Inventario Municipal de Emisiones de Gases Invernadero

Mérida
Ciudad Blanca
AYUNTAMIENTO 2015-2018

Embajada Británica en México

WRI MÉXICO

WRI MÉXICO

Embajada Británica en México

Mérida Ciudad Blanca
AYUNTAMIENTO 2015-2018

WORLD RESOURCE INSTITUTE (WRI)

El World Resources Institute es una organización técnica global que convierte las grandes ideas en acciones: Establecemos vínculos entre la conservación del medio ambiente, las oportunidades económicas y el bienestar humano.

http://wrimexico.org/

UNIDAD DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Es la unidad de planeación y soporte para el impulso de la transversalidad en la ejecución de acciones que sinérgicamente promueven el desarrollo sustentable en el Municipio generando impacto y participación ciudadana.

http://www.merida.gob.mx/sustentable

Inventario Municipal de Gases de Efecto Invernadero Municipio de Mérida

Reporte Final

World Resource Institute México

Ayuntamiento de Mérida 2015-2018

Unificar esfuerzos y capital humano, económico y técnicos para realizar acciones en el marco de la mitigación y la adaptación al cambio climático en México.

Este informe fue realizado por el Departamento de Planeación Sustentable y Soporte Transversal de la Unidad de Desarrollo Sustentable con material recopilado en la "Memoria de Cálculo" elaborado por la M.C. Leticia Ramos Guillen, I.Q. Karina Leal Hernández y la M.I. Gloria Salas Cisneros, integrantes de World Resource Institute México.

Mérida
Ciudad Blanca
AYUNTAMIENTO 2015-2018

Embajada Británica en México

WRI MÉXICO

Contenido

Prefacio 5

Introducción 6

Especificaciones 8

Generalidades del municipio de Mérida 9

Resultados 11

Estrategias municipales ante el cambio climático 16

Tablas 18

Bibliografía 26

Agradecimientos 28

Prefacio

En este momento el cambio climático es uno de los fenómenos a nivel global que más repercute a nivel socioeconómico y ambiental. Escenario que motivó a distintos actores, tanto diferentes niveles de gobierno como organizaciones internacionales a unirse para hacer frente a este fenómeno y en especial a los problemas creados por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Grandes avances se han logrado a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y del Protocolo de Kioto que entró en vigor en 2005 y se renovó en 2013 hasta 2020.

México es signatario de la CMNUC presentado formalmente en 2015 sus propuestas contra el Cambio Climático (CC) Post 2020-2030, por lo cual ha obtenido una serie de compromisos como la creación de los inventarios de GEI. Ante la CMNUCC, **se han presentado seis de estos reportes**, usando la metodología del Protocolo Mundial para los Inventarios a Escala Comunitaria de Emisiones de Gases de efecto invernadero (GPC, 2006).

A nivel regional, se han iniciado esfuerzos para lograr estimar emisiones de GEI como el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Yucatán en 2005 y así identificar el impacto que ocasiona el desarrollo de la economía local en cuanto a la magnitud de emisiones. De esta manera, se identifican los sectores con alto potencial para la ejecución de acciones de mitigación, convirtiéndose en la base para dirigir apropiadamente inversiones de desarrollo sectorial en los estados y municipios.

El municipio de Mérida, es pionero en el país en iniciar un esfuerzo intersectorial en el desarrollo del inventario de GEI con esta metodología puesto que a nivel nacional solamente la Ciudad de México cuenta con uno.

Este documento presenta una introducción general de los inventarios de GEI y las metodologías del GPC, que quedan recogidas en el capítulo relacionado con la guía para la elaboración del Inventario Municipal de GEI de Mérida. Se describe la metodología del GPC, los sectores contemplados y el estado de avance de las etapas desarrolladas a la fecha.

Posteriormente, se muestra un listado de las fuentes de emisiones que fueron elegidas como objeto de estudio con base en las cualidades del municipio. Igualmente, se presentan los cálculos finales desarrollados.

Introducción

En el municipio de Mérida, se llevó a cabo el primer inventario de gases de efecto invernadero (GEI), tomando como año base el 2014. Fundamentalmente este trabajo se elaboró porqué los inventarios de emisiones de GEI son considerados instrumentos indispensables para hacer eficientes los procesos de toma de decisiones, ya que son el punto de partida para la ejecución, evaluación y ajuste de programas tendientes a mejorar los procesos de adaptación al cambio climático y calidad del aire.

La forma como se planificó y ejecutó este trabajo se fundamentó principalmente en las directrices del Protocolo Mundial para los Inventarios a Escala Comunitaria de Emisiones de Gases de efecto invernadero (GPC, 2006), a partir de una metodología de cálculo de Nivel de Alcance II. Esta metodología consideró como variable de entrada la actividad de los sectores Energía, Residuos Sólidos y Transporte, para distintos gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4 y N_2O) responsables de aumentar día tras día la problemática del calentamiento global a causa de la duración (años) y elevada concentración radiactiva de estos gases en la atmósfera.

Como resultado de este trabajo, se encontró que el sector que más emitió GEI en el municipio de Mérida durante el año 2014 fue el sector Transporte, seguido del sector Energía y Desechos con porcentajes de participación (% Gg de CO_2 eq) equivalentes a 69, 18 y 13 %, respectivamente.

Respecto a estos valores, se determinó que la participación del sector Transporte es coherente con la vocación del municipio enfocada en Servicios; el tamaño de la población y la extensión de la mancha urbana, se convierte en un punto focal para políticas encaminadas hacia la disminución de emisiones de GEI y la vinculación de los diferentes actores hacia procesos de adaptación al cambio climático.

De los subsectores considerados en la metodología GPC, en su enfoque BÁSICO Mérida cuenta con los enlistados a continuación.

- El transporte carretero es el de mayor importancia en la ciudad, y todo se da dentro del alcance uno, ya que no existe transporte carretero que consuma electricidad de la red de suministro.
- El transporte férreo se da en la ciudad, pero de manera casi despreciable y todo es de consumo de energía fósil (diésel).

En el caso del transporte carretero se obtuvo la información de la flota vehicular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) del estado de Yucatán, la cual proporcionó la cantidad de vehículos en el municipio de Mérida por año-modelo, reportando vehículos registrados desde 1929 y por tipo de combustible; hasta el 2011. La información fue reportada bajo los conceptos automóvil público y privado, camión (camioneta) pública y privada, autobús público y privado y motocicletas, se sumaron los vehículos públicos y privados.

