1A4c	1	Emisiones directas (Alcance 1)						26,168	1	0				26,220			x
I.4.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites											22,251			x
I.5			Emisiones fugitivas															
I.5.1	1B	1	Direct Emissions (Scope 1)					NA										
II			Unidades móviles															
II.1			Transporte de carretera															
II.1.1	1A3b	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites					551,567	23	5				553,556			x
II.1.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites			NO											x
II.1.3		3	Emisiones indirectas asociadas a viajes por carretera que atraviesan el límite del área de estudio (interurbanos o internacionales) pero que comienzan o finalizan dentro de los límites del área de estudio (Alcance 3)															
II.2			Ferrocarriles															
II.2.1	1A3c	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites		NE												
II.2.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites		NE												
II.2.3		3	Emisiones indirectas asociadas a viajes en ferrocarril que atraviesan el límite del área de estudio (interurbanos o internacionales) pero que comienzan o finalizan dentro de los límites del área de estudio (Alcance 3)															
II.3			Navegación sobre agua															
II.3.1	1A3dii	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites			NO											
II.3.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites			NO											
II.3.3		3	Emisiones indirectas asociadas a viajes en barco que atraviesan el límite del área de estudio (interurbanos o internacionales) pero que comienzan o finalizan dentro de los límites del área de estudio (Alcance 3)															

GPC No.	Clase del IPCC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Alcance incluido	Claves de notación				GASES							Calidad de los datos		
					IE	NE	NO	NA	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	SF6	CO2E	H	M	L
I			Unidades estacionarias															
II.4			Aviación															
II.4.1	1A3a#	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites					34,506	1	0				34,631			x
II.4.2		2	Emisiones energéticas indirectas (Alcance 2)	Consumo de electricidad en los límites			NO											
II.4.3		3	Emisiones indirectas asociadas a viajes en avión que atraviesan el límite del área de estudio (Interurbano o internacionales) pero que comienzan o finalizan dentro de los límites del área de estudio (Alcance 3)															
II.5			Transporte fuera de carretera															
II.5.1	1A3e#	1	Emisiones directas (Alcance 1)	Combustión de combustibles en los límites	IE													
III			Residuos															
III.1			Residuos sólidos															
III.1.1		1+3	Opción 1: Método de descomposición de primer orden (FOD) Emisiones directas (Alcance 1 - año corriente) e indirectas (alcance 3 - año previo). Emisiones de vertederos ubicados en los límites de la comunidad (excluyendo las emisiones asociadas a los residuos procedentes de otras comunidades).	Residuos generados y proporcionalmente tratados en el límite de la comunidad						6,651					166,277		x	
III.1.2		1+3	Opción 2: Methane Commitment Method (MC) Emisiones directas (año corriente) e indirectas (Alcance 3 - años futuros) de los vertederos ubicados en los límites de la comunidad (excluyendo emisiones debidas a residuos procedentes de otras comunidades)	Residuos generados y proporcionalmente tratados en el límite de la comunidad														
III.1.3		3	Emisiones indirectas (Alcance 3) de residuos de la comunidad depositados fuera de los límites de la misma.	Residuos tratados proporcionales			NO											
III.3			Tratamiento biológico de desechos															
III.3.1	4B	1	Emisiones directas (Alcance 1) asociadas al tratamiento biológico de los residuos en el límite de la comunidad (excluyendo las emisiones debidas a los residuos que provienen de otras comunidades)	Residuos generados y proporcionalmente tratados en el límite de la comunidad			NO								0			
III.3.2		3	Emisiones indirectas (Alcance 3) del tratamiento biológico de los residuos fuera de los límites de la comunidad.	Residuos tratados proporcionales			NO											
III.4			Incineración e incineración abierta de desechos															
III.4.1	4C	1	Emisiones directas (Alcance 1). Emisiones asociadas a la incineración y la incineración abierta de residuos dentro de los límites de la comunidad (excluyendo las emisiones asociadas a los residuos procedentes de otras comunidades)	Residuos generados y proporcionalmente tratados en el límite de la comunidad			NO								0			
III.4.2		3	Emisiones indirectas (Alcance 3) asociadas a la incineración y la incineración abierta de residuos fuera de los límites de la comunidad	Residuos tratados proporcionales			NO											

GPC No.	Clase del IPCC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Alcance incluido	Claves de notación				GASES							Calidad de los datos		
					IE	NE	NO	NA	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	SF6	CO2E	H	M	L
I.			Unidades estacionarias															
III.5			Tratamiento y descarga de aguas residuales															
III.5.1	4D	1	Emisiones directas (Alcance 1) del tratamiento y descarga de las aguas residuales en los límites de la comunidad (excluyendo emisiones debidas a residuos procedentes de otras comunidades)	Residuos generados y proporcionalmente tratados en el límite de la comunidad						1,957						48,933		x
III.5.2		3	Emisiones indirectas (Alcance 3) del tratamiento y descarga de las aguas residuales fuera de los límites de la comunidad	Residuos tratados proporcionales														
IV.			Procesos industriales y uso de productos (IPPU)															
IV.1	2A+2B+2C+2E	1	Emisiones directas de los procesos industriales	Producción dentro de los límites												0		
IV.2	2D+2F+2G+2H	1	Emisiones directas del uso de productos	Uso de productos dentro de los límites												0		
V.			Agricultura, Forestal y Usos del Suelo (AFOLU)															
V.1	3	1	Emisiones directas del sector AFOLU	Áreas dentro de los límites					238,755	0	8					241,303	x	
VI.			Otras emisiones indirectas															
VI.1		3	Otras emisiones de Alcance 3 de otras fuentes															
VI.2		3	Todas las emisiones de Alcance 3 que traspasan los límites debidas al intercambio/consumo de bienes y servicios															
GPC 2012 Básico (tCO2e)					1,065,336	4	0	9	1	No. of casos y Nº para las notaciones clave del GCP (más de 28 en								
GPC 2012 Básico + (tCO2e)					241,303	te por carretera y aéreo												
GPC 2012 Expandido (tCO2e)						Fuentes incluidas en el EXPANDED												
Alcance 1					1,175,703	Fuentes: electricidad, diésel, GLP, queroseno, gas seco, leña, gasolina, combustóleo, bagazo de caña, coque de petróleo, coque de carbón, residuos y aguas residuales, usos del suelo, cabezas de ganado y prácticas agrícolas.												
Alcance 2					130,936													
Alcance 3																		

La siguiente tabla resume las fuentes que no han sido contabilizadas en el inventario y el motivo de su exclusión.

Tabla 15. Fuentes excluidas del reporte de emisiones de GEI del municipio.

