

Plan de monitoreo, registro y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero

SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES



GRUPO AEROPORTUARIO
DE LA CIUDAD DE MÉXICO
DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Enero 2015



INDICE

I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. OBJETIVOS	2
III. INTRODUCCIÓN	2
1. Cambio Climático y Desarrollo Sostenible	3
2. Carbono Neutro	4
2.1. Protocolo CarbonNeutral	5
3. ISO 14064	7
4. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GEI)	7
5. Mejores prácticas	9
6. Instrumentos regulatorios en México	11
6.1. Ley General sobre Cambio Climático (LGCC)	11
6.2. Reglamento de la Ley General de Cambio climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones	12
IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
1. Descripción general	14
2. Principales componentes del NAICM	15
2.1. Aeródromo	15
2.2. Terminal de pasajeros	15
2.3. Acceso a la zona pública y estacionamiento	15
2.4. Instalaciones de apoyo	15
2.5. Aerotrópolis	16
V. PLAN DE MONITOREO, REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA EL NAICM	19
VI. ETAPA 1. EMISIONES DE GEI DURANTE LA OPERACIÓN DEL NAICM	21
1. Selección del protocolo de contabilidad y reporte	21
2. Límites organizacionales. Determinación de límites del registro	21
3. Determinación de límites operacionales e Identificación de las fuentes de emisión de GEI.	22
3.1. Planta central de servicios	23



3.2. Aerotrópolis.....	25
3.3. Aeródromo	26
3.5. Edificios Administrativos.	27
3.6. Edificios de Mantenimiento.....	28
3.7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	29
3.8. Consumo de energía eléctrica de CFE.	30
3.9. Resumen de emisiones de GEI identificados para el NAICM.....	30
4. Monitoreo	31
4.1. Determinación del año base (línea base)	33
4.2. Propuesta de metodologías para cálculo de emisiones de GEI	34
4.3. Contabilidad (cálculo) de emisiones de GEI.....	35
VII. ETAPA 2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN O COMPENSACIÓN DE GEI DURANTE LA OPERACIÓN DEL NAICM.....	40
1. Identificación y propuesta de estrategias de reducción de emisiones	40
2. Confirmación de límites de registro incluyendo estrategias de reducción.	41
3. Identificación de las fuentes de emisión de GEI para las estrategias de reducción.....	41
4. Propuesta de metodologías para cálculo de emisiones de GEI para las estrategias de reducción	42
5. Contabilidad (cálculo) de reducciones de GEI.....	42
VIII. REPORTE DE EMISIONES DE GEI	43
IX. VERIFICACIÓN	47
X. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	48
1. Figuras.....	48
2. Tablas	48
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	50
XII. ANEXOS	51
Anexo 1. Hoja de Cálculo	51
Anexo 2. Ejemplo de manuales de monitoreo	58
Propósito de este manual de monitoreo	60
Contactos de Monitoreo	60



Carbono neutro - Huella de carbono	60
Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.	61
Cálculo de la reducción de emisiones – ELECTRICIDAD.....	62
Procedimientos para la colecta de datos	63
Aseguramiento y control de calidad	64
Propósito de este manual de monitoreo	67
Contactos de Monitoreo	67
Carbono neutro - Huella de carbono	67
Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.	68
Cálculo de la reducción de emisiones – COMBUSTIBLES FÓSILES.....	69
Procedimientos para la colecta de datos	70
Aseguramiento y control de calidad	72
Propósito de este manual de monitoreo	76
Contactos de Monitoreo	76
Carbono neutro - Huella de carbono	76
Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.	77
Cálculo de la reducción de emisiones – HIDROFLUOROCABONOS	78
Procedimientos para la colecta de datos	79
Aseguramiento y control de calidad	80
Anexo 3. Reporte Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	82



I. RESUMEN EJECUTIVO

Este documento contiene el Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM), preparado para el Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México S.A. de C.V. (GACM).

En el capítulo 3, a manera de introducción, se describen brevemente los temas relacionados con este estudio, entre ellos los procedimientos para lograr la neutralidad de carbono, los antecedentes del cambio climático, el desarrollo sostenible, los estándares ISO 14064 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero así como los instrumentos regulatorios en México.

En el capítulo 4 se describe el proyecto del NAICM así como sus principales componentes, cuyo análisis más detallado en los capítulos siguientes lugar a la contabilidad de las emisiones de GEI.

En el capítulo 5 se presenta el Plan monitoreo, registro y verificación de GEI de manera esquemática y general.

En el capítulo 6 se desglosan las actividades que componen el Plan. Vale la pena mencionar que la contabilidad de emisiones considera los alcances 1 y 2 del Protocolo de GEI, y son resultado de la identificación y análisis de las fuentes de emisión de GEI y de la propuesta de metodologías para su cálculo.

En el capítulo 7 se presentan las generalidades para la identificación, monitoreo, cálculo y reporte de las posibles estrategias de reducción y compensación de emisiones de GEI.

En el capítulo 8 se presenta un formato para el reporte de las emisiones de las fuentes y GEI, que han sido identificados y analizados en los capítulos anteriores.

Finalmente en el capítulo 9 se incluye una explicación de las acciones para realizar la verificación del reporte de emisiones a través de un organismo acreditado.



II. OBJETIVOS

Elaboración del Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de GEI para la operación del NAICM.

III. INTRODUCCIÓN

El NAICM se ha conceptualizado considerando las mejores prácticas sustentables para equilibrar los aspectos económicos, ambientales y sociales en su desarrollo. Entre ellas se incluye la implementación de medidas para lograr la neutralidad de carbono reduciendo las emisiones de GEI asociadas a su operación.

Como parte del desarrollo del proyecto, GACM ha tramitado los permisos necesarios para su construcción, operación y mantenimiento.

Uno de ellos es el oficio SGPA/DGIRA/DG/09965 resolutive de la MIA-R, de fecha 28 de noviembre de 2014, emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en cuya condicionante 11, se indica que: *“... se deberá presentar a la DGIRA para su correspondiente aprobación el Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de gases de efecto invernadero propuesto por GACM, en un plazo de tres (3) meses previos al inicio de cualquier obra o actividad. Asimismo, GACM deberá demostrar que a través de la ejecución y seguimiento de dicho plan, se llegará a establecer una huella Neutral de carbono, al bajar en un 40% su consumo eléctrico mediante abastecimiento de energía limpia, como lo es a través de paneles solares, tal como se manifestó en el apartado II.3.1.10.7 (servicio de suministro eléctrico y comunicación) del capítulo II de la MIA-R.”*

Las metas empresariales relacionadas con el Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de GEI, permitirán al GACM:

- El manejo de riesgos de GEI e identificación de oportunidades de reducción
 - Identificar riesgos asociados a futuras restricciones de GEI.
 - Identificar oportunidades de reducción efectivas en términos de costos.
 - Establecer metas de GEI, contabilizar y reportar su progreso.



- El reporte público y participación en programas voluntarios de GEI
- El cumplimiento de reporte obligatorio y participación en mercados nacionales de GEI
 - Apoyo a programas nacionales de reducción de emisiones de GEI.
- El reconocimiento por actuación temprana a nivel nacional e internacional

Para la elaboración de este Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de GEI se consideran los principios del cambio climático y del desarrollo sostenible, los programas y herramientas metodológicas disponibles, las mejores prácticas a nivel internacional y los instrumentos regulatorios a nivel nacional.

1. Cambio Climático y Desarrollo Sostenible

En 1992, durante la denominada Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, los líderes de la comunidad internacional adoptaron el Programa 21, con planes de acción específicos para lograr el desarrollo sostenible en los planos nacional, regional e internacional. Esto fue seguido en 2002 por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, donde se aprobó el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

En el informe de Brundtland¹, el desarrollo sostenible, se define como “... el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.”

Uno de los principales retos del desarrollo sostenible es la mitigación del cambio climático, que de acuerdo con diversos estudios a nivel internacional es en gran medida el resultado de las actividades productivas relacionadas con el uso de combustibles fósiles, cambios de uso de suelo, deforestación y diversos procesos industriales, mismos que por sus alcances y efectos, no sólo constituyen un problema ambiental sino también un problema de productividad y desarrollo, con relevantes impactos potenciales en la sociedad, la economía y los ecosistemas.

En este contexto, el 11 de diciembre de 1997 se aprobó el Protocolo de Kioto (PK), sucesor de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual representa uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes en

¹ 1987, United Nations, Our Common Future - Report of the World Commission on Environment and Development.



la lucha contra el cambio climático. El PK contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de 6 de los GEI, responsables del calentamiento global.

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

Así entonces, el PK establece metas vinculantes de cuantificación y reducción de emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la “responsabilidad común pero diferenciada”.

Posteriormente surgieron estrategias relacionadas con el cumplimiento de los objetivos del PK, en particular para el contabilización, reporte y verificación de GEI se encuentran los estándares ISO 14064 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GEI) desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council on Sustainable Development (WBCSD).