La categoría de Energía estacionaria evalúa las emisiones correspondientes a la combustión de combustibles y fugitivas por actividades como el procesamiento o transporte de combustibles. Las emisiones por la combustión se clasifican en las siguientes subcategorías, edificación residencial, Edificación e instalaciones comerciales e institucionales, manufactura e industria de la construcción, industria de la energía y agropecuario, forestal y pesca. Las emisiones fugitivas por minado, manejo, procesamiento y transporte del carbón y por sistemas de petróleo y gas.

Las fuentes que se estimaron contemplan a todas las subcategorías mencionadas, con excepción del sector Agropecuario, ya que sólo se obtuvo información del consumo eléctrico por ser una actividad incipiente.

Los datos de actividad obtenidos para el municipio de Mérida permitieron realizar una estimación de Nivel 1, que es el nivel básico de acuerdo a la metodología del GPC (2006); ya que, aunque se contó con datos del 2014 de los consumos energéticos a nivel sectorial, no se obtuvieron datos sobre las tecnologías empleadas o factores de emisión propios.

Dentro de este sector de residuos sólidos; tratamiento biológico; incineración y quema; y aguas re-

siduales. Los subsectores estimados en este reporte son residuos sólidos, incineración y quema, y aguas residuales. Al respecto el equipo de trabajo asignado por el Ayuntamiento para colaborar en la obtención de los datos de actividad, informó que en el municipio no se da tratamiento biológico a los residuos.

Para este sector se consideró una población de 872,658 habitantes (INEGI, 1995-2010) con una tasa de crecimiento de 1.2%, así como una población urbana del 96.9% (SEDESOL,2010). El 1.35% de la población de Mérida trabaja en el sector primario, el 20.5% en el sector secundario y el 78% en el sector terciario (Mérida, 2017). De lo anterior se puede deducir que la mayor parte de los residuos generados proviene de actividades como el comercio, servicios de educación, salud y turismo, entre otros, así como de los hogares de la población.

Guía para inventarios de gases de efecto invernadero Año 2006

Un inventario de gases de efecto invernadero (GEI) tiene como meta establecer el volumen de las emisiones en una región específica atribuibles a la actividad humana es decir las emisiones antropogénicas.

Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son los que tienen la capacidad de absorber y reemitir radiación infrarroja, lo cual produce un cambio en la irradiación neta vertical sobre la Tierra al que se le denomina forzamiento radiativo. A mayor forzamiento radiativo de un GEI, mayor su potencial de calentamiento.

GEI directos

- Dióxido de carbono (CO2)
- Metano (CH4)
- Óxido nitroso (N2O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF6)

Los GEI más importantes considerados bajo la guía del GPC para los inventarios de los GEI "directos" (gases que inducen directamente al forzamiento radiativo y al calentamiento global) son: el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, los cuales están contemplados en este inventario municipal.

Fuentes de dióxido de carbono (CO_2)

La mayor fuente a nivel mundial es la quema de combustibles fósiles. El cambio en el uso del suelo y las actividades de silvicultura también son importantes, tanto para las emisiones de CO2 por deforestación como por captura de CO2 por medio de sumideros forestales. Algunos procesos de producción industrial también emiten CO2, pero estas fuentes son menos participativas dentro del inventario.
En México, la principal fuente de emisión de este gas son las categorías de quema de combustibles fósiles en especial por el sector Transporte.

Fuentes de metano (CH_4)

Las fuentes más importantes a nivel mundial son la producción de ganado, el cultivo de arroz inundado, la producción de combustibles fósiles, el procesamiento y el transporte (sobre todo, la producción de carbón y la producción y transporte de gas natural). En México, este gas es uno de los más importantes, generado por las emisiones del proceso de fermentación entérica 1 con una participación a nivel nacional del 38% sobre las emisiones totales del país.

Fuentes de óxido nitroso (N_2O)

Las emisiones de N2O son más significativas en aquellas regiones con un sector agrícola y ganadero importante, ya que provienen principalmente de la aplicación de fertilizante, la quema de biomasa y el manejo de estiércol animal.

Especificaciones

Metodología del "Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories" (GPC)

Establece los requerimientos y provee una guía para el cálculo y reporte a escala ciudad de los inventarios de emisiones de GEI, consistente con las Directrices del GPC 2006

Ofrece a las ciudades y a los gobiernos locales un marco robusto, transparente, consistente para calcular y reportar las emisiones de GEI de la ciudad.

Para la evaluación de las emisiones de GEI de un área geográfica definida, tal como una **ciudad, pueblo, provincia y estado.**

Cinco principios de contabilidad y reporte

• **Relevancia:** Priorización de los datos de actividad y reporte de emisiones de acuerdo a las prioridades locales.

• **Exhaustividad:** Asegurar que todas las categorías y todas las fuentes son incluidas o explicar el porqué de la exclusión.

• **Consistencia:** Asegurar la consistencia en enfoque, límites, fuentes de los datos, supuestos y metodologías, con el GPC, y entre los años.

• **Transparencia:** Documentación clara de las fuentes de los datos, supuestos, procedimientos y metodologías.

• **Exactitud:** Asegurar la integridad de los datos, supuestos, y cálculos, por los que los resultados son sobre estimados o subestimados. Todo lo relacionado con el manejo, compilación y reporte del inventario debe apegarse a estos principios.

Beneficio para las ciudades

• Establecimiento de metas/objetivos de mitigación
• Respalda el desarrollo de planes de acción climáticos

• Revela las oportunidades de ahorro en los costos
• Resalta sectores/fuentes/actividades responsables de las emisiones de GEI
• Seguimiento al progreso en la reducción de emisiones de GEI
• Provee evidencia para comprometer a los residentes y a los negocios para la reducción de emisiones de GEI
• Conecta las ciudades a una red internacional de buenas prácticas
• Indica el compromiso de la ciudad con los estándares internacionales de desarrollo
• Provee evidencias para habilitar el acceso a asistencia financiera (subsidios, prestamos, etc.)
• Provee a las ciudades un mensaje positivo de mercado para audiencias externas, industrias e inversionistas
• Fomenta la cooperación y construcción de capital social entre ciudadanos y el gobierno de la ciudad

Nivel de Reporte

BÁSICO 1

Deben reportar: CO_2, CH_4 and N_2O

Fuentes de emisión

• Energía estacionaria
• Transporte
• Residuos

Calidad

Evaluación de Calidad para los datos de actividad y factores de emisión usando en la estimación:
• **Alta** (A) generalmente incluye datos de actividad locales y factores de emisión detallados.
• **Media** (M) generalmente incluye factores de emisión nacionales o datos de actividad generales; y
• **Baja** (B) generalmente incluye factores de emisión internacionales/nacionales y datos de actividad generales.