Categoría no incluida	Alcance	Notación GPC	Motivo
Unidades Estacionarias: Generación de energía> <i>Emisiones indirectas de energía</i>	2	IE	No hay generación de energía dentro del municipio, Las emisiones se imputan a los consumos y no a la generación.
Unidades Estacionarias: Emisiones fugitivas> <i>Emisiones directas</i>	1	NA	No ocurren actividades que generen emisiones fugitivas dentro del municipio. 1.) Minería, procesamiento y almacenamiento de carbón 2.) Sistemas de petróleo y gas natural
Unidades Móviles: Transporte de Carretera> <i>Emisiones indirectas</i>	2	NO	No se han detectado consumos de electricidad para el sector transporte en los datos de actividad analizados por lo que se considera que en el área de estudio no ocurren emisiones Indirectas en este sector.
Unidades Móviles: Ferrocarril> <i>Emisiones directas</i>	1	NE	La actividad se considera despreciable ya que las emisiones Asociadas a la misma son mínimas en el área de estudio.
Unidades Móviles: Ferrocarril> <i>Emisiones indirectas</i>	2	NE	La actividad se considera despreciable ya que las emisiones Asociadas a la misma son mínimas en el área de estudio.
Unidades Móviles: Transporte marítimo> <i>Emisiones directas</i>	1	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del área de estudio.
Unidades Móviles: Transporte marítimo> <i>Emisiones indirectas</i>	2	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del área de estudio.
Unidades Móviles: Aviación> <i>Emisiones indirectas</i>	2	NO	No se han detectado consumos de electricidad para el sector transporte en los datos de actividad analizados por lo que se considera que en el área de estudio no ocurren emisiones Indirectas en este sector.
Unidades Móviles: Transporte fuera de carretera> <i>Emisiones directas</i>	1	IE	Las emisiones asociadas combustibles que pueden ser utilizados por vehículos que no se desplazan por carreteras (Cortadoras de césped, vehículos recreativos, grúas, etc.) se incluyen en emisiones directas de transporte por carretera debido a que los datos obtenidos se han extrapolado desde el nivel nacional, sin poder discernir entre combustibles consumidos en transporte de carretera o fuera de carretera.
Desechos: Desechos sólidos> <i>Emisiones indirectas de desechos sólidos municipales depositados en vertederos fuera de los límites del municipio</i>	3	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio. Los desechos del municipio se depositan dentro de sus límites en el vertedero municipal.

Categoría no incluida	Alcance	Notación GPC	Motivo
Desechos: Tratamientos biológicos>Emisiones directas del tratamiento biológico de desechos dentro de los límites del municipio	1	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio.
Desechos: Tratamientos biológicos>Emisiones indirectas del tratamiento biológico de desechos fuera de los límites del municipio	3	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio.
Desechos: Incineración o quema>Emisiones directas de la incineración o quema de desechos en los límites del municipio	1	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio. Se ha >considerado que todos los desechos se destinan a vertedero, tal y como se indica en el PACMUN.
Desechos: Incineración o quema>Emisiones indirectas de la incineración o quema de desechos fuera de los límites del municipio	3	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio. El estudio asume que todos los desechos se destinan a vertedero.
Desechos: Tratamiento y descarga de aguas residuales > Emisiones indirectas (Alcance 3) del tratamiento y descarga de las aguas residuales fuera de los límites de la comunidad	3	NO	La actividad no ocurre o existe dentro del municipio.
Procesos industriales y usos de productos: emisiones directas de los procesos industriales y del uso de productos	1	NE	No se han reportado emisiones de proceso y uso de productos debido a la baja relevancia de las mismas a nivel municipal. Tal y como se remarca en el PACMUN de Xalapa, el área no se dedica a la industria ya que su actividad económica está más enfocada a la prestación

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Anexo III. Metodología aplicada para el cálculo de emisiones de GEI en Xalapa

El cálculo de las emisiones de GEI puede realizarse con distintos niveles de precisión: a partir de datos de actividades nacionales, regionales o municipales. En todos los casos el desarrollo de los cálculos a partir de datos municipales es lo más adecuado, sin embargo, en ocasiones dichos datos no se encuentran disponibles y es necesario hacer estimaciones a partir de datos regionales o nacionales. Los sectores analizados en el presente proyecto son los incluidos en la metodología del GPC 2012 de ICLEI, bajo el nivel de Reporte Basic+, que incluye emisiones generadas a partir de: consumo de energía en unidades estacionarias, consumo de energía en unidades móviles, residuos, procesos industriales, agricultura, forestal y otros usos del suelo. La metodología GPC 2012 de ICLEI permite reportar las emisiones según su alcance, dependiendo de si son emisiones directas o indirectas.

Emisiones directas: se generan dentro de los límites físicos del municipio, por ejemplo las asociadas a la quema de gasóleo para producir calor.

Emisiones indirectas: se generan dentro de los límites físicos del municipio por ejemplo las asociadas a la generación eléctrica, si las instalaciones de generación de electricidad no se encuentran dentro de los límites municipales.

Respecto a los alcances a continuación se presentan los alcances definidos por la metodología GPC 2012 de ICLEI.

1. **Alcance 1:** Todas las emisiones directas de GEI.
2. **Alcance 2:** Emisiones indirectas de GEI asociadas al consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos.
3. **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas, como las asociadas a la extracción y producción de materiales y combustibles comprados, actividades relacionadas con el transporte en vehículos que no son propiedad o controlados por la entidad analizada, actividades relacionadas con la electricidad no cubiertas en el Alcance 2, (ej. Pérdidas

en la transmisión y distribución), actividades subcontratadas, disposición de desechos, etc.

En base a los análisis previos de priorización de cada uno de los sectores y al análisis de la información disponible, se seleccionó la fuente de datos más adecuada para cada sector. De esta forma, se ha generado una herramienta de cálculo ajustada a las necesidades del Municipio de Xalapa que toma en cuenta la información disponible para cada sector. Asimismo, la metodología del proyecto simplifica la recolección de datos y el cálculo de emisiones de GEI. La herramienta consta de tres núcleos diferenciados, cada uno con una función diferente (Figura siguiente).

Figura 23. Núcleos contenidos en la herramienta de cálculo de emisiones de GEI.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Tal y como se había mencionado anteriormente, la herramienta se compone de tres núcleos. El **Núcleo 1- Input**, permite priorizar los distintos sectores analizados de tal forma que el usuario es capaz decidir en qué sectores emplear mayor esfuerzo para obtener datos más precisos. Asimismo, a través de este núcleo se alimenta a la herramienta con los datos de actividad que permiten estimar las emisiones de GEI. El **Núcleo 2- Desarrollo**, define qué ecuaciones y aproximaciones son necesarias para

el cálculo de las emisiones de GEI para cada uno de los sectores analizados, según la precisión establecida anteriormente. Asimismo, en este núcleo se ubican los datos auxiliares como los factores de emisión, necesarios para desarrollar los cálculos de emisiones. El **Núcleo 3- Output**, resume los resultados para cada sector tanto a nivel del municipio (que incluye toda la población del área y las actividades de la región), como de la propia Municipalidad (que incluye únicamente las actividades de las autoridades locales). Presenta los resultados en forma numérica y gráfica para que sean más visuales y útiles para la toma de decisiones.

A continuación, se presenta una breve descripción de la metodología utilizada para cada uno de los sectores analizados en este estudio.