2. Carbono Neutro

El concepto de “Carbono Neutro” se refiere a la práctica de balancear los equivalentes de emisiones de dióxido de carbono, con prácticas de reducción y compensación.

Para lograrlo, es necesario en primer lugar determinar las emisiones del año base (línea base) y posteriormente la huella de carbono del periodo de reporte.

Así entonces, la neutralidad de carbono se logra cuando a través de un proceso transparente de medición, reporte y verificación de emisiones, el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones es igual a cero. El proceso toma como plataforma los GEI descritos en el Protocolo de Kioto.



Para la medición, reporte y verificación de emisiones se utiliza un año base para comparar emisiones o reducciones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo.

Para lograr la neutralidad de carbono se puede aplicar alguna o ambas de las siguientes acciones:

- **Reducir** las emisiones a través de mejora o sustitución de las fuentes que las emiten dentro de la instalación que reporta.
- **Compensar** las emisiones a través de proyectos que remueven, retiren o capturen la misma proporción o más de emisiones. Algunos ejemplos son: consumo de energía proveniente de fuentes renovables, plantaciones forestales, reforestación y compra de reducciones certificadas de emisiones.

Es importante señalar que dado que la acumulación de GEI es un problema global, no importa en qué parte del mundo se desarrolle un proyecto que reduzca o capture estas emisiones, ya que toda reducción tiene un impacto en el nivel total de las emisiones.

Existen diversos programas relativos a la neutralidad de carbono, entre ellos el Protocolo CarbonNeutral (*The CarbonNeutral Protocol*²), Acción Verde³ y C-Neutro⁴, todos coinciden en que el primer paso para lograr una huella neutra de carbono es contar con un sistema transparente de medición y reporte de emisiones de GEI, para posteriormente someterlo a un proceso de verificación.

2.1. Protocolo CarbonNeutral

El Protocolo CarbonNeutral describe los requisitos para obtener la certificación siguiendo su protocolo. Con ello las organizaciones tienen un marco creíble, transparente y práctico para lograr la certificación.

De acuerdo con el Protocolo CarbonNeutral las certificaciones se pueden otorgar para:

- **Entidades:** Organizaciones, empresas y organismos del sector público o privado.

² <http://www.carbonneutral.com/images/uploads/blog/CNP-July2013.pdf>

³ http://www.accionverde.org.co/carbono_neutro/carbono_neutro.php

⁴ <http://www.earth.ac.cr/es/about-earth/carbono-neutro/spanish-como-logra-una-organizacion-convertirse-en-c-neutro/>



3. ISO 14064

El estándar ISO 14064 se compone de tres partes:

- Parte 1: especifica los requisitos para el diseño y desarrollo de inventarios de emisiones de GEI en el nivel de organización o entidad.
- Parte 2: detalla los requisitos para la cuantificación, seguimiento y presentación de informes sobre mejoras en la reducción y eliminación de emisiones en proyectos de GEI.
- Parte 3: establece los requisitos y directrices para la realización de la validación y verificación de información sobre los GEI.
- Sus objetivos son:
 - Promover la coherencia, transparencia y credibilidad en la cuantificación, monitoreo, presentación de informes y reducción de GEI.
 - Identificar y gestionar las obligaciones, los activos y los riesgos relacionados con los GEI.
 - Facilitar el comercio de derechos de emisión o créditos de GEI.
 - Apoyar el diseño, desarrollo y aplicación de esquemas o programas comparables y coherentes para GEI.
 - Desarrollar sólidos mecanismos internos para la cuantificación, gestión y notificación de las emisiones de GEI.
 - Crear confianza con las partes interesadas.
 - Facilitar el desarrollo y aplicación por parte de las organizaciones de sus estrategias de gestión de GEI y los planes para el futuro.
 - Proporcionar la posibilidad de hacer un seguimiento del rendimiento y progreso en la reducción de las emisiones de GEI o el aumento en la eliminación de estos.

4. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GEI)

El Protocolo GEI publicado originalmente en septiembre de 2001, ha resultado ser un instrumento ampliamente aceptado por empresas y gobiernos a nivel internacional, para la contabilidad y reporte de sus emisiones de GEI.



Aunque el Protocolo GEI no es el único instrumento metodológico para contabilidad y reporte de GEI, si guarda compatibilidad con la mayoría de ellos, por ejemplo:

- Programas voluntarios de reducción de GEI, como el *Climate Savers* operado por el *World Wildlife Fund (WWF)*, el *Climate Leaders* manejado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), la *Climate Neutral Network*, y la *Business Leaders Initiative on Climate Change (BLICC)*.
- Registros de GEI, como el *California Climate Action Registry (CCAR)*, y el *World Economic Forum Global GHG Registry*.
- Iniciativas industriales nacionales, como el *New Zealand Business Council for Sustainable Development*, el *Taiwan Business Council for Sustainable Development*, y la *Association des entreprises pour la réduction des gaz à effet de serre (AERES)*.
- Programas de comercio de GEI, como el *United Kingdom Emissions Trading Scheme (UKETS)*, el *Chicago Climate Exchange (CCX)*, y el *European Union Emissions Allowance Trading Scheme (EUETS)*.

El Protocolo GEI tiene como principios La Relevancia, La Integridad, La Consistencia, La Transparencia y La Precisión.

En su aplicación se consideran las siguientes actividades:

- La determinación de los límites organizacionales. ¿Quién reporta?
- La determinación de los límites operacionales. ¿Qué reporta?
- Seguimiento a las emisiones a través del tiempo. Elección del año base o línea base.
- Identificación y cálculo de emisiones de GEI
 - Identificar fuentes de emisiones de GEI
 - Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI
 - Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión
 - Aplicar herramientas de cálculo
 - Enviar los datos de emisiones de GEI al nivel corporativo
- Gestión de la calidad del inventario



- Contabilidad de las reducciones de emisiones de GEI
- Reporte de emisiones de GEI
- Verificación de emisiones de GEI
- Determinación de un objetivo de emisiones de GEI

Por lo anteriormente descrito para la elaboración de este Plan se considerarán los lineamientos establecidos en el Protocolo de GEI, y sus actividades se han agrupado de tal forma que se cumpla con los objetivos de registro, monitoreo y verificación de GEI para el NAICM.

5. Mejores prácticas

La empresa “WSP Environment & Energy” administra el programa “Airport Carbon Accreditation”⁶, que es un programa independiente dedicado exclusivamente a la certificación de “Carbono Neutral” para aeropuertos a nivel internacional, y que utiliza como base para sus actividades el Protocolo GEI.

Sus actividades se han desarrollado en Europa, Asia-Pacífico, Latinoamérica y Caribe, Norte América y África, en donde ha firmado acuerdos de cooperación con las principales asociaciones de operadores de aeropuertos.

Cuentan con aeropuertos certificados en Europa, Asia-Pacífico y Latinoamérica y Caribe:

- EUROPA. Total de 29 aeropuertos en 14 países:
 - Barcelona-El Prat Airport
 - Lanzarote Airport
 - Málaga- Costa del Sol Airport
 - Palma de Mallorca Airport
 - Aerodrom Ljubljana
 - Madeira Airport
 - Porto Santo Airport

⁶ <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>



- Lisbon Airport
- Faro Airport
- Horta Airport
- Oporto Airport
- Flores Airport
- Santa María
- Ponta Delgada
- Beja-Civil Terminal
- Cannes Mandelieu Airport
- Bucharest Henri Coanda International Airport
- Dubrovnik Airport
- Köln-Bonn Airport
- Vienna Airport
- Aeroporto Internazionale di Napoli

- ASIA-PACIFIC. Total de 9 aeropuertos en 5 países:
 - Abu Dhabi International Airport
 - Queen Alia International Airport
 - Chiang Mai International Airport
 - Don Mueang International Airport
 - Hat Yai International Airport
 - Mae Fah Luang Chiang Rai International Airport
 - Sharjah International Airport
 - PT (Persero) Angkasa Pura II
 - Sydney Airport

- LATINOAMÉRICA Y CARIBE: 1 aeropuerto
 - Aeropuerto de Puerto Vallarta



6. Instrumentos regulatorios en México.

En México la reciente aprobación de instrumentos regulatorios sobre cambio climático ha reforzado para GACM como promotores del proyecto, la necesidad de contar con un Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de Emisiones de GEI.

6.1. Ley General sobre Cambio Climático (LGCC)

La LGCC tiene por objeto regular las emisiones de GEI así como las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

En materia de energía la LGCC tiene como propósito desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de hidrocarburos y energía eléctrica, para lograr el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos fósiles y renovables de México, en conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).

La LGCC considera como actividades principales para el cumplimiento de sus objetivos:

- El fomento de capacidades y políticas para el análisis necesario sobre el sector eléctrico, incluyendo los costos de las externalidades sociales y ambientales.
- La sustitución en el uso y consumo de combustibles fósiles por fuentes de energía renovable u otras tecnologías verdes.
- La eficiencia energética a través del uso de tecnologías de bajo consumo eléctrico y mínima emisión de carbono.
- La generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía.