Identificar los interesados y asociados.

Los socios son cualquier persona o entidad que contribuye activamente al éxito del proyecto lleva algunos de los riesgos y recompensas de un resultado exitoso
ajustar la capacidad al proyecto, como pueden ser:

• Gobierno de la ciudad del equipo de cambio climático
• Los responsables políticos
• Los compiladores del inventario
• Expertos del sector
• Consultores

Las partes interesadas, o actores clave, son cualquier persona o entidad que tiene un gran interés en el proyecto y en consecuencia está afectada por su resultado

¿Quiénes son los socios?

Los socios proporcionan un papel esencial en la elaboración de inventarios:
• Financiación de proyectos
• Planificación y la estrategia del proyecto
• El suministro de datos
• Asistencia técnica
• Comunicación de los resultados

La identificación de una red de socios es un componente crítico de la planificación del proyecto

Una red de asociación tiene unos límites flexibles podría incluir limites formales, grupos de trabajo, grupos trabajo, etc.

También redes informales, por ejemplo, con otros expertos planificador del clima de la ciudad, ciudad colegas

De dónde obtener información

General:

• Agencias de estadística gubernamentales;
• Departamentos o agencia gubernamentales;
• Reporte del inventario nacional de GEI;
• Universidades e institutos de información;
• Artículos científicos y técnicos, en libros de medio ambiente, revistas y reportes;

Específica de la ciudad:

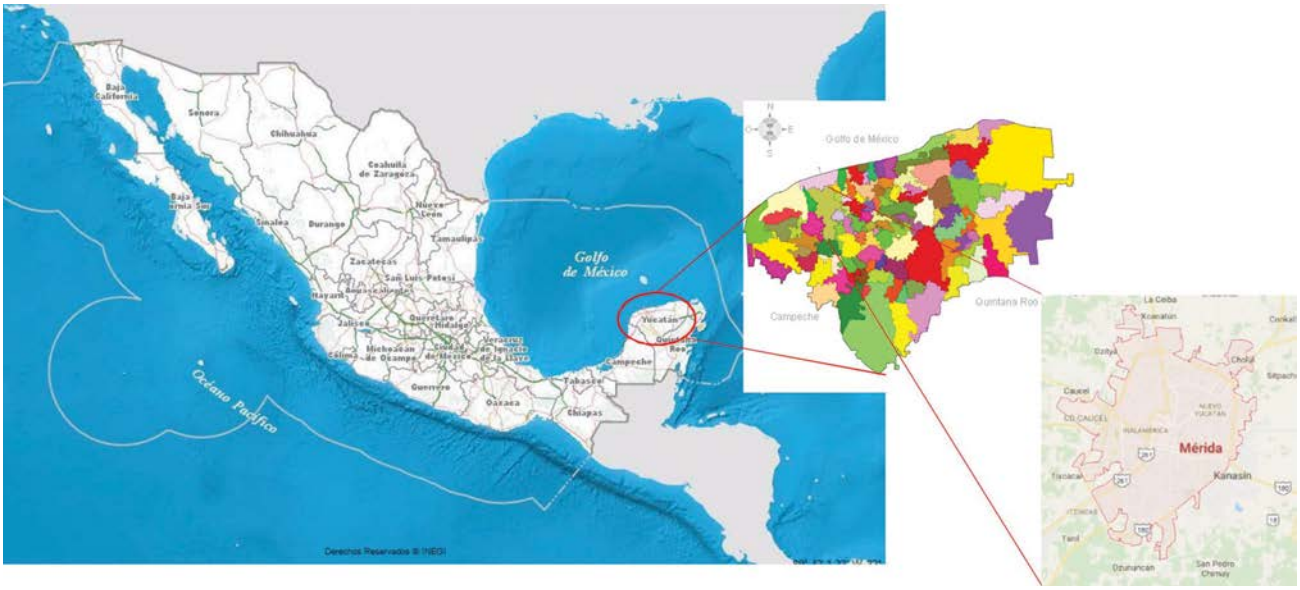
• Expertos del sector / organizaciones interesadas
• Colegas del departamento de gobierno de la ciudad (sector energía, transporte, residuos y Estadística)
• Registros fiscales de la ciudad, las tarifas de negocios
• Las encuestas locales (gastos de los hogares, el comportamiento del consumidor, el comportamiento de viaje)
• Datos de censos (población, el transporte, el tamaño del hogar, el empleo)
• Las compañías de servicios y proveedores de servicios (proveedores de energía, contratistas de residuos)

Generalidades del municipio de Mérida

El Estado de Yucatán se sitúa en el sureste de la Repúlica Mexicana, con una superficie continental de 39,612.15 km2, con 378 km de litoral, tiene una población al 2010 de 1,955,577 habitantes y cuenta con 106 municipios agrupados en 7 regiones. Su clima es cálido semiseco a lo largo del litoral y cálido subhúmedo, con lluvias en verano en el resto del estado. Tiene una temperatura media entre 25 y 35ºC. El clima suele ser un poco más fresco en invierno.