Sectores energéticos: Residencial, Servicios, Industria y Transporte

Los sectores: **residencial, servicios, industria y transporte**, son considerados como sectores energéticos ya que sus emisiones se derivan precisamente del consumo de combustibles fósiles. Los cálculos para los sectores energéticos se realizan en base al tipo de combustible y la cantidad consumida anualmente de cada uno de ellos en el municipio. Evidentemente, a cada sector se le asocian combustibles específicos.

La metodología bajo el nivel de reporte BASIC+ del GPC 2012 de ICLEI, considera las emisiones derivadas de la energía estacionaria, de energía móvil y del sector industria (uso de energía).

Para el **sector servicios y el sector transporte**, además de calcular las emisiones a nivel del área de estudio incluyendo todos los servicios tanto privados como públicos, se calculan también las emisiones a nivel del Ayuntamiento (edificio consistorial, instalaciones dependientes del Ayuntamiento y flotilla del ayuntamiento). Así, a nivel de Ayuntamiento, en el Sector Servicios se consideraron los consumos de la propia Municipalidad para poder llevar a cabo sus actividades (consumo de combustibles y electricidad), mientras que en el Sector Transporte, se calcularon las emisiones de la flotilla del Ayuntamiento.

Para el **sector industria**, además de tomar en cuenta los consumos de combustibles fósiles, también se deberían considerar los consumos de insumos para la producción (cemento, cal viva, cal hidratada, hierro y acero); y de halocarburos (HFC-22 aire acondicionado residencial, HFC-134^a aire acondicionado móvil, C-134^a refrigeración residencial y HFC-134^a refrigeración comercial). Según las fuentes indagadas a lo largo del desarrollo de este estudio (INEGI, PACMUN, etc.), en el área de estudio no se desarrollan actividades que generen emisiones específicas de proceso por lo que esta categoría se considera cero en el inventario de emisiones de GEI. Sin embargo, esta categoría se ha incluido en la herramienta elaborada de tal forma que si en un futuro se desarrollasen dichas actividades la municipalidad sería capaz de estimar las emisiones asociadas a las mismas.

Para la metodología de este proyecto, tal y como recomienda el GPC 2012 Basic +, se seleccionó el uso de los factores de emisión establecidos en las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI de 1996 en su Módulo 2 sobre Energía. En el caso de que algún dato no existiera a nivel municipal o nacional, se procedió a hacer uso de los factores por defecto para la región de Latinoamérica. Los cálculos incluyen emisiones de dióxido de carbono (CO₂), de metano (CH₄) y de óxido nitroso (N₂O), y generan el resultado en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (t CO₂e).

Además de los consumos de combustibles fósiles, también se consideran los consumos de energía eléctrica en MWh para los sectores residencial, servicios, industria y de la Municipalidad. Además, se contabiliza la producción de electricidad generada mediante energías renovables (hidroeléctricas, eólicas, solar, etc.), lo que permite obtener las emisiones de GEI derivadas del consumo, pero también las reducciones de emisiones obtenidas a través del uso de energías renovables.

Tal y como describe el Programa GEI México, *el factor de emisión de eléctrico que se emplea para la estimación de emisiones indirectas, provenientes del uso de electricidad comprada, varía cada año de acuerdo con la mezcla de combustibles*

empleados en la generación de electricidad distribuida por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Para calcular dicho factor de emisión México se base en las metodologías desarrolladas para el Mecanismo de Desarrollo Limpio, así se siguen los pasos descritos a continuación:

1. Se calculan las emisiones totales de GEI multiplicando el consumo de combustible i de cada planta p por el factor de emisión del combustible
2. Se calcula la generación neta total de la electricidad entregada a la red (generación bruta menos los consumos propios de la central, más las importaciones de electricidad, más los excedentes vendidos a la Comisión Federal de Electricidad por los autoabastecedores).
3. Se calcula el factor de emisión eléctrico de todas las plantas dividiendo las emisiones totales de GEI entre la electricidad neta que entra en la red.

Así, los factores de emisión para los distintos años de inventario quedarían como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 16. Factores de emisión de GEI para la electricidad en México.

Año	tCO ₂ e/MWh
2005	0.5557
2006	0.5246
2007	0.5171
2008	0.4698
2009	0.5057
2010	0.4946
2011	0.5002

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

A continuación se muestra la capacidad de generación eléctrica del servicio público instalada en 2011 en México:

- Fuentes no fósiles (26.4%)

- Hidroeléctrica: 21.9%
- Geotermoeléctrica: 1.7%
- Eolo-eléctrica: 0.2%
- Nuclear: 2.6%

- Fuentes fósiles (73.6%)
 - Carbón: 6.2%
 - Termoeléctrica convencional: 23.9%
 - Ciclo combinado: 34.3%
 - Turbogás: 4.8%
 - Combustión interna: 0.4%
 - Dual: 4.0%

La incertidumbre de estos sectores deriva de los factores de emisión seleccionados, de los datos de actividad.

Sector Agricultura, Forestal y Otros Usos de la Tierra - AFOLU

El sector AFOLU se divide en tres subsectores: Agricultura, Ganadería y Usos del Suelo y Cambios de Usos del Suelo. A continuación se hace un repaso sobre cada subsector para exponer la metodología aplicada para el cálculo de emisiones de GEI en cada uno de ellos.

Para el cálculo de las emisiones del **Subsector Agropecuario**, se siguió la metodología establecida por las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI, Módulo 4, tal y como aconseja el GPC 2012 Basic+. A pesar que la metodología está desarrollada para el cálculo de emisiones a nivel nacional, se ha adaptado para hacer los cálculos a nivel municipal. Se incluyó también el cálculo de emisiones indirectas dentro de los sectores agricultura y pecuario.

Para **Agricultura**, se deben calcular las emisiones generadas por la quema de sabanas, arrozales y especialmente por la gestión de los suelos. La gestión de los suelos genera emisiones directas de N_2O y emisiones indirectas. Mientras que las emisiones directas provienen del uso de fertilizantes, de las excretas animales, de los residuos de los cultivos, incluyendo los cultivos fijadores de nitrógeno y de otras actividades como cambios en el uso de tierra; las emisiones indirectas se generan debido a la volatilización o al escurrimiento de nitrógeno a los suelos. Para poder realizar los cálculos es necesario contar con información de la producción de los diferentes cultivos, uso de fertilizantes y sobre prácticas como la quema de sabanas si existiesen.

En la **Ganadería** las emisiones provienen de la gestión de estiércol (N_2O y CH_4) y de la fermentación entérica (CH_4). Como base, se requieren datos del número de cabezas anuales por tipo de animal (bovino, porcino, ovino, caprino, conejo, aves, etc.). Además, es necesario conocer los tipos de sistema bajo los cuales se gestiona a los animales, ya que la cantidad de emisiones generadas, también depende de este factor.

Debido a que no se cuentan con factores de emisiones propios para el país para agricultura y ganadería, la herramienta del proyecto utiliza los factores de emisión por defecto del IPCC definidos para la región de Latinoamérica, seleccionando aquellos establecidos para las condiciones climáticas del Municipio de Xalapa, que son consideradas templadas bajo estándares del IPCC (temperatura promedio entre $15^{\circ}C$ y $25^{\circ}C$).