Algunas de sus metas relacionadas con la generación de energía eléctrica son:

- Para el año 2018, los municipios desarrollarán y construirán la infraestructura para el manejo de residuos sólidos con el fin de evitar la emisión gas metano (CH₄) a la atmósfera y cuando sea viable, implementar la tecnología adecuada para la generación de energía eléctrica a partir de biogás.
- Para el año 2020, en materia de reducción de emisiones deberá implementarse un sistema de incentivos que promueva y permita hacer rentable la generación de electricidad a través de energías renovables.



- Para el 2024, treinta y cinco por ciento (35%) de la generación eléctrica deberá provenir de energías limpias.

Así mismo en el capítulo VIII de la LGCC se establece la obligatoriedad de llevar a cabo un registro que incluye el monitoreo, reporte y verificación de las emisiones de GEI, cuyos lineamientos estarán contenidos en las disposiciones reglamentarias que se desprendan de esta ley.

6.2. Reglamento de la Ley General de Cambio climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Este reglamento tiene por objeto reglamentar la LGCC en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones.

En su artículo 3°. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:

... II. Sector Transporte:

a) Subsector transporte aéreo

Lo que se complementa con el artículo 6° en el que se menciona que deberán presentar la información de sus emisiones directas e indirectas cuando excedan las 25,000 tonCO₂e anuales de GEI.

En su artículo 5 se establece que los GEI sujetos a reporte, son:

- Bióxido de carbono;
- Metano;
- Óxido nitroso;
- Carbono negro u hollín;
- Clorofluorocarbonos;
- Hidroclorofluorocarbonos;
- Hidrofluorocarbonos;
- Perfluorocarbonos;



- Hexafluoruro de azufre;
- Trifluoruro de nitrógeno;
- Éteres halogenados;
- Halocarbonos;
- Mezclas de los anteriores, y
- Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la SEMARNAT dé a conocer como sujetos a reporte.

Así mismo en el Artículo 9, se indica que los establecimientos sujetos a reporte, tendrán como obligaciones: identificar las emisiones directas de fuentes fijas y móviles; identificar las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; medir, calcular o estimar la emisión de GEI de todas las fuentes emisoras identificadas; reportar anualmente sus emisiones directas e indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual (COA) y verificar obligatoriamente la información reportada, a través de los organismos autorizados.

Posteriormente en los artículos del 11 al 15 se mencionan los requisitos y lineamientos a seguir para el monitoreo y reporte de GEI y en los artículos del 16 al 23 lo relativo a la verificación de dichos reportes, incluyendo lo correspondiente a los organismos acreditados.



IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. Descripción general

El NAICM se ubicará en el estado de México, en los municipios Texcoco y Atenco. Será construido en un terreno de aproximadamente 4,431.1640 ha ubicadas al noreste de la ciudad de México, y aproximadamente a 14 kilómetros al este del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) existente. El predio del NAICM está limitado al norte por el depósito de evaporación solar "El Caracol", al sur por la carretera Peñón Texcoco, al este por tierras de cultivo, y al oeste por áreas urbanizadas del municipio de Ecatepec de Morelos.

En materia de sustentabilidad y cambio climático, particularmente relacionado con las emisiones y reducciones de GEI, durante la operación del NAICM se han adoptado los siguientes objetivos clave:

- Lograr un mínimo de 40% de reducción en costos de energía con referencia a lo observado en la actualidad, sobre la base de los criterios establecidos por la herramienta de clasificación de edificios ecológicos LEED⁷, con un camino claro hacia Energía Neta Cero en funcionamiento. Esto se basa en una reducción mínima del 25% para la demanda de energía en comparación con ASHRAE 90.1-2010.
- Reducir las emisiones de carbono en un 50% con respecto a lo observado actualmente, en gran parte a través del uso de medidas de eficiencia en edificios, plantas de producción de energía combinadas de calor y electricidad, y en una demostración a gran escala de tecnologías de generación de energía renovable en el sitio. Las emisiones de carbono deben incluir sólo los alcances 1 y 2 como se define por el Instituto Mundial de Recursos.
- Fomentar el uso del transporte público, incluyendo el uso de vehículos de combustible alternativo, metro, autobuses y bandas transportadoras de personas para reducir la dependencia de los vehículos personales. Además, se pronostica que los vehículos del establecimiento NAICM dependerán de la energía eléctrica para el recorrido dentro del sitio.

⁷ LEED: Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental



- El nuevo aeropuerto busca ser el primero fuera de Europa con una huella neutral de carbono, al bajar 40% su consumo eléctrico y abastecerse de energía limpia.

2. Principales componentes del NAICM

Los principales componentes del NAICM son:

2.1. Aeródromo

- Pistas de aterrizaje/despegue
- Calles de rodaje y calles de acceso
- Plataformas de la terminal de pasajeros
- Servicios de navegación aérea y equipos
- Torre de control de tráfico aéreo

2.2. Terminal de pasajeros

2.3. Acceso a la zona pública y estacionamiento

- Conexiones a las calles externas y tránsito
- Red de vialidades
- Centro de Transporte Terrestre
- Estacionamiento

2.4. Instalaciones de apoyo

- Carga
- Aviación general
- Centro de logística
- Administración del aeropuerto
- Planta Central de Servicios



- Instalaciones militares y de gobierno
- Instalaciones de combustible

2.5. Aerotrópolis

Así mismo el NAICM considera el desarrollo de las siguientes obras asociadas, las cuales tienen una estrecha relación con los componentes del mismo.

Instalaciones de combustible (turbosina). Las instalaciones de combustible son una parte crítica de la infraestructura del NAICM, ya que el combustible de aviación es un producto altamente inflamable. Las instalaciones se apegarán a las normas aplicables de la industria y de seguridad operacional.

Planta de tratamiento. El área aproximada para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) es de 4 ha, esta área está planeada para permitir toda la funcionalidad y la expansión requerida para el período de construcción del NAICM, la PTAR se localizará al lado de la Planta Central de Servicios y tendrá una capacidad de tratamiento de 11,830 m³/día. El agua tratada será utilizada en los lavados sanitarios internos, riego por aspersión y el suministro compuesto de la torre de enfriamiento.

Subestaciones eléctricas. El suministro eléctrico contendrá dos alimentadores de 20 MVA a 23kV de cada una de las dos subestaciones receptoras propuestas (230kV a 23kV). Este servicio será suministrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Los alimentadores de 23kV de las subestaciones receptoras tendrán cada uno una capacidad de 20 MVA, y podrán correr bajo tierra en bancos de ductos con revestimiento de concreto hacia las principales celdas de distribución de 23kV ubicadas dentro de la Planta Central de Servicios.

Conexiones con vialidades externas. El desarrollo de las vialidades externas proporcionará el acceso al NAICM, además distribuirán el tráfico vehicular de las principales redes viales regionales a estas áreas.

Autopista Peñón – Texcoco. Se construirían un nuevo paso a desnivel en las conexiones a la calzada arbolada (calzada arbolada oeste, calzada arbolada central y calzada arbolada este), para tener acceso de la autopista Peñón-Texcoco al NAICM. La ubicación de la terminal estará conectada con una futura carretera de paga que se planea para conectar con la Autopista Peñón - Texcoco con la carretera 142, cerca de



la esquina noreste del nuevo aeropuerto. Cuando la nueva autopista esté abierta, se proporcionará una nueva conexión de esta a la Avenida de Circunvalación.

Circuito Exterior Mexiquense. Se construiría un nuevo paso a desnivel donde el Circuito Exterior Mexiquense se encuentra con el ángulo noroeste del NAICM, este paso a desnivel permitiría el acceso desde el norte hacia la zona de carga en el lado Norte.

Red de Transporte Público. El NAICM considera la ampliación de la siguiente red de transporte público.

Tren Expreso – Tren. Este servicio proporcionará una conexión expresa del centro de ciudad de México al Aeropuerto.

Metro. El servicio de Metro conectará el NAICM con una de las tres líneas (línea 1, 5 y 9) existentes del Metro.

MetroBus. Las líneas 4 y 6 del MetroBus se extenderán hacia Aerotrópolis y hacia el área de la terminal aérea del aeropuerto.

Mexibus. Se ofrecerá el servicio a través a través del Circuito Exterior Mexiquense y luego en Avenida de Circunvalación y en el Bulevar principal hacia el área de la terminal del NAICM.

Vialidades Internas. El NAICM tiene considerado la construcción de las siguientes vialidades internas:

Bulevar Principal. El ancho total será de 59 m con un camellón central de 25 m, dando cabida a parques y restaurantes, tendrá un carril para bicicletas separado en cada dirección, junto con dos carriles de circulación de automóviles y un carril para el MetroBus en cada dirección. Se tendrán banquetas amplias de 5 m las cuales incluyen áreas verdes.

Avenidas (Avenida Tipo 1 y Avenida Tipo 2). Se tendrán dos tipos de Avenidas, La Avenida A tiene 36 m de ancho e incluye camellón pequeño, dos carriles de circulación y un carril en cada dirección para el MetroBus. También se proporcionan banquetas amplias y un carril separado para bicicletas. La Avenida B es de 34 m de ancho, e incluye pequeño camellón y dos carriles de circulación en cada sentido. También se proporcionan banquetas amplias y un carril separado para bicicletas.