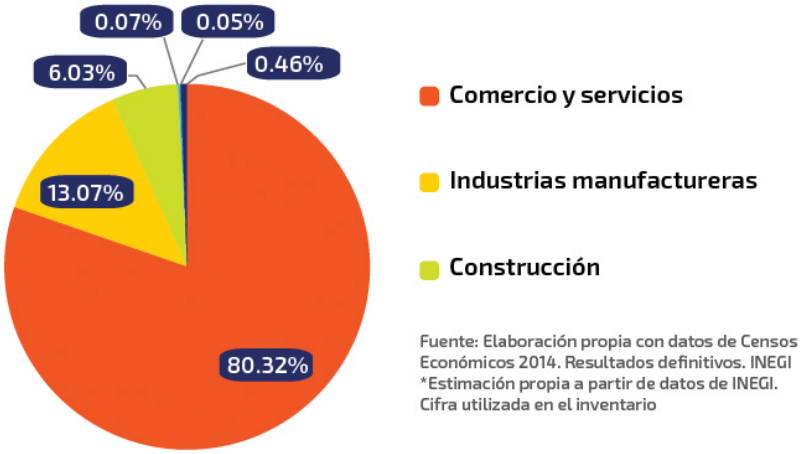
Mérida es la capital y ciudad más poblada del estado de Yucatán. Está ubicada en el municipio homónimo que se encuentra en la Zona Influencia Metropolitana o Región VI de la entidad. Se encuentra a 1318 km de la capital, Ciudad de México.

En 2010 la ciudad contaba con una población de 777 615 habitantes, lo que la convirtió en el mayor centro de población del sureste mexicano. Mérida es el centro neurálgico de la zona metropolitana en la que se encuentran conurbados cinco municipios de Yucatán y que alberga a una población de 957 883 habitantes.



Mérida en números	
Concepto	
Superficie continental	883.40 km2
Altitud	9 msnm
Superficie sembrado total	1,317 ha
Población estimada a 2014*	872,658 habitantes
Porcentaje de la población estatal	42.48
Tasa media anual de crecimiento poblacional	1.26% de 2000 a 2010
PIB estimado para el 2014*	81,557.94 millones de pesos
Porcentaje de población urbana[1]	96.9%
Generación de residuos[2]	289,139 t/año
Población con servicio de alcantarillado[3]	94.6% (A apartir de 2015 cobertura universal) 95.80% va a sistemas sépticos
Vehículos motorizados[4]	415,046 unidades
Consumo de energía eléctrica para 2014[5]	1,126 GWh

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN OCUPADA, SEGÚN DIVISIÓN OCUPACIONAL 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de Censos Económicos 2014. Resultados definitivos. INEGI
*Estimación propia a partir de datos de INEGI.
Cifra utilizada en el inventario

Resultados

Energía Estacionaria

Estas emisiones provienen de la combustión de combustible en edificios e instalaciones residenciales, comerciales e institucionales y la construcción e industrias manufactureras, así como las centrales eléctricas para generar energía suminsitrada en red. Este sector también incluye las emisiones fugitivas, que normalmente se producen durante la extracción, la transformación y el transporte de combustibles fósiles y primarios.

Se estiman emisiones de GEI generadas por actividades relacionadas con la quema, extracción y manipulación de combustibles fósiles como petróleo y sus derivados, carbón y gas natural. En cuanto a las actividades de exploración y explotación de las fuentes primarias de energía, no fueron tenidas en cuenta en este inventario, ya que según los reportes no se practican actividades como el aprovechamiento de yacimientos petroleros o del parque automotor, y se usaron datos nacionales para obtener cifras de kilómetros recorridos en promedio por modo de transporte y consumo promedio de gasolina. explotaciones de carbón a gran escala. La conversión de las fuentes primarias de energía a sus derivados o a energía eléctrica tampoco fue objeto de estudio ya que no existen refinerías en la región, y la energía eléctrica proviene de hidroeléctricas y no de la quema de combustibles fósiles como carbón o gas natural.

Los datos de actividad obtenidos para el municipio de Mérida permitieron realizar una estimación de Nivel 1, que es el nivel básico de acuerdo a la metodología del GPC (2006); ya que, aunque se contó con datos del 2014 de los consumos energéticos a nivel sectorial, no se obtuvieron datos sobre las tecnologías empleadas o factores de emisión propios.

Las emisiones consideradas son las de bióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O). Se utiliza la metodología y factores de emisión de las directrices del GPC. Esta metodología considera tres niveles de estimación, y se distingue entre ellos de acuerdo a los datos de actividad y factores de emisión. Es decir, el nivel de detalle de la información.

Para el Nivel 1 se utilizan estadísticas del combustible quemado y los factores de emisión promedio.

Los factores de emisión para la quema de combustibles corresponden a los de Nivel 1 del GPC (2006), se seleccionó el factor de emisión promedio y en el caso de haber distinción entre factores para economías desarrolladas o en desarrollo, se tomaron los correspondientes al último caso, ver **tabla 3**.

Los datos de actividad obtenidos para el municipio de Mérida fueron proporcionados por distintas dependencias gubernamentales a nivel estatal y federal, o de publicaciones estadísticas periódicas como se muestra en **tabla 1**, siendo en la **tabla 2** la que se muestran los resultados.

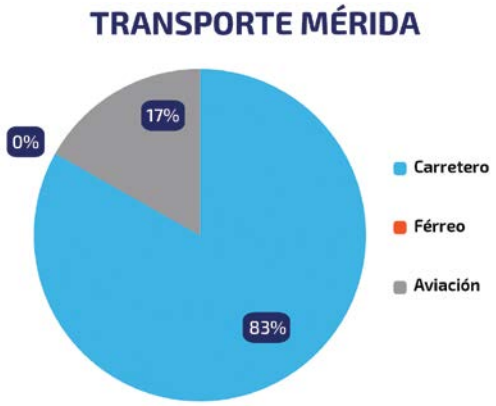
Transporte

El transporte cubre todos los viajes por carretera, ferroviarios, marítimos y aéreos, incluyendo los viajes interurbanos e internacionales. Las emisiones del GEI son producidas directamente por la combustión de combustible o indirectamente por el uso de energía suministrada en la red.

El transporte carretero es el de mayor importancia en Mérida; la aviación es el segundo tipo de transporte más importante; flota vehicular en Mérida considerada para estimar emisiones en el transporte carretero es la siguiente:

Placa vehicular	
Automóviles	272,250
Camionetas	70,512
Minibuses	1,418
Omnibuses	731
Motocicletas	70,132

El transporte carretero se siguió el enfoque de abajo, hacia arriba y la metodología ASIF (del inglés Activity -actividad-, mode Sare -modo de viaje-, Intensity -intensidad- y Fuel -combustible-). El padrón vehicular proporcionado, contiene datos bastante desagregados por tipo de vehículo, año-modelo y combustible usado; pero la eficiencia energética por año-modelo y distancias recorridas se obtuvieron de estudios e interpolaciones, por esto el nivel de la metodología usada en transporte carretero es de 2.