Para el cálculo de las emisiones del **Subsector Usos del Suelo y cambios de Usos del Suelo**, se siguió la metodología establecida por las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI, Módulo 5, tal y como aconseja el GPC 2012 Basic+. A pesar que la metodología está desarrollada para el cálculo de emisiones a nivel nacional, se ha adaptado para hacer los cálculos a nivel municipal. Las emisiones asociadas a este sector provienen de los cambios de biomasa en bosques y otros

tipos de vegetación leñosa, las emisiones procedentes de la conversión de bosques y praderas, la quema *in situ* de bosques y el abandono de tierras cultivadas. Se ha asumido que no hay cambios en los manejos de las tierras de cultivos que pudieran generar absorciones o emisiones debido al desconocimiento de las prácticas de gestión aplicadas, sin embargo, sí se han calculado las emisiones / absorciones generadas en el carbono orgánico del suelo como consecuencia de los cambios de usos ocurridos.

La incertidumbre de los cálculos del sector está relacionada con los factores de emisión utilizados, la variabilidad natural, los datos de actividad, la falta de cobertura de las mediciones, la agregación espacial y la falta de información específica sobre las prácticas en el campo.

Sector Residuos

Para los cálculos del sector residuos se siguieron las Directrices del IPCC, tal y como aconseja el GPC 2012 Basic+. Las emisiones asociadas a este sector provienen de la disposición de desperdicios sólidos en tierra, el tratamiento de aguas residuales, los efluentes y lodos industriales y los excrementos humanos.

La metodología requiere datos sobre la generación de residuos y los tipos de desechos generados. Además, la herramienta distingue en función del método de recolección de los residuos: recogida selectiva o en masa. Para el caso de la recogida selectiva, se calculan las emisiones derivadas del compostaje, y aquellas reducidas por los procesos de reciclaje del papel, cartón, envases y vidrio. Por otro lado, para la recogida en masa se calculan emisiones generadas por tratamientos mecánicos y biológicos, por incineración y por deposición en vertedero. La recogida selectiva en el Municipio es aún limitada, gestionándose en vertedero el 100% de los residuos generados.

Siguiendo la metodología, se analizaron las emisiones generadas a partir de los residuos sólidos, tratados en vertedero. Respecto a las emisiones asociadas a las

aguas residuales, éstas se han calculado en función de la población existente en el área de estudio según los parámetros que marca el IPCC. Respecto a las emisiones de los efluentes y lodos industriales, se puede decir que se considera insignificante ya que como se ha explicado anteriormente se considera que las industrias que pueden causar dicho tipo de efluente no se encuentran en el área de estudio.

La incertidumbre de los cálculos del sector proviene no solo de los factores de emisión utilizados, sino también de la falta de caracterización de los residuos. Además, la falta de servicios de recogida para toda la población también genera incertidumbre sobre las cantidades generadas.

Recolección de datos

En base a la metodología seleccionada para aplicar en el estudio y al análisis de priorización de cada sector, se determinó la información necesaria para poder llevar a cabo el inventario de emisiones de GEI del Municipio de Xalapa. Se elaboraron hojas de Excel de recolección de datos para cada uno de los sectores con el objetivo de recolectar la información histórica anual que permita evaluar la tendencia de sus datos de actividad. La siguiente figura muestra un ejemplo de las hojas de recolección de datos elaboradas, en este caso para el sector transporte.

Figura 24. Ejemplo de hoja de recolección de datos – transporte en carretera.

CONSUMO DE COMBUSTIBLES											
Flota del Ayuntamiento o la Alcaldía	Combustibles	Tipo de consumo	Unidad	Años							
		Gasoleo	Galones	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
		Gasolina	Galones								
		Gas natural	kWh								
		Biodiesel	Galones								
		Otros combustibles (especificar)	especificar								
Transporte público	Combustibles	Tipo de consumo	Unidad	Años							
		Gasoleo	Galones	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
		Gasolina	Galones								
		Gas natural	kWh								
		Biodiesel	Galones								
		Otros combustibles (especificar)	especificar								
Transporte privado y de servicios (incluyendo la flota del Ayuntamiento o Alcaldía y el transporte público)	Combustibles	Tipo de consumo	Unidad	Años							
		Gasoleo	Galones	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
		Gasolina	Galones								
		Gas natural	kWh								
		Biodiesel	Galones								
		Otros combustibles (especificar)	especificar								

Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Adicionalmente a la información proporcionada por las autoridades locales, también se llevó a cabo un análisis exhaustivo sobre documentación disponible en diferentes entidades y secretarías del país, con el objetivo de obtener la mayor cantidad y calidad de datos posible. En todos los sectores se buscaron los datos primarios, seleccionando siempre los más acertados. En el caso particular de que algún sector no contara con datos municipales, se procedió a buscar a los siguientes niveles: estatal, nacional, regional, etc. Todos los datos considerados han sido evaluados para verificar su autenticidad y validar la fuente. En base a ello, se determinó la metodología propia a utilizarse para cada uno de los sectores.

El **Anexo I** presenta una tabla que muestra un resumen de las principales fuentes de información utilizadas por sector para la obtención de los datos necesarios para el desarrollo del inventario de emisiones de GEI del municipio de Xalapa.

Respecto a las sucesivas actualizaciones del inventario de emisiones de GEI, a continuación se plantean las opciones que a priori se consideran las más realistas y oportunas:

Las competencias del desarrollo de la actualización del inventario de emisiones de GEI del municipio pueden llevarse a cabo de dos maneras diferentes:

1- Subcontratar a un técnico de cambio climático especializado en inventarios de emisiones, que trabaje de la mano de un representante de la municipalidad, quien deberá darle apoyo para la obtención de datos, revisión de entregables y publicación de los resultados.

2- Delegar a un Responsable de parte de la Municipalidad, así como a un departamento de la Universidad encargado de ver temas de medioambiente y cambio climático. El delegado de la Municipalidad debe trabajar de la mano con el equipo de la Universidad para desarrollar la actualización periódica del Inventario de emisiones de GEI. La municipalidad tendrá un rol de apoyo en la recolección de datos y en la

revisión de los entregables, mientras el equipo de la Universidad, estará a cargo del desarrollo del trabajo técnico y redacción del informe del periodo que incluye un análisis con inventarios de periodos previos. Finalmente, será la Municipalidad quien se encargue de la publicación y divulgación de los resultados, contando siempre con el apoyo de la Universidad para la presentación del mismo.

Como recomendación, se sugiere la implementación de la Opción 2 ya que ésta permitirá una alianza institucional/académica, y garantizará la formación de más profesionales del municipio en la realización del cálculo de las emisiones para el Inventario de Emisiones de GEI, garantizando la continuidad del proyecto.

Figura 25. Opciones de coordinación para la actualización del inventario de emisiones de GEI.