Calles. Se tendrán calles de oeste-este y de norte-sur. Las calles proporcionan acceso secundario a las cuadras interiores. Estas calles son de 20 m de ancho con estacionamiento en un lado de la calle, con un carril separado para bicicletas y banquetas de 4.5 m de ancho.

Camino Peatonal. Representa un acceso secundario en cuadras interiores que constituyen los amplios camellones de 34 m que se colocarán a lo largo del sitio de desarrollo. Estos caminos son de 8 m de ancho y permiten un estacionamiento al lado del parque y el pavimento se comparte entre automóviles, peatones y ciclistas.

Callejones. Son de 12 m de ancho y tienen pavimento continuo, lo que permite que se pueda compartir entre los automóviles que se mueven a baja velocidad, peatones y ciclistas.



V. PLAN DE MONITOREO, REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA EL NAICM

El Plan de monitoreo, registro y verificación (El Plan) se ha desarrollado considerando las mejores prácticas a nivel internacional, los instrumentos regulatorios aplicables y las herramientas de cálculo disponibles.

La contabilidad de emisiones de GEI durante la operación del NAICM incluye las actividades de registro y monitoreo. Como se ha mencionado anteriormente de acuerdo con el Reglamento de la LGCC, los gases sujetos a reporte para el NAICM son:

- Bióxido de carbono;
- Metano;
- Óxido nitroso;
- Carbono negro u hollín;
- Clorofluorocarbonos;
- Hidroclorofluorocarbonos;
- Hidrofluorocarbonos;
- Perfluorocarbonos;
- Hexafluoruro de azufre;
- Trifluoruro de nitrógeno;
- Éteres halogenados;
- Halocarbonos.

Para efectos prácticos de este Plan, la contabilidad de emisiones (registro y monitoreo) se ha dividido en dos partes:

Etapa 1: Que considera el estudio de las emisiones de GEI durante la operación del NAICM en las condiciones originales planteadas por el proyecto.



VI. ETAPA 1. EMISIONES DE GEI DURANTE LA OPERACIÓN DEL NAICM.

1. Selección del protocolo de contabilidad y reporte

Considerando la información anteriormente descrita, para la contabilidad y reporte de las emisiones de GEI por la operación de NAICM se ha elegido el uso del Protocolo GEI y las metodologías aprobadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)⁸.

El periodo de contabilidad y reporte de emisiones de GEI será anual, iniciando el primer periodo en el momento de entrada en operación del NAICM y finalizando el 31 de diciembre de ese mismo año.

2. Límites organizacionales. Determinación de límites del registro.

En este apartado se definirán y justificarán las unidades de negocio que involucra la operación del NAICM para fines de registro, monitoreo y verificación de GEI.

Por la naturaleza del proyecto se ha elegido el **enfoque de control operacional** para la consolidación de las emisiones de GEI, esto significa que se incluirán todas aquellas emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales GACM ejerce el control operacional y tiene la autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas.

Las operaciones sobre las que el GACM en el NAICM tiene control son:

- Planta central de servicios.
- Aerotrópolis
- Torre de control

⁸ http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml



- Edificios administrativos
- Centro de operaciones
- Edificios de mantenimiento

3. Determinación de límites operacionales e Identificación de las fuentes de emisión de GEI.

La determinación de los límites operacionales implica identificar las fuentes de emisiones asociadas a las operaciones del NAICM, clasificándolas en emisiones directas o indirectas, así como la selección del alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas.

El Protocolo GEI indica tres alcances para la contabilidad y reporte:

- Emisiones directas (alcance 1). Emisiones de fuentes que son propiedad de NAICM
- Emisiones indirectas (alcance 2). Son emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica en el NAICM, y ocurren físicamente en la planta donde se genera dicha electricidad (CFE).
- Emisiones indirectas (alcance 3). Es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Estas emisiones son consecuencia de las actividades del NAICM, pero ocurren en fuentes que no son de su propiedad ni puede ejercer control sobre ellas.

Para este Plan de Monitoreo, Registro y Verificación de GEI sólo se considerarán los alcances 1 y 2.

Tabla 1. Fuentes de emisión de GEI en el NAICM

Fuentes de emisión de las unidades operacionales del NAICM	Alcance 1	Alcance 2
Aerosoles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aguas Residuales/PTAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consumo de energía eléctrica de CFE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Diesel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas LP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gasolina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerante HFC 134-a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

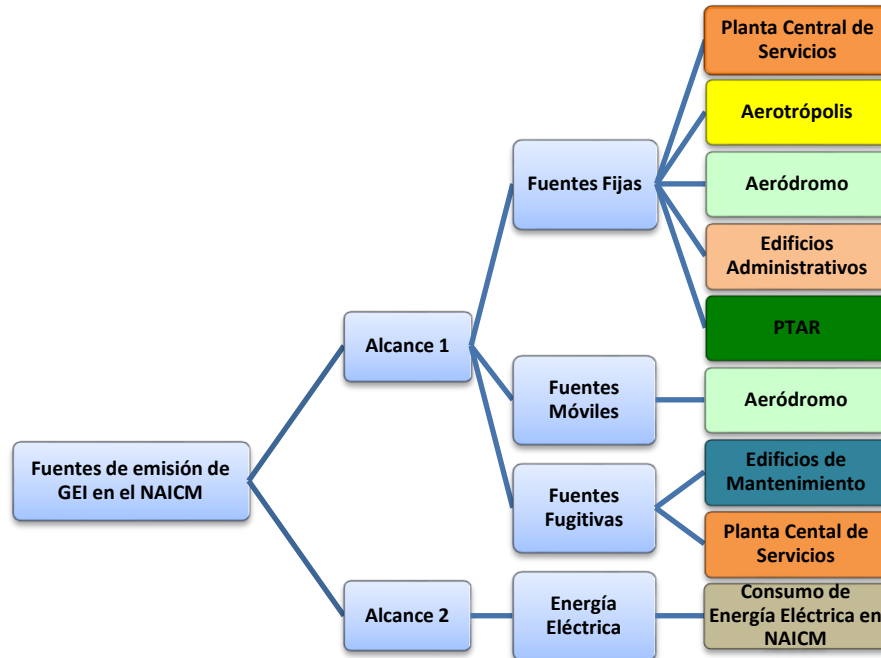


Figura 3. Identificación de fuentes de emisión de GEI en el NAICM.

3.1. Planta central de servicios

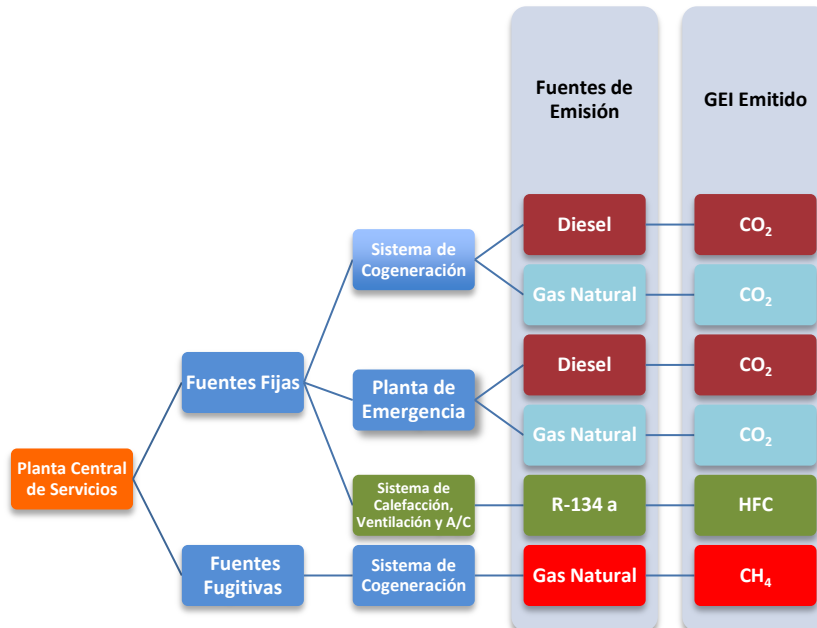


Figura 4. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la planta central de servicios.



Sistema de cogeneración. La planta central de servicios es considerada como el mayor emisor de CO₂ por la oxidación de diesel y gas natural, en el sistema de cogeneración.

El sistema de cogeneración suministrará agua caliente y vapor para la caldera, y generará energía eléctrica para el NAICM.

Debido a posibles fugas de gas natural en el sistema de cogeneración, en este apartado también se consideran emisiones de CH₄.

Planta de emergencia. Dentro de la planta central de servicios también se contará con un generador de diesel para casos de emergencia, el cual suministrará energía a 480 V.