En el caso del transporte carretero se obtuvo la información de la flota vehicular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) del estado de Yucatán, la cual proporcionó la cantidad de vehículos en el municipio de Mérida por año-modelo, reportando vehículos registrados desde 1929 y por tipo de combustible; hasta el 2011. La información fue reportada bajo los conceptos automóvil público y privado, camión (camioneta) pública y privada, autobús público y privado y motocicletas, se sumaron los vehículos públicos y privados, en la **tabla 4** se resume la información.

Para obtener los vehículos a de 2012 a 2014, se hizo una extrapolación tomando en cuenta los datos del año 2000 al 2011, de acuerdo al comportamiento de la serie se optó por una regresión lineal. En el caso de los autobuses se desagregó en omnibuses (autobuses carga ligera) y omnibuses (autobuses de carga pesada), usando los datos de un estudio realizado en 2012 para la zona centro de México (INECC-IEE, 2012), obteniendo como datos finales los reportados en la **tabla 5**.

Otro dato de actividad importante de acuerdo a la metodología seguida fue el de la eficiencia energética vehicular, es decir la distancia recorrida por volumen de combustible consumido, usualmente se mide en kilómetros por litro (km/L). Para obtener ésta, debido a que no hay un estudio nacional reciente, se recurrió al Transportation Energy Data Book, edición No. 35, de donde se reportan en unidades de millas por galón, después la de hacer la conversión a kilómetros por litro, para los tipos de vehículos antes clasificados, en un resumen para periodos de cinco años.

Los datos de actividad del ferrocarril de carga, que es el único existente en la ciudad, fueron proporcionados al municipio por el Departamento de Transporte Ferroviario de la Subdirección de Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de Yucatán. Existen dos líneas férreas en operación dentro de los límites del municipio, Umán-Mérida con una longitud de 21.4 km y la Mérida-Tixpéhual con 17.7 km.

En promedio circulan cuatro trenes diarios conformados con dos o tres locomotoras a diésel con un potencial de tracción de 2,250 caballos de fuerza. La velocidad que se consideró para determinar las emisiones fue de 30 km/h . Para determinar los días y horas de operación se consideraron los 365 días del año.

Residuos Sólidos

La generación de residuos sólidos municipales fue de 289,139.00 t/año, de los cuales el 99% fue depositados en el relleno sanitario Proactiva Mérida (MDL, 2009), el cual fue inaugurado en 1997, y registrado ante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en 2008. Para esta subcategoría se estimaron las emisiones de CH_4, producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los mismos.

Sólo se lleva a cabo incineración de un porcentaje de los residuos peligrosos y residuos hospitalarios. En cuanto a la quema de residuos, no se cuenta con un registro de la misma ya que se lleva a cabo de forma particular en algunas viviendas. Para está subcategoría de estimaron las emisiones de CO_2, generadas por la incineración de desechos sólidos. Al no contar con datos sobre la tecnología utilizada para este proceso no fue posible determinar las emisiones de CH_4 y N_2O .

En cuanto a las aguas residuales el 90% de la población cuenta con fosas sépticas en sus hogares, el 6% del agua residual no es colectada y el 4% va a una planta de tratamiento. Para está subcategoría se estimaron las emisiones de CH_4, provenientes de la degradación de los compuestos orgánicos en condiciones anaeróbicas, y N_2O por las bacterias presentes que consumen nitrógeno.

Por motivos de compatibilidad con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se consideró pertinente utilizar la metodología de Decaimiento de Primer Orden (FOD, por sus siglas en inglés) de las Directrices del GPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, que además de ser recomendada por el GPC cuenta con ventajas propias de la metodología sobre todo cuando los residuos sólidos son depositados en un sitio de eliminación de desechos sólidos (SEDS) y se acumulan a lo largo de cierto periodo de tiempo.

La incineración es un proceso industrial controlado, por lo tanto, es común que los datos sobre lo que ingresa y las emisiones estén disponibles. Por el contrario, la quema a cielo abierto es un proceso no controlado, por lo que para su estimación es común utilizar datos de recolección. Para el caso de Mérida, no se cuenta con datos de quema masiva a cielo abierto, únicamente se realiza en algunos hogares como parte de los usos y costumbres La fuente de los datos de generación de residuos sólidos a año fue la Dirección de Servicios Públicos Municipales del Ayuntamiento de Mérida.

Los datos de población fueron tomados de los Censos de Población y Vivienda 2010, 2005,2000 y 1995 del INEGI (INEGI, 1995-2010). En los años intermedios se realizó una interpolación siguiendo la metodología de Sadinle (Sadinle, 2008).

Para el cálculo de los residuos de procedencia industrial vertidos al relleno, el modelo utiliza datos del

Producto Interno Bruto (PIB), los cuales fueron calculados a partir del PIB estatal de Yucatán del Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI (INEGI, 2014). Los datos se alimentaron en dólares utilizando la paridad correspondiente al año reportada por el Banco de México (BANXICO, 2016).

En cuanto a la composición de los residuos sólidos el Ayuntamiento de Mérida proporciono los datos de los que partieron los supuestos para obtener los porcentajes de los tipos de residuos que requería el Modelo de residuos del GPC como se puede apreciar en la **tabla 6**.

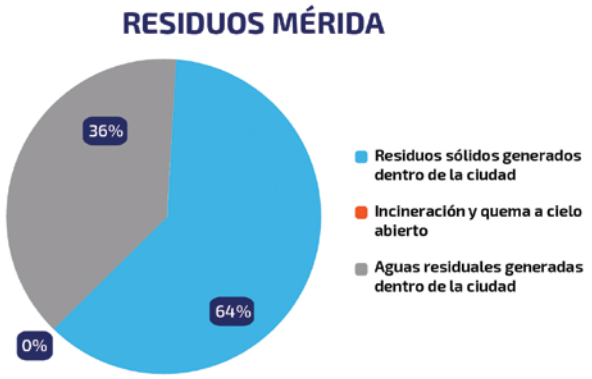
Para estimar el porcentaje de pañales, se tomó el reportado en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (SEDUMA, 2012), el cual era de 5.72%, que según Ramírez et. al (Ramírez, et. al., 1998) los pañales se componen de: 9.50% de plástico, 9.30% de tela de algodón, 20.00% de polímero, 18.20% de materia orgánica y 42.00% de otros materiales, detalladamente se puede apreciar en la **tabla 7**.