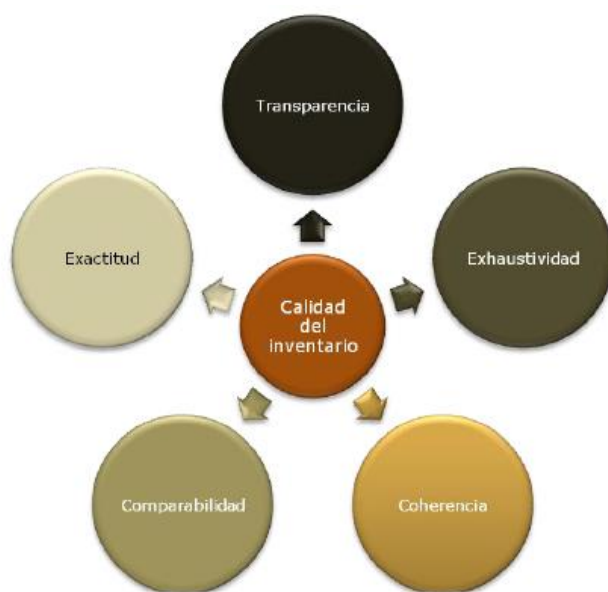


Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Anexo IV. Conclusiones y recomendaciones en relación al inventario de emisiones de GEI del área de estudio

Un inventario de emisiones de GEI constituye una herramienta de cuantificación de las emisiones asociadas a las diferentes actividades económicas desarrolladas en el área de estudio. Además, posibilita la identificación de los sectores más relevantes en términos de generación de emisiones, y la determinación de la fuente de emisiones principal dentro de cada uno de ellos. Para que un inventario cumpla los requisitos de calidad marcados por el GPC 2012 Basic + de ICLEI, y por lo tanto, las Directrices del IPCC debe prestar especial atención a una serie de conceptos, los cuales se representan en la siguiente figura.

Gráfica 29. Conceptos a tener en cuenta para mantener la calidad del inventario.



Fuente: Factor CO₂ – IH Cantabria (2014).

Transparencia: existe suficiente documentación clara para que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan cómo se compiló el mismo.

Exhaustividad: se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases.

Coherencia: se realizan las estimaciones para diferentes años, gases y categorías de inventarios, de tal forma que las diferencias de resultados entre los años y las categorías reflejan las diferencias reales en las emisiones.

Comparabilidad: se declara el inventario de gases de efecto invernadero de forma tal que permite su comparación con los inventarios de gases de efecto invernadero correspondientes a otros municipios.

Exactitud: el inventario de gases de efecto invernadero no contiene estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse.

A continuación se plantean las recomendaciones para la mejora del inventario de Xalapa teniendo en cuenta los principios que rigen la calidad de los inventarios:

Transparencia: El presente documento y la hoja de cálculo desarrollada para la cuantificación de las emisiones de GEI permitirán comprender la forma en la que se desarrolló el inventario a las personas o grupos que no participaron en su compilación. Por lo tanto, se considera que el concepto de transparencia se cumple.

Exhaustividad: En el presente inventario se declaran todas las categorías pertinentes de fuentes de emisiones y sumideros, y de gases de efecto invernadero a excepción de las emisiones de procesos industriales debido a la falta de información relativa a las mismas. Por ello, a pesar de que el sector industrial no tiene elevada importancia en el municipio, se recomienda que para sucesivas actualizaciones del inventario de emisiones de Xalapa se incrementen los esfuerzos municipales para incluir dicha fuente de emisión en las mismas.

Coherencia: Se cumple el principio de coherencia ya que se realizan las estimaciones para diferentes años, gases y categorías de inventarios, de tal forma que las diferencias de resultados entre los años y las categorías reflejan las diferencias reales en las emisiones obteniéndose una serie temporal coherente.

Comparabilidad: la metodología de cálculo y la declaración de las emisiones de GEI se ha planteado de tal forma que permita la comparación entre municipios. Asimismo, teniendo constancia de que en otros municipios se han priorizado datos nacionales sobre los estatales para los consumos de electricidad, se han utilizado los datos nacionales manteniendo la comparabilidad de inventarios.

Exactitud: La mayor parte de los datos utilizados para la estimación de las emisiones de GEI provienen del nivel nacional. Con ánimo de disponer de una visión más cercana a la realidad municipal, se recomienda al Ayuntamiento de Xalapa que invierta esfuerzos en la recopilación de datos municipales para los distintos sectores. Sin embargo, conscientes de que la recopilación de datos municipales y más aún la creación de sistemas de recopilación de datos puede ser muy costosa y tediosa, se recomienda comenzar con los sectores que han resultado prioritarios en términos de emisiones de GEI, es decir, los sectores transporte, residuos y residencial. En una segunda fase, podría plantearse la mejora de la recopilación de datos a nivel municipal para los sectores servicios, industrial y USCUS que han presentado una prioridad media. Dejando para la última fase los sectores agrícola y pecuario, los cuales han presentado una prioridad baja.

Como se mencionó anteriormente, el inventario permite identificar los principales sectores emisores dentro del municipio, así como la fuente exacta de las emisiones. De esta forma, se facilita también la definición de medidas para la reducción de emisiones de GEI. La priorización de los distintos sectores en función de las emisiones de GEI se incluye en el siguiente apartado bajo el epígrafe: 4.2. Priorización de sectores.

Asimismo, a continuación se añaden una serie de conclusiones más concretas referidas al inventario de GEI de Xalapa:

- **La metodología final de este estudio fue diseñada en base a las características propias del área de estudio** y considerando factores como la disponibilidad de información. Todos los cálculos se basaron en la metodología GPC 2012 Basic + de ICLEI.
- **La falta de datos a nivel municipal** ha aumentado el nivel de incertidumbre en el cálculo de las emisiones de la mayor parte de los sectores (a excepción del sector residuos y el sector agropecuario para el año 2007), ya que al no

contar con datos de actividad propios del área de estudio, se ha requerido utilizar datos a nivel nacional o estatal junto con métodos de interpolación y extrapolación para estimar los del área de estudio.

- *Se recomienda que las autoridades locales gestionen la obtención de datos estadísticos actualizados del municipio para sus diferentes actividades económicas (consumos de combustibles fósiles, cabezas de ganado, áreas cultivadas, etc.). Contar con datos específicos del municipio reduciría la incertidumbre del presente estudio.*
- **El sector transporte es que más emisiones de GEI asociadas presenta.** Por ello, se presenta como un sector hacia el que habría que enfocar esfuerzos para reducir las emisiones de GEI, lo cual tendría un gran impacto sobre las emisiones de GEI totales del municipio.
- Los sectores **transporte y AFOLU son los que mayor variabilidad porcentual presentan a lo largo del periodo** estudiado, mientras que el resto de sectores permanece más o menos constante.
- **El sector agropecuario resulta un sector no prioritario debido, entre otras cuestiones económicas, a la baja importancia relativa de las emisiones de este sector.** Sin embargo, se debe tener en cuenta que es un sector importante para algunas zonas del área de estudio que son puramente agrícolas.
- El **sector servicios**, por su parte, también se ha mantenido con una participación constante en la generación de emisiones de un 3%. **Entre el 50% y el 60% de sus emisiones están asociadas con el consumo de electricidad.**
- Finalmente el sector de los residuos, ha generado alrededor de un 16% de las emisiones a lo largo del 2005 al 2011. **Las emisiones del sector se deben a**

la falta de tratamientos adecuados para los desechos, los cuales son destinados casi en su totalidad a vertederos.