Los combustibles utilizados en el sistema de cogeneración y en la planta de emergencia son:

- Diesel es una mezcla de combustible capaz de liberar energía al oxidarse, provocando un desprendimiento de calor y CO₂. La carga estimada de diesel para el sistema de cogeneración es de 750 Kg/año.
- Gas Natural es una mezcla de hidrocarburos livianos en estado gaseoso, que en su mayor parte está compuesto por metano. Será utilizado en el sistema de cogeneración, ubicado en la planta central de servicios, al cual también se le atribuyen emisiones de metano por las posibles fugas, así como CO₂ por efecto de su combustión. La carga estimada para este gas es de 500 Kg/año.

Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Está diseñado para mantener la temperatura y cumplir con los requerimientos de humedad relativa. El sistema será capaz de iniciar, detener, modular, monitorear y medir el uso de energía de todo el equipo, emitirá alertas de emergencia y de condiciones de mantenimiento, tendrá acceso remoto a internet y acceso a una función de llamado automático para alarmas críticas. En este sistema se utilizará refrigerante R 134-a. En este apartado sólo se considerarán emisiones fugitivas del refrigerante, las emisiones asociadas a su uso se presentan más adelante en las unidades que correspondan.

- Refrigerante R 134-a. Es un producto líquido o gaseoso (de acuerdo con las condiciones del sistema), es utilizado como medio de transmisión de calor, principalmente en refrigeradores y aires acondicionado. Este refrigerante está compuesto por hidrofluorocarburos. La planta central de servicios proveerá de refrigerante R 134-a a las instalaciones del NAICM que así lo requieran.



A continuación se muestra una tabla de las instalaciones que lo utilizarán y un estimado de su carga inicial.

Tabla 2. Cargas planeadas de refrigerante

Edificio	2018	2023
	Toneladas de Refrigerante	Toneladas de Refrigerante
Terminal	10,647	11,265
Apoyo	717	947
Mantenimiento	222	1,376
Carga	1,419	1,419
Torre de Control	368	368
Aprovisionamiento	653	918

3.2. Aerotrópolis

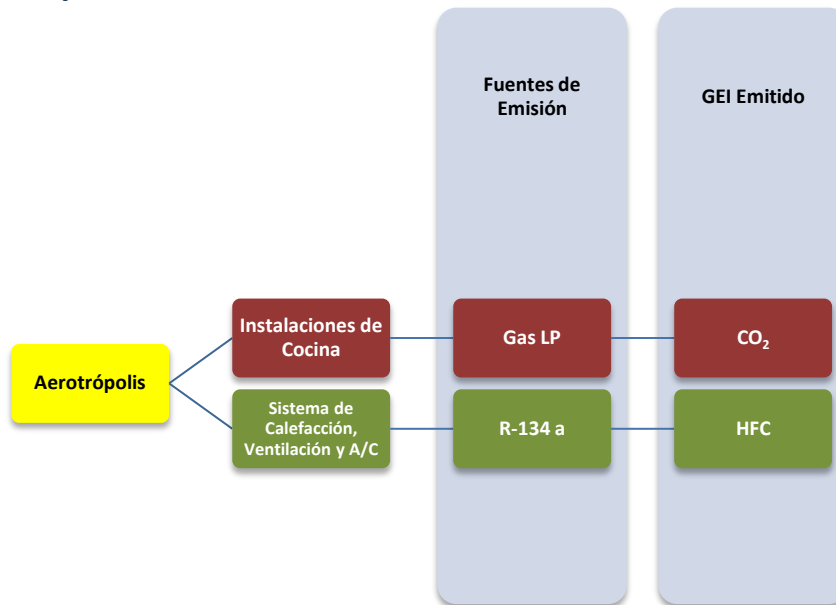


Figura 5. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la aerotrópolis.

Instalaciones de cocinas. El gas LP es una mezcla de gases, que si bien a temperatura y presión ambientales se presenta en forma de gas, se somete a un proceso de licuefacción para transportarlo en forma de líquido. Este gas se suministrará a las instalaciones de cocina del NAICM. A este gas se le asocian emisiones de CO₂.

Se han dimensionado tanques de 30,000 Kg para el suministro anual de este gas que se localizarán en la planta central de servicios, pero su uso se realizará en las instalaciones de la aerotrópolis.



Pistas de Aterrizaje y Despegue. Al finalizar la construcción del proyecto existirán dos pares de tres pistas. Las seis pistas son paralelas y tienen una orientación de norte a sur. Aquí se considerarán las emisiones de CO₂ y partículas suspendidas, por la combustión de turbosina durante despegues y aterrizajes.

Túneles de vialidades. Servirá para facilitar la circulación de los vehículos entre las plataformas de la terminal y las instalaciones de carga, de mantenimiento de aeronaves y de soporte hacia la zona norte de operaciones. Para evitar demoras y conflictos con aeronaves en rodaje en las calles de rodaje de cruce, se planea que las vialidades en el perímetro de la plataforma pasen por debajo de las calles de rodaje de cruce a través del túnel. Para estos vehículos de combustible se le asociarán emisiones de CO₂.

3.5. Edificios Administrativos.

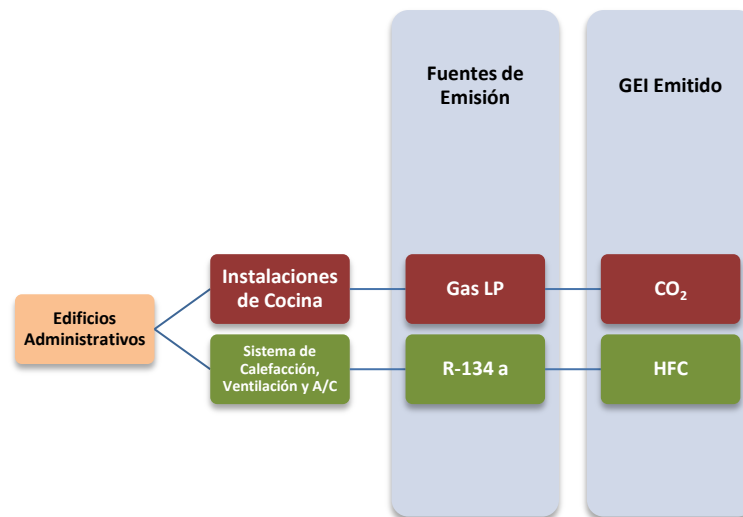


Figura 7. Identificación de fuentes de emisión y GEI en los edificios administrativos.

Instalaciones de cocinas. Las instalaciones de cocina para este espacio serán suministrados de Gas LP, asociando emisiones relacionadas a su combustión.

Sistema de Calefacción, Ventilación y A/C. Todo este sistema será provisto por las instalaciones propias de la caldera y gas refrigerante que provenga de la planta central se servicios.

3.6. Edificios de Mantenimiento

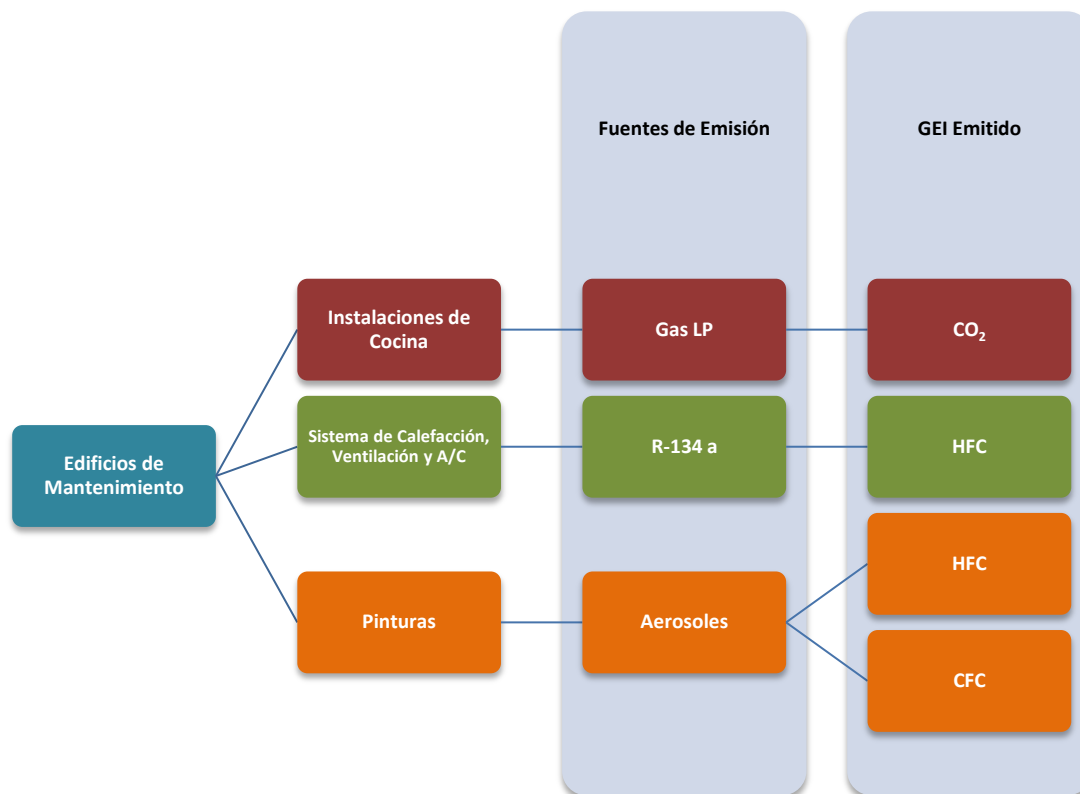


Figura 8. Identificación de fuentes de emisión y GEI en los edificios de mantenimiento.