Los datos correspondientes al metano recuperado se tomaron del Informe de Monitoreo del Relleno Proactiva Mérida (MDL, 2009) para el año 2009. Según este informe para 2009 las emisiones reducidas de CH4 fueron de 499.88 t, considerando un potencial de calentamiento global de 21 para el metano, el cual fue el utilizado en el reporte.

El sector residuos es un caso especial en el que la composición juega un papel determinante en las emisiones, por lo tanto, no se emplean factores de emisión directos, como tal vez sea el caso de un combustible. A continuación, se explicará cuáles son estos datos determinantes por subcategoría. En el caso de aguas residuales (AR) se calcularon factores de emisión para cada tipo de tratamiento y para las AR no tratadas.

La estimación del sector residuos dio un total de 391,604.69 toneladas de CO2e. La subcategoría con mayor contribución a las emisiones del sector, es residuos sólidos municipales que contribuyó con el 64.28%, lo que equivale a 215,736.96 tCO2e. En tanto, la subcategoría de aguas residuales contribuyó con el 35.72%, esto es 139,863.06 tCO2e; por último, la subcategoría de Incineración que contribuyó con el 0.0012%, equivalente a 4.76 tCO2e.

A continuación, se presenta el desglose de las estimaciones para las subcategorías de Residuos sólidos, incineración y aguas residuales.



La generación de residuos sólidos municipales fue de 289,139.00 t/año, de los cuales el 99% fue depositados en el relleno sanitario Proactiva Mérida (MDL, 2009), el cual fue inaugurado en 1997, y registrado ante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en 2008. Para esta subcategoría se estimaron las emisiones de CH4, producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los mismos **(ver tabla 8)**.

Acciones para la mitigación

Las acciones aquí formuladas representan un conjunto de actividades, programas y políticas que permitirían reducir las emisiones de GEI frente a una línea base de emisiones proyectadas en el corto, mediano y largo plazo.

Se convierten en una oportunidad para que las acciones de mitigación identificadas contribuyan a lograr los objetivos de desarrollo del sector generando además cobeneficios económicos, sociales y ambientales, basados en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Municipio de Mérida.

En general se recomienda establecer arreglos institucionales, probablemente a través de convenios, con las autoridades federales y estatales encargadas del sector ambiental, con la finalidad de que el municipio cuente con acceso periódico a los datos de actividad para la estimación de las categorías. El lograr los arreglos institucionales necesarios podría elevar la calidad de las estimaciones. Para el caso de quema a cielo abierto, se recomienda llevar a cabo un estudio para conocer la cantidad de desechos quemados y su composición dentro del municipio.

En el transporte aéreo es necesario hacer una estimación de mayor precisión, esto podría ser mediante los ciclos aterrizaje-despegue. Para el sector transporte, el de mayor importancia es el transporte terrestre, lo es necesario hacer un estudio detallado de las distancias recorridas, este es un dato sencillo que se podría extraer del odómetro de los vehículos en el registro vehicular y ayudaría mucho con la precisión del inventario.

El consumo de leña debe de estimarse mediante algún nuevo estudio, dado que se consideró que el dato propuesto en el presente inventario excede el esperado. Principalmente porque el Municipio de Mérida cuenta con mayor urbanización que otros municipios del Estado en los que se estiman consumos similares, que tienen dimensión geográfica y poblaciones parecidas, pero con una vocación principalmente rural. Solicitar la información a las entidades ambientales tanto de índole estatal como federal, de acuerdo a la clasificación internacional SCIAN, ya que permitirá comparar las cifras municipales con las nacionales y estatales. Solicitar por separado los consumos energéticos para procesos térmicos, de los de generación eléctrica in situ en las cédulas de operación anual. Solicitar específicamente los consumos energéticos por centrales de generación que alimentan a la red pública.

Compromisos en materia ante el cambio climático

INTERNACIONAL

• Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
• Protocolo de Kioto COP21
Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

NIVEL NACIONAL

• Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC)
• Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC)
• Consejo de Cambio Climático
• Reforma Energética
• Ley General de Cambio Climático (LGCC) (2012).
• Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
• Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC).

NIVEL ESTATAL

• Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán
• Acuerdo General de Coordinación entre los Estados de la Península de Yucatán en materia de Cambio Climático
• La declaratoria de Cambio Climático de la Península de Yucatán
• Estrategia Regional REDD

LOCAL

• Prueba rápida de TRACE
• análisis de eficiencia energética por sector

Mérida
Ciudad Blanca
AYUNTAMIENTO 2015-2018

Embajada Británica en México

WRI MÉXICO

Estrategias Municipales ante el Cambio Climático

Objetivo:
Integrar y dirigir las acciones en materia de eficiencia energética, uso de energías limpias, mitigación y adaptación de cambio climático para contribuir al desarrollo de un municipio sustentable, resiliente y competitivo

ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

PREVENIR

Conocer y frenar las causas del cambio climático del presente y futuro.

MITIGAR

Actuar para minimizar los efectos del cambio climático, reduciendo las fuentes de GEI.

ADAPTAR

Ajustarse frente al entorno y a los estímulos climáticos cambiantes, reduciendo la vulnerabilidad.

Líneas de Acción

Estudios y planes

Acciones ya comenzadas
- Plan Municipal de Infraestructura Verde
- Plantación de más de 60 mil árboles
- Inventario de arbolado Urbano
- Inventario de gases efecto invernadero

Acciones por comenzar
- Desarrollar el PACMUN
- Desarrollar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Desarrollar el Atlas Municipal de Riesgos y Vulnerabilidad

Conservación de recursos naturales

Acciones ya comenzadas
- Protección de la Reserva Ecológica Municipal: Cuxtral. Instalación de un organismo operativo descentralizado.
- Habilitación de nuevos espacios públicos

Acciones por comenzar
- Actualización Plan Manejo de Cuxtal

Seguridad alimentaria

Acceso y disponibilidad de alimentos

Acciones ya comenzadas
- Fomento de huertos urbanos
  736 huertos de traspatio habilitados
  2 huertos en comedores municipales
- Programas de nutrición
- Comedores comunitarios