Para que el cálculo del sector residuos sea más preciso, se requiere tener datos municipales sobre la generación de residuos (actualmente se tienen datos de la cantidad de residuos que ingresa en el vertedero), la tipología y composición de los residuos.

Como se mencionó anteriormente, el inventario permite identificar los principales sectores emisores dentro del municipio, así como la fuente exacta de las emisiones. De esta forma, se facilita también la definición de medidas para la reducción de emisiones de GEI. A continuación se presentan algunas ideas de tecnologías punteras para la reducción de emisiones en los diferentes sectores, iniciando con el sector que genera la mayor parte de las emisiones y finalizando con el que menos genera.

- ✓ **Sector transporte:** los esfuerzos de las autoridades locales, definitivamente deberían de orientarse a este sector. Actualmente existen diferentes medidas que pueden ayudar a reducir las emisiones del sector transporte. Un ejemplo de ello es la implementación de un sistema de Bus de Transito Rápido (BRT por sus siglas en inglés), el cual agilizaría el desplazamiento de las personas, sustituiría unidades de transporte colectivo poco eficientes, reduciría los costos de mantenimiento y reduciría principalmente los consumos de combustibles fósiles.
- ✓ **Sector industria:** el sector industria no tiene excesiva importancia en el área de estudio debido a la tendencia de Xalapa hacia el sector servicios. Aún así, debido a que sus emisiones están asociadas a los consumos de fuel oil y de electricidad, se puede pensar en tecnologías de energías renovables, cogeneración y/o eficiencia energética que resulten en un mejor aprovechamiento de los recursos y que reduzcan las emisiones generadas.

- ✓ **Sector AFOLU:** los sectores agrícola y pecuario requieren menos atención que el resto de sectores, sin embargo, el sector USCUS tiene gran importancia en el área de estudio debido al crecimiento de la mancha urbana. Además, las emisiones de dicho sector están relacionadas con las emisiones futuras de los sectores residencial, servicios e industria ya que a mayor zona urbanizada mayor incremento de emisiones sufrirán dichos sectores.

La implementación de medidas en el sector agropecuario es más difícil, ya que muchas veces puede chocar con las costumbres culturales del sector o adicionar costos.

- ✓ **Sector residencial:** se pueden implementar medidas, especialmente relacionadas con la eficiencia energética y el uso de energías renovables para autoconsumo. Tecnologías como la solar termoeléctrica están teniendo gran aceptación en otros países. Otras opciones incluyen la solar fotovoltaica o la eólica, sin embargo, éstas pueden resultar un poco más costosas que la solar termoeléctrica. Además, también se pueden implementar medidas para reducir los consumos de electricidad mediante focos más eficientes y/o campañas de sensibilización a la población.
- ✓ **Sector servicios:** a pesar de que el sector servicios se encuentra en un nivel de importancia por debajo del residencial y muy por debajo del sector transporte e industria, es un sector que puede implementar medidas de la mano del sector residencial. Además, es un sector muy relevante en Xalapa como sector económico. Al generar sus emisiones debido al elevado consumo de electricidad (alrededor de un 50-60%), el sector debería orientar medidas primordialmente hacia la eficiencia energética y al ahorro de energía a través del uso de tecnologías más eficientes y de campañas de sensibilización a los empresarios, comerciantes y población en general.

- ✓ **Sector residuos:** finalmente, en el sector residuos se deberían plantear medidas de reducción de generación así como medidas de cambio de gestión hacia unas prácticas más sustentables.

La recogida de datos para la actualización del inventario de emisiones de GEI, idealmente, se debe hacer de manera anual, tomando datos para cada una de las fuentes de emisión contabilizadas en cada uno de los sectores. A continuación se presentan unas tablas orientativas por sector para facilitar la recogida de datos para la actualización del inventario de emisiones de GEI del municipio de manera anual

Anexo V. Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Detalles Adicionales.

Medidas, Reducción de GEI, Beneficiarios, Presupuesto y Detalles

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Objetivos	Beneficiarios de la Medida (cantidad)		Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
									Directos	Indirectos		
Energía	Realización de acciones de utilización de energías renovables en el municipio	Promover la producción de biocombustibles a partir de los residuos de aceite comestible usado	150840	Litros de aceite usado recolectado	333.36	Subdirección de Medio Ambiente	Campaña La Energía de la Gente (Gobierno Estatal). Nuestra capital en movimiento (Municipal).	Evitar la contaminación del agua.	100 establecimientos	424,755 habitantes (2010)	\$20,000	Municipal
			120672	Litros de biodiesel producidos				Generar combustible a partir de un residuo				
		Instalación de Celdas Fotovoltaicas en edificios públicos del Ayuntamiento	11	Edificios	58.33	CMAS		Incrementar la producción energética renovable de Xalapa mediante la instalación de celdas solares fotovoltaicas en los techos de diferentes edificios, logrando un autoabastecimiento parcial de estos edificios.	15,000 habitantes	424,755 habitantes (2010)	\$938,429	Federal, Estatal y Municipal.
			100,100	kWh/año								
		Instalación de calentador solar en viviendas a partir 2016 para dar cumplimiento al Reglamento de desarrollo urbano, capítulo de sustentabilidad	200	Sistemas de calentamiento o solar instalado	76.00	Dirección General de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente	Reglamento de Desarrollo Urbano. Edificación Sustentable (SEDEMA)	Además de un ahorro económico para las familias que verán rápidamente recuperada su inversión, una reducción de las emisiones de GEI municipales.	800	424,755 habitantes (2010)	\$3,000,000	Privado y Municipal
			200	Cantidad de viviendas con calentador solar								

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Objetivos	Beneficiarios de la Medida (cantidad)		Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
									Directos	Indirectos		
Acciones de uso eficiente de la energía y eficiencia energética		Programa de estufas ahorradoras de leña en la zona rural	90	Estufas ahorradoras instaladas	0.14	Subdirección de Medio Ambiente	Programa de Empleo Temporal de SEMARNA T	Utilización eficiente de este recurso. Disminuir los costos de obtención del combustible. Contribuir a la disminución de la deforestación de las regiones rurales	90 usuarios	424,755 habitantes (2010)	\$540,000	Municipal
		Participación del ayuntamiento en la iniciativa "La hora del planeta" WWF	1226	Lamparas apagadas	1.14	Todas las áreas del Ayuntamiento	Campaña global de movilización y lucha contra el cambio climático (WWF)	Concientizar a la población mediante un apagón global el cuál además de ahorrar energía eléctrica, reduce los GEI.	1226	424,755 habitantes (2010)	\$0	Municipal. Internacional (WWF)
		Eficiencia energética en alumbrado público	4187	Luminarias con sistema LED instaladas	374.02	Alumbrado público		Reducir el consumo energético. Por lo consiguiente reducción de las emisiones de GEI a la atmósfera asociadas con el consumo eléctrico.		424,755 habitantes (2010)	\$1,500,000	Municipal
		Eficiencia energética en las oficinas administrativas del Ayuntamiento de Xalapa (Meta al 2030)	14,353	Luminarias ahorradoras de energía	146.53	Alumbrado público	Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal	Reducir el consumo energético. Por lo consiguiente reducción de las emisiones de GEI a la atmósfera asociadas con el consumo eléctrico.		424,755 habitantes (2010)	\$38,844,683	Municipal