Instalaciones de cocinas. Las instalaciones de cocina para este espacio serán suministrados de Gas LP, asociando emisiones relacionadas a su combustión.

Sistema de Calefacción, Ventilación y A/C. Todo este sistema será provisto por las instalaciones propias de la caldera y gas refrigerante que provenga de la planta central se servicios.

Aerosoles. Los aerosoles son líquidos que, acumulados a presión en un recipiente, puede lanzarse al exterior, con ayuda de hidrofluorocarburos⁹ y propulsados a través de clorofluorocarbonos¹⁰. En los edificios de mantenimiento se dispondrán de cabinas de

⁹ <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/contaminantes-climaticos-tema-central-en-la-cumbre-del-clima-de-septiembre-1/>

¹⁰ Los clorofluorocarbonos más utilizados son Freón o CFC: 11, 12, 113, 114 y 115. Sin embargo en el momento de la elaboración de este Plan no se cuenta con la información sobre los aerosoles que se utilizarán en el NAICM.



uso específico para el mantenimiento de las aeronaves, se utilizarán pinturas que serán expulsadas mediante pistolas electrostáticas.

3.7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

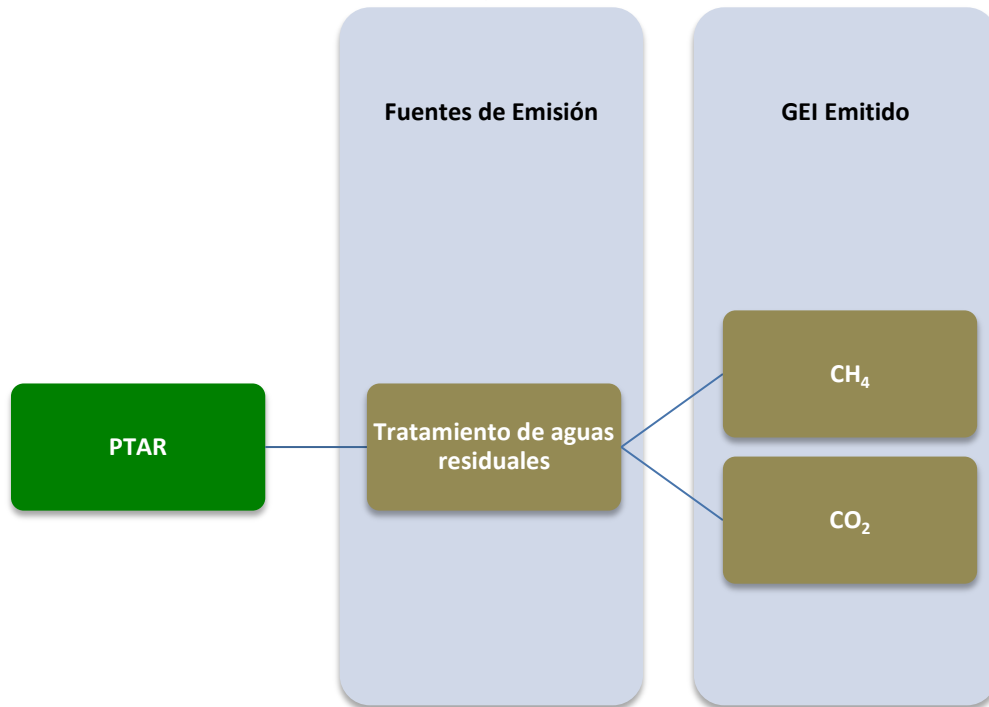


Figura 9. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la PTAR.

Aunque a la fecha de elaboración de este documento no se cuenta con información detallada sobre el proceso de tratamiento que utilizará la PTAR, se supone un tratamiento anaeróbico, es decir, la materia orgánica presente en las aguas se descompondrá y generará biogás (principalmente CH_4 y CO_2).

La PTAR tendrá una capacidad de tratamiento de $11,830 \text{ m}^3/\text{día}$. El agua a tratar provendrá del caudal del drenaje final del alcantarillado sanitario, y el efluente (agua tratada) será utilizado en los lavados sanitarios internos, riego por aspersión y el suministro a la torre de enfriamiento.

3.8. Consumo de energía eléctrica de CFE.

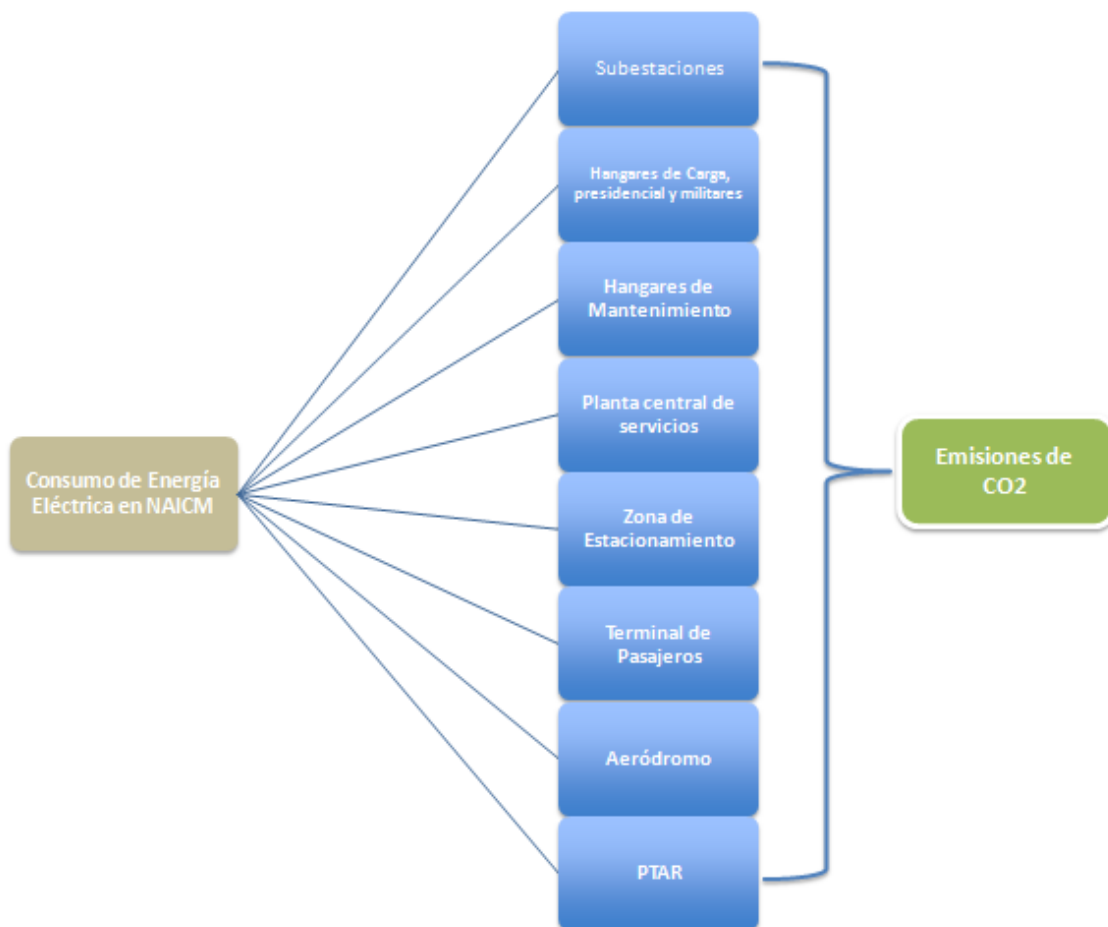


Figura 10. Identificación de fuentes de emisión por consumo de electricidad.

Este concepto corresponde al alcance 2, y abarca las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por el NAICM. La electricidad es comprada a CFE y traída dentro del límite organizacional del NAICM. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en las plantas donde la electricidad es generada.

El GEI que se considera para el consumo de energía eléctrica es el CO₂.

3.9. Resumen de emisiones de GEI identificados para el NAICM

En la siguiente tabla se aprecian los GEI que han sido identificados por las actividades operativas dentro del NAICM.



Tabla 3. Resumen de GEI por fuente en el NAICM

GEI Emitidos	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Hollín	CFC	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	Éteres	HC	Mezclas
Fuentes De emisión												
Aerosoles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aguas Residuales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consumo de energía eléctrica de CFE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diesel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas LP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turbosina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gasolina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Monitoreo

El monitoreo se refiere a la medición y análisis de las emisiones de GEI dentro de los límites organizacionales y operacionales, con el fin de determinar el volumen de emisiones o huella de carbono por las actividades del NAICM.