Acciones por comenzar
- Apertura de 6 huertos urbanos comunitarios
- Talleres para uertos urbanos
- Construcción de 1 comedor más

DIF Municipal
- 4065 total de consultas de nutrición
- 76% de mejora en diabéticos atendidos
- 972 sesiones educativas
- 76 escuelas con desayunos entregados
- 153 apoyos de lactancia entregados
- 2,103 familias atendidas

Fomento de energías limpias

Acciones ya comenzadas
- Instalamos 1,889 paneles solares en edificios municipales
- Incentivos en el pago del predial para quienes hagan uso de energías limpias, 225 domicilios beneficiados que suman 3,565 paneles instalados

Acciones por comenzar
- Talleres y foros sobre energía renovable

Eficiencia energética

Acciones ya comenzadas
- Edificios con certificación de eficiencia energética
- Mejoramiento en la recolección de residuos del Centro Histórico

Acciones por comenzar
- Adopción del Código de eficiencia energética en edificaciones
- Capacitación sobre eficiencia energética en edificaciones
- Proyecto de intervención en materia de eficiencia energética para edificios municipales

Movilidad Urbana

Acciones ya comenzadas
- Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable
- Baja 200 coches de la flotilla vehicular municipal
- Dotación de 16 vehículos eléctricos que brindan servicios públicos municipales
- Bicirutas / ciclovías
- Escuela municipal de ciclismo

Acciones por comenzar
- Construcción del Circuito Sur

Monitoreo del aire

Acciones ya comenzadas
- Publicación y difusión del inventario

Acciones por comenzar
- Instalación de sistema de monitoreo de calidad del aire en el Centro Histórico.
- Difusión del monitoreo de calidad del aire

Tablas

Tabla 1. Tipo de energía estacionaria en la ciudad de Mérida.

ENERGÍA ESTACIONARIA	INFORMACIÓN	FUENTE
1.1 Edificios residenciales	G.L.P.	Proporcionado por la Comisión Reguladora de Energía
	Leña	Obtenido mediante el "Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024" actualizado con datos de población de INEGI.
	Energía eléctrica	Obtenido del Anuario Estadístico y Geográfico de Yucatán 2014- Instituto Nacional de Geografía y Estadística

1.2 Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	Hotelería/Combustibles y EE	Cédulas de Operación Anual Estatales- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
	Tratamiento residuos peligrosos/Combustibles y EE	Cédulas de Operación Anual Federales- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
	Comercial y servicios/Combustibles	Proporcionado por la Comisión Reguladora de Energía
	Servicios médicos	Cédulas de Operación Anual Estatales- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
	Alumbrado público	Obtenido del Anuario Estadístico y Geográfico de Yucatán 2014- Instituto Nacional de Geografía y Estadística
	Bombeo de aguas potables y negras	
1.3 Construcción e industrias manufactureras	Alimentos y bebidas	Cédulas de Operación Anual Estatales- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
	Construcción	
	Manufactura textil	
	Manufactura Industrial	
	Cemento y cal	Cédulas de Operación Anual Federales Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
	Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	
	Química	
1.4 Industrias energéticas	Se incluye autogeneración en las industrias Química y Metalúrgica	

1.5 Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	Agrícola/Electricidad	Obtenido del Anuario Estadístico y Geográfico de Yucatán 2014- Instituto Nacional de Geografía y Estadística
1.6 Fuentes no especificadas	NO	
1.7 Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	NO	
1.8 Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	Se utilizan los consumos de gas natural del apartado 1.3	

Tabla 2. Tipos de sectores y subsectores en la ciudad de Mérida.

SECTOR	SUBSECTOR	ALCANCE 1	ALCANCE 2	SUBTOTAL	
ENERGÍA ESTACIONARIA	Edificios residenciales	183,676	341	184,017	**618,879**
	Edificios comerciales	54,418	76	54,494	
	Industrias de manufactura y construcción	387,656	94	378,750	
	Agricultura, silvicultura y pesca	NO	1	1	
	Emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural	1,617	NO	1,617	
TRANSPORTE	Carretero	1,878,300	NO	1878,300	**2,251,708**
	Férreo	1,228	NO	1,228	
	Aviación	372,181	NO	372,181	

RESIDUOS	Residuos sólidos generados dentro de la ciudad	251,737		251,737	**391,605**
	Incineración y quema a cielo abierto	5		5	
	Aguas residuales generadas dentro de la ciudad	139,863		139,863	
GRAN TOTAL					**3,262,192**

Tabla 3. Subcategoría y alcance de la energía estacionaria.

Sub-categoría	Alcance	Energía estacionaria					
I.1		**Edificios residenciales**					
I.1.1	**1**	**Combustibles**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**Unidades**	**Referencia**
I.1.1	1	Gas L.P.	63,100	5	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.1.1	1	Leña	100,000	300	4	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.2		**Edificios e instalaciones comerciales e institucionales**					
I.2.1	**1**	**Combustibles**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**Unidades**	**Referencia**
I.2.1	1	Diésel	74,100	10	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.2.1	1	Gas L.P.	63,100	5	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3		**Industria de la manufactura y la construcción**					
I.3.1	**1**	**Combustibles**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**Unidades**	**Referencia**

I.3.1	1	Alimentos y bebidas (G.L.P.)	63100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Alimentos y bebidas (Gas Natural)	56100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Alimentos y bebidas (Diésel)	74100	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Alimentos y bebidas (Combustóleo)	77400	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Construcción (G.L.P.)	63100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Construcción (Gasolina)	69300	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Construcción (Diésel)	74100	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Manufactura textil (Diésel)	74100	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Manufactura Industrial (G.L.P.)	63100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Manufactura Industrial (Gas Natural)	56100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Manufactura Industrial (Diésel)	74100	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Manufactura Industrial (Combustóleo)	77400	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal (G.L.P.)!	63100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal!(Combustóleo)	77400	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal (Carbón siderúrgico)	94600	10	1.5	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II

I.3.1	1	Cemento y cal (Coque de petróleo)!	97500	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal (Lubricantes)	73300	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal (Coque de carbón)	94600	10	1.5	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal (RSM-Fracción no orgánica)	10	7	18	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Cemento y cal!(Bagazo de caña)	100000	30	4	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Metalúrgica (incluye la siderúrgica) (L.P.G.)	63100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Química (Gas natural asociado)!	56100	1	0.1	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.3.1	1	Química (Gas natural)	64200	3	0.6	Kg/TJ	IPCC-2006-Vol.II
I.8		**Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural**					
		Combustibles	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**Unidad**	**Referencia**
I.8.1	1	Distribución de gas natural	0.0000955	0.0018	ND	Kg/m3	IPCC-2006-Vol.II

Tabla 4. Tipos de combustible y medios de transporte de la ciudad de Mérida.