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Objetivos	Beneficiarios de la Medida (cantidad)		Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
									Directos	Indirectos		
Residuos	Realización de acciones para el manejo adecuado y eficiente de residuos y la reducción de residuos desde la generación	Realización de composta	1	Toneladas	1.00	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable. Huertos Urbanos.	Reducir el volumen de materia orgánica que ingresa a los Rellenos Sanitarios. Alternativa al uso de fertilizantes químicos cuya contaminación edáfica puede alterar los ciclos biogeoquímicos propiciando aumento en las emisiones de GEI.	424,755 habitantes (2010)	424,755 habitantes (2010)	\$72,000	Municipal
		Campaña de acopio de residuos electrónicos	4.99	Toneladas	49.90	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT		Disponer adecuadamente de aparatos electrónicos, evitando así daños al ambiente y a la salud de las personas. Reutilizar algunos componentes de los aparatos tales como: plásticos, vidrios, piezas electrónicas, etc.	1000	424,755 habitantes (2010)	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Compra de vehículos recolectores de basura	5	Vehículos	N/A	Limpia pública	Nuestra Capital de Servicios Públicos de Calidad	Optimizar la recolección de residuos en el municipio.	424,755 habitantes (2010)	424,755 habitantes (2010)	\$7,500,000	Municipal

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Objetivos	Beneficiarios de la Medida (cantidad)		Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
									Directos	Indirectos		
		Campaña de acopio de recolección de vidrio	33	Toneladas	99.00	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS		Fomentar la reutilización y reciclaje de dicho componente. Contribuir a la reducción de recursos y energía en la fabricación de vidrio.	1000	424,755 habitantes (2010)	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Campaña de acopio de recolección de árboles de navidad	61885	Árboles acopiados	2122.66	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS		Reducir la disposición final de residuos en el relleno sanitario para prolongar la vida útil y reducir emisiones de GEI a la atmósfera	15471	424,755 habitantes (2010)	\$100,000	Municipal / Estatal
		Campaña de acopio de recolección de Tetrapack	6.55	Toneladas	1.31	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS		Reducir la disposición final de residuos en el relleno sanitario para prolongar la vida útil y reducir emisiones de GEI a la atmósfera	1000	424,755 habitantes (2010)	\$24,000	Municipal / Estatal / Federal / Privado
		Campaña de acopio de medicamentos caducos	3.04	Toneladas	N/E	Subdirección de Medio Ambiente. SEMARNAT. SEDEMA. SS			1000	424,755 habitantes (2010)	\$24,000	Municipal / Federal / Privado

Sector	Medida de Mitigación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Reducción de Emisiones de GEI (toneladas de CO ₂ e/año)	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Objetivos	Beneficiarios de la Medida (cantidad)		Presupuesto requerido (pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
									Directos	Indirectos		
		Instalar Contenedores (Orgánico e Inorgánico)	250	Número de contenedores instalados	N/A	Subdirección de Medio Ambiente		Capacitar a la sociedad en una cultura de separación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos). Actividad que se lleva en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	25000	424,755 habitantes (2010)	\$1,250,000	Federal
Transporte	Impulso a acciones para promover la movilidad no motorizada	Movilidad no Motorizada (Bicis y caminar)	400	Usuarios que utilizan bicicleta como medio de transporte	1400.00	Movilidad	Nuestra capital en movimiento	Disminuir emisiones de CO ₂ . Mejorar la calidad de aire.	400	424,755 habitantes (2010)	\$1,420,000	Municipal
Recursos Naturales	Acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad	Reforestación de Áreas Verdes Urbanas y Rurales	39876	Árboles plantados y donados	478.51	Subdirección de Medio ambiente	Nuestra capital del Desarrollo Sustentable. Nuestra Capital Verde y Bella.	Aumentar la captación de agua. Disminuir la erosión de la tierra. Proveer mayor habitat para fauna silvestre (aves, ardillas).		424,755 habitantes (2010)	\$800,000	Municipal y Federal (CONAFOR)
Comercial	Licencia de funcionamiento ambiental	Regularización de establecimientos comerciales	500	Licencias de funcionamiento ambiental (Cantidad de comercios con manejo adecuado de residuos / con acciones de emisiones a la atmosfera)	N/E	Subdirección de Medio Ambiente		Promover acciones ambientales en comercios del municipio	500	424,755 habitantes (2010)	\$40,000	Municipal
TOTAL					5142						\$993,611,692	

Anexo VI. Medidas de Adaptación al Cambio Climático

Medidas y Presupuesto

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (Pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Biodiversidad y Recursos Naturales	Acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad	Reforestación de Áreas Verdes Urbanas y Rurales	39876	Árboles plantados y donados	Subdirección de Medio Ambiente	\$800,000	Municipal y Federal (CONAFOR)
	Impulso de acciones para la conservación de áreas naturales	Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el área de Quetzalapan-Sedeño	2.5	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	\$10,000	Municipal
		Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el Parque Urbano La Estación	5.67	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	\$10,000	Municipal
		Realizar acciones en el marco de lo establecido en el Decreto del Área Natural Protegida en la Categoría de Corredor Ecológico Multifuncional: Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz	100	Hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano	\$200,000	Municipal
	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas	Proyecto de Adaptación basado en Ecosistemas en el marco del Colector Pluvial "Fernando Gutiérrez Barrios"	8	acciones	Subdirección de Medio Ambiente	\$19,000,000	Internacional

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Presupuesto requerido (Pesos)	Fuente de Recursos (Federal, Estatal, Municipal, Internacional, Otros)
Ordenamiento Urbano y Ecológico	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en comunidades	Inclusión y publicación de un capítulo de sustentabilidad en el reglamento de desarrollo urbano de Xalapa	1	Cantidad de modificaciones al Reglamento	Subdirección de Medio Ambiente	\$200,000	Municipal / Estatal / Internacional
		Participación en el Programa de Ordenamiento Ecológico para la Región Capital de Xalapa	1	Programa	Subdirección de Medio Ambiente. Subdirección de Desarrollo Urbano	\$5,000,000	Estatal / Municipal / Privado
Social	Implementación de acciones de Educación Ambiental	Llevar a cabo talleres en escuelas, en temas ambientales y para hacer frente al cambio climático	296,000	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente.	\$500,000	Municipal
		Impartir talleres de huertos urbanos	10,500	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente	\$40,000	Municipal
	Fomento acciones para apoyar a la poblaciones en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos	Establecer un seguro para viviendas afectadas por algún fenómeno hidrometeorológico	88,559	Hogares asegurados	Tesorería	7,000,000	Municipal
Agua	Promoción de acciones para reducir el consumo de agua	Promover la instalación de colectores de agua pluvial	31	Colectores de agua pluvial instalados	CMAS	\$240,201,526	Federal/Municipal
						\$272,961,526	