El monitoreo debe ser consistente con las metodologías aprobadas que se apliquen para cada fuente de emisiones del NAICM.

Una vez que se recabe la información debe prepararse un reporte que recopilará todas las mediciones y cálculos realizados durante el periodo de evaluación, este reporte incluye procedimientos de cálculo, monitoreo y reporte detallados.

El reporte debe estar respaldado por registros (para las mediciones de datos), procedimientos documentales (metodologías de reporte) y registros de mantenimiento (bitácoras, certificados de calibración, etc).

A continuación un ejemplo de los datos que se deben registrar, considerando las fuentes identificadas con la información disponible en el momento de elaboración de este Plan:



Tabla 4. Registro de datos de monitoreo

Fuente de emisión	Actividad	Documentar / Archivar
Energía Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> Tomar datos de consumo eléctrico para el cálculo de emisiones, en kWh o MWh. Verificar que las lecturas de los medidores de electricidad sean iguales/similares a las energías bruta/neta generadas descritas en la factura. 	<p>Archivar datos en papel y formato digital.</p> <p>Archivar los certificados de calibración de los medidores.</p>
Combustibles fósiles	<ul style="list-style-type: none"> Recabar cantidades de consumo de los diferentes combustibles fósiles en Litros Verificar que las lecturas de los medidores de flujo estén correctas. 	<p>Archivar datos en papel y formato digital.</p> <p>Archivar los certificados de calibración de los medidores.</p>
Refrigerantes (HFCs)	<ul style="list-style-type: none"> Verificar la carga inicial del refrigerante en el equipo de aire acondicionado Verificar que no existan fugas de HFC durante la operación de equipo. Verificar que el mantenimiento se realice con el equipo adecuado y en tiempo. Al final de la vida útil del equipo debe asegurarse que el gas refrigerante HFC sea dispuesto de manera adecuada. 	<p>Documentar la fecha de instalación en bitácora y en hoja de Excel.</p> <p>Conservar las especificaciones y el manual de operación de los equipos.</p>

Tabla 5. Documentación de monitoreo

Actividad	Documentación
Se deben calibrar los medidores de electricidad y de flujo acorde con los estándares nacionales e internacionales. Mínimo cada año	<p>Conservar copia del certificado en papel y digital.</p> <p>El número de serie del medidor debe aparecer en el certificado de calibración.</p>
El mantenimiento preventivo, a los equipos de medición deberá realizarse habitualmente y conforme a las recomendaciones del fabricante. El mantenimiento correctivo se realizará cuando sea necesario y en base a las recomendaciones del fabricante, y a los procedimientos de control de calidad establecidos por GACM.	<p>Conservar y archivar las cartas de mantenimiento y/o reemplazo de cualquier equipo.</p> <p>Conservar información sobre la compañía que realice los trabajos de manutención y calibración.</p>

A manera de ejemplo en el **Anexo 2** se incluyen los manuales de monitoreo para consumo de electricidad, consumo de combustibles fósiles y consumo de HFCs.



4.1. Determinación del año base (línea base)

La línea base se define como un conjunto de indicadores seleccionados para el seguimiento y la evaluación sistemática de la política para la reducción de la Huella de Carbono del NAICM.

Un año base fijo tiene la ventaja de permitir que los datos de emisión sean comparados sobre una referencia común. La mayor parte de los mercados o sistemas de comercio de emisiones y de los programas de registro, exigen la instrumentación de una política de año base fijo. También es posible utilizar un promedio de emisiones durante varios años, es decir si se construye una línea base para el año 2015 y se continúa reportando anualmente hasta antes de la entrada en operación del NAICM, se podría considerar el promedio de estos años.

GACM debe elegir como año base el más lejano en el tiempo, pero que también sea relevante para las operaciones del NAICM, y para el cual exista información confiable y completa.

Dado que el actual aeropuerto internacional de la Ciudad de México será reemplazado por el NAICM en sus operaciones e instalaciones, y que la operación del NAICM iniciará en el año 2020, es recomendable construir la línea base a partir del año actual (2015).

Objetivos de la línea base:

- Obtener la información necesaria para comparar el desempeño ambiental del antiguo AICM con el del NAICM.
- Brindar información agregada, oportuna y confiable.
- Contribuir con la consolidación de una cultura de uso y aprovechamiento de la información, mediante el análisis de eficiencia comparativa.

Estructura de la Línea Base

Para el análisis y posterior monitoreo de la Huella de Carbono del NAICM se utilizarán *Indicadores de Estructura* (estandarizados, de uso común, cuyos análisis involucran series de tiempo).

Para obtener la línea base del NAICM se requieren datos del actual AICM, tal como lo requiere la contabilidad de emisiones (ver inciso 6.4.3), de forma enunciativa:



- Consumo anual de energía eléctrica de la red de CFE
- Consumo anual de combustibles fósiles: Diesel, combustóleo, gasolina, gas LP, gas natural.
- Tipo y consumo anual de refrigerantes HCFs
- Número de equipos de aire acondicionado y refrigeración; y su carga de HFC.
- Consumo anual de aerosoles y pinturas con CFCs
- Cantidad de agua residual generada anualmente y sistema de tratamiento.

Una vez recabada la información, se construirá la línea base en la que se utilizarán las mismas herramientas metodológicas y de cálculo que en los reportes periódicos que se describen a continuación, considerando por su puesto, las actualizaciones de los factores de emisión y en todo caso la publicación de nuevas metodologías.

4.2. Propuesta de metodologías para cálculo de emisiones de GEI

En términos de metodologías de cálculo, para el NAICM se detectaron las siguientes fuentes de emisión de GEI:

- Uso de Hidrofluorocarbonos (HFC134a) en los aires acondicionados y posibles sistemas de refrigeración.
- Consumo de combustibles fósiles: Gas Natural, Gas LP, Diesel, Turbosina.
- Consumo de electricidad de la red de CFE
- Tratamiento de aguas residuales

Las emisiones de GEI asociadas a cada una de estas fuentes se calcularán con las metodologías que se describen a continuación.

- AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators
- UNFCCC 2 - Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion.
- UNFCCC 3 - Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption.
- AMS.III.H Methane recovery in wastewater treatment



4.3. Contabilidad (cálculo) de emisiones de GEI

Para cálculo de las emisiones de GEI en términos de CO₂e se ha desarrollado la *NAICM hoja de cálculo de emisiones.xls* (**Anexo 1**). Este documento permitirá obtener como resultado las emisiones de GEI de NAICM para integrar el reporte.

Esta hoja de cálculo está compuesta por cuatro pestañas:

1. ENTRADA DE DATOS: En las celdas en AMARILLO se deberá introducir el valor correspondiente para generar el cálculo de Emisiones de GEI(PE) o las reducciones de emisiones (RE) según sea el caso.

COMBUSTIBLES FÓSILES			ELECTRICIDAD - RED CFE		
Diesel			Subestación 1		
Enero	0	Litros	Enero	0	MWh
Febrero	0	Litros	Febrero	0	MWh
Marzo	0	Litros	Marzo	0	MWh
Abril	0	Litros	Abril	0	MWh
Mayo	0	Litros	Mayo	0	MWh
Junio	3	Litros	Junio	0	MWh
Julio	0	Litros	Julio	0	MWh
Agosto	0	Litros	Agosto	0	MWh
Septiembre	0	Litros	Septiembre	0	MWh
Octubre	0	Litros	Octubre	2	MWh
Noviembre	0	Litros	Noviembre	0	MWh
Diciembre	0	Litros	Diciembre	0	MWh
TOTAL	3	Litros	TOTAL	2	MWh
Gasolina			Subestación 2		
Enero	0	Litros	Enero	1	MWh
Febrero	0	Litros	Febrero	0	MWh
Marzo	0	Litros	Marzo	0	MWh
Abril	0	Litros	Abril	0	MWh
Mayo	0	Litros	Mayo	0	MWh
Junio	0	Litros	Junio	0	MWh
Julio	0	Litros	Julio	0	MWh
Agosto	0	Litros	Agosto	0	MWh
Septiembre	0	Litros	Septiembre	0	MWh
Octubre	0	Litros	Octubre	0	MWh
Noviembre	0	Litros	Noviembre	0	MWh
Diciembre	0	Litros	Diciembre	0	MWh
TOTAL	0	Litros	TOTAL	1	MWh

Figura 11. Hoja de entrada de datos de *NAICM hoja de cálculo de emisiones.xls*.



2. RESUMEN ANUAL: En esta celda se concentran los consumos anuales por fuente de emisiones. No deben hacerse cambios en estas celdas.