Combustible	Automóviles	Camionetas	Autobuses	Motocicletas
Gasolina	240,203	55,696	113	56,124
Diésel	260	5,796	1,843	0
Gas LP	214	209	0	0
Total	240,677	61,701	1956	56,124

Tabla 5

Combustible	Automóviles	Camionetas	Minibuses	Omnibuses	Motocicletas
Gasolina	271,572	62,527	89	46	70,132
Diésel	388	7,768	1,329	685	
Gas LP	291	221			
Total	272,250	70,515	1,418	731	70,132

Tabla 6. Tipos de residuos sólidos municipales de la ciudad de Mérida.

Componente de RSM	Porcentaje en peso de los componentes en los RSM	Clasificación requerida por Modelos de desechos del el IPCC (%)
Papel/cartón	12.10	12.10
Textiles	3.20	2.67
Residuos de alimentos	18.80	17.76
Madera	1.60	1.60
Residuos de jardines y parques	20.80	20.80
Pañales	-	5.72
Caucho y cuero	1.00	-
Plásticos	11.80	-
Metal	1.40	-
Vidrio	1.50	-
Otros residuos inertes	27.80	39.35
Total	**100.00**	**100.00**

Tabla 7. Clasificación de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Mérida.

Tipo de residuo	*k*
Alimenticios	0.4
De jardín	0.17
Papel	0.07
Madera	0.035
Textiles	0.07
Pañales	0.17
Lodos	0.4
Desechos industriales	0.17

Tabla 8. Tipo de emisiones provenientes de los residuos sólidos.

No GPC.	Alcance	Descripción	Notación	GEIs (t CO_2e)					Calidad de los datos	
				CO_2	CH_4	N_2O	Total tCO_2e	$CO_2(b)$*	DA	FE
III.1.1	**1**			Emisiones provenientes del tratamiento de residuos sólidos dentro de los límites						
III.1.1	1	RSM			251,737		251,737	1374.67	A	B
III.1.2	**3**			Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados en la ciudad, pero tratados fuera de los límites						
III.1.2	3		NO							
III.1.3	**1**			*Emisiones de residuos sólidos generados fuera de la ciudad que son eliminados en vertederos o basureros a cielo abierto*						
III.1.3	1		NO							
III.1		**TOTAL**		**215,736.96 tCO2e**						

Bibliografía

BANXICO, 2016 Tipos de cambio y resultados históricos de las subastas. Banco de México

COESPO, 2016 Fuente: Panorama sociodemográfico de Yucatán, INEGI 2011.

CONAGUA, 2014 Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA. http://201.116.60.25/sina/

CONAGUA, 2015 Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Edición 2015. CONAGUA

http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF86&locale=es

http://www.coespo.yucatan.gob.mx/general/31_Panorama_Yuc.pdf

INECC, 2012 Diagnóstico Básico Extenso para la gestión integral de los residuos 2012. INECC- SEMARNAT.

INEGI, 1995-2010 Censos de Población y Vivienda 2010, 2005, 2000 y 1995 http://www.inegi.org. mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/

INEGI, 2014 Población y PIB. Cifras revisadas: r/ A partir de 2014. Sistema de Cuentas Nacionales. Fecha de consulta: 20/09/2016 14:03:01. Periodicidad Anual.

MDL, 2009 Documento de Monitoreo del MDL, 2010. Proactiva Mérida Landfill Gas Capture and Flaring Project Reporte Project CDM ID: 1371.

MÉRIDA, 2017 Página del Ayuntamiento de Mérida. Mérida, Momento y Oportunidad. Economía, población y recursos. http://www.merida.gob.mx/negocios/php/meridainversionista.phpx

Ramírez et al.,1998 Ramírez, G.R; Andrade, E.T.; Espinosa, V.R.M.; Delfín*, A.I.; Turpin, M.S., Ciclo Inte- gral de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pañal, Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco y 0ENEP Iztacala /UNAM. México, 1998.

Sadinle, 2008 Sadinle M., Metodología para interpolar tamaños poblacionales. Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos – CERAC. Colombia. 2008.

SCIAN, 2013 Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, 2013. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx

SEDESOL, 2010 Catálogo de localidades.

SEDUMA, 2012 Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Yucatán.

SEMARNAT, 2016 Generación estimada de residuos peligrosos según tipo de industria, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Abril 2016.

WRI, 2014 Global Protocol for Community Scale – Greenhouse Gas Emision Inventories (GPC). Greenhouse Gas Protocol. WRI

INECC-IMP, 2014. "Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México" INECC, IMP, México 2014. Tabla 1 (gasolina), tabla 4 (diésel), tabla 18 (GLP), tabla 16 (GN) y tabla 2 (turbosina).

INECC-IIE, 2012, "Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero del sector transporte en la Zona Centro de la República Mexicana" INECC-Instituto de Investigaciones Eléctricas, México 2012.

TEDB, 2016. Transportation Energy Data Book, edición 35, OAK, RIDGE, National Laboratory; table 4.1; 4.2; 5.1 y 5.2 disponible en: http://cta.ornl.gov/data/download35.shtml, consultado en septiembre de 2016

Metrobus, 2012 "Mexico Insurgentes Avenue Bus Rapid Transit Pilot Project." Organismo Público Descentralizado Metrobús, tabla 6. México 2012.

INECC-DGICUR, 2011. Estudio de emisiones y actividad vehicular en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Dirección de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional (DGICUR), Dirección de Investigación sobre la Calidad del Aire (DICA). México 2011

Mérida
Ciudad Blanca
AYUNTAMIENTO 2015-2018

Embajada Británica en México

WRI MÉXICO

Agradecimientos

SEDUMA
Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
Comprometidos con tu bienestar
2012-2018

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

PROACTIVA
MEDIO AMBIENTE
SETASA

DTEY
Dirección de Transporte
Gobierno del Estado de Yucatán
2012 • 2018