Medidas y Detalles

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Hipótesis del Impacto Esperado de la Medida		Beneficiarios de la Medida (cantidad)	
							¿A qué impactos de cambio climático responde la medida? (impacto/amenaza atacado)	¿Cuáles serían los efectos / beneficios de la medida?	Directos	Indirectos
Biodiversidad y Recursos Naturales	Acciones de reforestación con la participación de todos los sectores de la sociedad	Reforestación de Áreas Verdes Urbanas y Rurales	39876	Árboles plantados y donados	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable. Nuestra Capital Verde y Bella.	Erosión del suelo. Pérdida de cobertura vegetal. Deslizamientos	Ayudar a evitar la erosión del suelo. Aumentar la captación del agua. Regular el microclima. Mejorar la calidad de aire. Mayor refugio para la fauna silvestre (aves).		424,755 habitantes (2010)
	Impulso de acciones para la conservación de áreas naturales	Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el área de Quetzalapan-Sedeño	2.5	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable. Nuestra Capital Verde y Bella. SEDEMA. Áreas Naturales Protegidas	Pérdida de las Áreas Verdes (Cinturón verde) de Xalapa. Cambios en la Temperatura. Islas de Calor.	Mayor disponibilidad de agua. Regular el micro clima. Conservación de biodiversidad	1,757 hab	424,755 habitantes (2010)

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Hipótesis del Impacto Esperado de la Medida		Beneficiarios de la Medida (cantidad)	
							¿A qué impactos de cambio climático responde la medida? (impacto/amenaza atacado)	¿Cuáles serían los efectos / beneficios de la medida?	Directos	Indirectos
		Declarar como Área Natural Protegida (ANP) el Parque Urbano La Estación	5.67	hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable. Nuestra Capital Verde y Bella. SEDEMA. Áreas Naturales Protegidas	Pérdida de las Áreas Verdes (Cinturón verde) de Xalapa. Cambios en la Temperatura. Islas de Calor.	Mayor disponibilidad de agua. Regular el micro clima Conservación de biodiversidad		424,755 habitantes (2010)
		Realizar acciones en el marco de lo establecido en el Decreto del Área Natural Protegida en la Categoría de Corredor Ecológico Multifuncional: Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz	100	Hectáreas	Subdirección de Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable. Nuestra Capital Verde y Bella. SEDEMA. Áreas Naturales Protegidas	Cambios de Temperatura. Islas de Calor. Reducción en la disponibilidad de agua. Deslizamientos de suelo	Mayor disponibilidad de agua. Regular el micro clima Conservación de biodiversidad		424,755 habitantes (2010)

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Hipótesis del Impacto Esperado de la Medida		Beneficiarios de la Medida (cantidad)	
							¿A qué impactos de cambio climático responde la medida? (impacto/amenaza atacado)	¿Cuáles serían los efectos / beneficios de la medida?	Directos	Indirectos
	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas	Proyecto de Adaptación basado en Ecosistemas en el marco del Colector Pluvial "Fernando Gutiérrez Barrios"	8	acciones	Subdirección de Medio Ambiente	SEDEMA. Agendas Sectoriales de Cambio Climático	Cambios de Temperatura. Islas de Calor. Reducción en la disponibilidad de agua. Deslizamientos de suelo. Inundaciones	Mayor disponibilidad de agua. Regular el micro clima. Conservación de biodiversidad. Reducción de inundaciones	12722	424,755 habitantes (2010)
Ordenamiento Urbano y Ecológico	Realización de acciones de adaptación al cambio climático basado en comunidades	Inclusión y publicación de un capítulo de sustentabilidad en el reglamento de desarrollo urbano de Xalapa	1	Cantidad de modificaciones al Reglamento	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Crecimiento Sustentable (6. Instrumentar políticas públicas en reglamentos que fomenten acciones de mitigación y adaptación ante efectos del cambio climático).	Cambios de Temperatura. Islas de Calor. Reducción en la disponibilidad de agua. Deslizamientos de suelo. Inundaciones	Reducir los impactos ambientales de la construcción		424,755 habitantes (2010)

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Hipótesis del Impacto Esperado de la Medida		Beneficiarios de la Medida (cantidad)	
							¿A qué impactos de cambio climático responde la medida? (impacto/amenaza atacado)	¿Cuáles serían los efectos / beneficios de la medida?	Directos	Indirectos
		Participación en el Programa de Ordenamiento Ecológico para la Región Capital de Xalapa	1	Programa	Subdirección de Medio Ambiente. Subdirección de Desarrollo Urbano	Nuestra Capital del Crecimiento Sustentable (6. Instrumentar políticas públicas en reglamentos que fomenten acciones de mitigación y adaptación ante efectos del cambio climático).	Cambios de Temperatura. Islas de Calor. Reducción en la disponibilidad de agua. Deslizamientos de suelo. Inundaciones	Reducir los impactos ambientales del desarrollo urbano y protección de áreas prioritarias para la conservación	424,755 habitantes (2010)	
Social	Implementación de acciones de Educación Ambiental	Llevar a cabo talleres en escuelas, en temas ambientales y para hacer frente al cambio climático	296,000	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente.	Nuestra Capital del Crecimiento Sustentable (5. Capacitar a la Sociedad Civil sobre el Cambio Climático)	Cambios de Temperatura. Islas de Calor. Reducción en la disponibilidad de agua. Deslizamientos de suelo. Inundaciones	Mayor disponibilidad de agua. Regular el micro clima. Conservación de biodiversidad. Reducción de inundaciones	296000	424,755 habitantes (2010)
		Impartir talleres de huertos urbanos	10,500	Personas capacitadas	Subdirección de Medio Ambiente	Nuestra Capital del Desarrollo Sustentable.	Deslizamientos. Escasez de alimentos	Disminuir el acelerado proceso de cambio de		424,755 habitantes (2010)

Sector	Medida de Adaptación	Acciones Desarrolladas dentro de la Medida	Meta al 2017	Unidad de Medida de la Meta	Área del Municipio que Aplicará la Medida	Con que programas se vincula	Hipótesis del Impacto Esperado de la Medida		Beneficiarios de la Medida (cantidad)	
							¿A qué impactos de cambio climático responde la medida? (impacto/amenaza atacado)	¿Cuáles serían los efectos / beneficios de la medida?	Directos	Indirectos
						Nuestra Capital Verde y Bella.		uso de suelo. Detener la erosión del suelo. Se podrá producir alimento en espacios más pequeños para autoconsumo. Alternativa a la agricultura tradicional		
	Fomento acciones para apoyar a la poblaciones en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos	Establecer un seguro para viviendas afectadas por algún fenómeno hidrometeorológico	88,559	Hogares asegurados	Tesorería	"Mi Hogar Seguro"	Fenómenos hidrometeorológicos y climáticos	Proveer un hogar seguro a los habitantes	88,559 Hogares	424,755 habitantes (2010)
Agua	Promoción de acciones para reducir el consumo de agua	Promover la instalación de colectores de agua pluvial	31	Colectores de agua pluvial instalados	CMAS	Nuestra Capital de Servicios Públicos de Calidad	Reducción en la disponibilidad de agua	Aumentar la disponibilidad de agua		424,755 habitantes (2010)