RESUMEN ANUAL PARA EL MONITOREO DE FUENTES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO



Combustibles fósiles			
No.	tipo de Combustible	Cantidad (FC)	
1	Diesel	3	Litros por año
2	Gasolina	0	L/año
3	Turbosina	0	L/año
4	Gas LP	0	L/año
5	Gas Natural	0	L/año
6	Combustoleo	0	L/año

ELECTRICIDAD			
No.	Edificio/infraestructura	Cantidad	
1	Subestación 1	2	MWh/año
2	Subestación 2	1	MWh/año

HIDROFLUOROCARBONOS (HFC-134a)			
No.	Parametro	Cantidad	
A	Núm. de aires acondicionados	0	
B	Kilowatts consumidos	3	kWh/año
C	Cantidad de Kilogramos de HFC 134a de la carga	0	Kg

ENERGÍAS RENOVABLES

A. Energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables

Electricidad - Bordo Poniente	3	Kwh/año
--------------------------------------	----------	----------------

Electricidad - Otras fuentes renova	4	kWh/año
--	----------	----------------

Nota 1: Electricidad generada a partir de fuentes renovables, cualquiera que estas sean (eólico, geotérmica, fotovoltaico, termosolar, hidroeléctrica) y consumida por el NAICM.

Nota 2: Electricidad generada a partir del biogás capturado en el Relleno Sanitario de Bordo Poniente y que sea consumida por el NAICM

B. Generación de energía eléctrica a partir del biogás producido en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

*Nota: Aplica solo si la PTAR implementa un sistema de tratamiento de aguas residuales ANAEROBIO y un sistema de generación de electricidad

Flujo de biogás	2	Nm3/h*
Contenido de metano (CH₄)	66%	%

*Metros cúbicos de biogás normalizados. La medición debe realizarse con un medidor de flujo para biogás debidamente calibrado



3. CONSTANTES: En esta hoja se encuentran las constantes necesarias para lograr los diferentes cálculos de emisiones por tipo de fuente. Aquí no se debe ingresar o modificar ningún valor.

CONSTANTES PARA EL CALCULO DE EMISIONES



DIESEL		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0430	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	74.10	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.186	tCO ₂ e/t
Densidad	0.840	kg/L

ELECTRICIDAD		
Factor de Emisión (EF)*	0.4999	tCO ₂ e/MWh
Pérdidas T&D (TDL)**	20%	

Programa GEI-México, 2014. Factor de Emisión 20:
<http://www.geimexico.org/factor.html>
 **UNFCCC 3. Valor por defecto por pérdidas de Tra

GASOLINA		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0443	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	69.30	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.070	tCO ₂ e/t
Densidad	0.730	kg/L

TURBOSINA		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0441	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	71.50	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.153	tCO ₂ e/t
Densidad	0.772	kg/L

GAS LP (PROPANO)		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0473	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	63.10	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	2.985	tCO ₂ e/t
Densidad	0.540	kg/L

GAS NATURAL		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0442	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	64.20	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	2.838	tCO ₂ e/t
Densidad	0.554	kg/L

COMBUSTOLEO		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0404	TJ/t
Factor de Emisión CO ₂ (EF)	77.40	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.127	tCO ₂ e/t
Densidad	1.000	kg/L

IPCC, 2006. Capítulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

IPCC, 2006. Capítulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Combustoleo pesado - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology



HIDROFLUOROCARBONOS - HFC 134a		
Potencial de Calentamiento Global (GWP)	1300	IPCC 2006
Rango de control por aire acondicionado	0.115	
IPCC 2006, HFC134a GWP/100años		
Metodología de calculo basada en la AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators - del UNFCCC		

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		
Metano LHV	35.81	MJ/m3
Contenido de metano (CH ₄)	66%	%
Biogás LHV	23.63	MJ/m3
	3.6	MJ/kWh
Biogás LHV	6.57	kWh/m3
Flujo de energía	13.13	kWh/hr

Horas de operación al año	8760	Horas/año
---------------------------	------	-----------

Eficiencia del Generador	30%	%
--------------------------	-----	---

IPCC, 2006. Capitulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

IPCC, 2006. Capitulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology

4. EMISIONES TOTALES: Es esta hoja se obtienen los resultados del cálculo de emisiones. Se encuentra diferenciado por fuente de emisiones e incluye el total de éstas. En el caso de aplicar, se restarán las reducciones (RE) provenientes de energías renovables. Los cálculos se realizan automáticamente a partir de la ENTRADA DE DATOS, RESUMEN ANUAL y las CONSTANTES.

Emisiones de Carbono Equivalente

Combustibles Fósiles		
1. Diesel	0.01	tCO ₂ e
2. Gasolina	0.00	tCO ₂ e
3. Turbosina	0.00	tCO ₂ e
4. Gas LP	0.00	tCO ₂ e
5. Gas Natural	0.00	tCO ₂ e
6. Combustoleo	0.00	tCO ₂ e
Subtotal - PE_{fósil}	0.01	tCO₂e

$$PE_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y}$$

FC = Cantidad de combustible
COEF = Coeficiente de emisiones



Electricidad		
1. Subestación 1	1.20	tCO ₂ e
2. Subestación 2	0.60	tCO ₂ e
Subtotal - PE_{elect}	1.80	tCO₂e

$$PE_{EC,y} = \sum EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y})$$

EC = Electricidad consumida
EF = Factor de emisión
TDL = Factor por pérdidas por distribución y transporte

Donde:

$$Emisiones Totales (PE_T) = (PE_{fósil} + PE_{elect} + PE_{HFC}) - RE_{Elec. Renovable}$$

PE_T = -19.64 tCO₂e/año



Hidrofluorocarbonos - HFC134a		
Consumo eléctrico A	0.00	tCO2e
Emissiones HFC	-	tCO2e
Subtotal - PE_{HFC}	0.00	tCO2e

$$EC_{EL,y} = Q_{PJ,y} \times SEC_{BL} / 1000$$

$$BE_{HFC,y} = Q_{HFC,y} * GWP_{HFC}$$

Q = Cantidad de aires acondicionados
 QHFC = Kilogramos de carga de HFC
 SEC = kWh consumidos por el equipo
 GWP = Potencial de calentamiento global HFC

Nota: Metodología de calculo basada en la AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators - del UNFCCC/CMNUCC

ENERGÍA RENOVABLE		
Electricidad Bordo poniente	1.80	tCO2e
Electricidad - Otras Fuentes de Ef	2.40	tCO2e
Electricidad - PTAR	17.25	tCO2e
Subtotal - RE_{Elect.Renovable}	21.45	tCO2e

$$PE_{EC,y} = \sum EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y})$$

Nota: La metodología AMS.III.H se tomo como referencia. Los calculos para determinar la electricidad generada a partir del biogás generado en la PTAR estan basados en las propiedades fisicoquímicas del mismo.

EC = Electricidad consumida
 EF = Factor de emisión
 TDL = Perdidas por T&D de la red CFE (No se consideran perdidas por T&D de la electricidad proveniente de la PTAR)

Para el correcto uso de esta calculadora y facilitar la integración del reporte, se proponen a manera de ejemplo los manuales de monitoreo para consumo de electricidad, consumo de combustibles fósiles y consumo de HFCs. **(Anexo 2)**



VII. ETAPA 2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN O COMPENSACIÓN DE GEI DURANTE LA OPERACIÓN DEL NAICM.

En esta etapa se propondrán las estrategias de reducción de GEI para lograr una huella neutral de carbono y la reducción de 40% en el consumo eléctrico tal como lo establece la autoridad en el resolutivo de impacto ambiental que motiva este Plan.

1. Identificación y propuesta de estrategias de reducción de emisiones

Las estrategias de reducción identificadas para el NAICM, de manera preliminar, son:

- Uso de vehículos eléctricos. Estos vehículos son los operativos dependientes del NAICM.
- Sistema de cogeneración. Planta de producción de energía combinada de calor y electricidad en la planta central de servicios.
- Uso de energía eléctrica a partir de tecnologías de energías renovables.
 - Biogás de la celda 4 del relleno sanitario Bordo Poniente
 - Paneles solares dentro y fuera del NAICM.
 - Biogás de la PTAR
 - Diseño arquitectónicos que permite ahorro de energía eléctrica aprovechando la luz natural del día.
 - Uso de sistemas ahorradores de energía, de manera enunciativa iluminación LED, luz actividad por movimiento, focos ahorradores, manejo de colores claros en las instalaciones).



2. Confirmación de límites de registro incluyendo estrategias de reducción.

Para las estrategias de reducción de emisiones se conservará el *enfoque de control operacional* planteado originalmente para la contabilización de emisiones de GEI.

Para el alcance 2, sobre consumo de electricidad seguirá considerándose que las emisiones se generan en los sitios donde se produce la electricidad.

3. Identificación de las fuentes de emisión de GEI para las estrategias de reducción

Para las estrategias descritas anteriormente, las fuentes de emisión asociadas son:

Emisiones directas (alcance 1)

Uso de vehículos eléctricos. La reducción se atribuye a la eliminación del consumo de gasolina o diesel según corresponda. Conforme se incorporen los vehículos eléctricos, el consumo de estos combustibles se reducirá.

Sistema de cogeneración. Al incorporarse un sistema de cogeneración, la energía eléctrica producida tendrá asociado un consumo de combustibles fósiles, diesel y gas natural, que se monitorearán y reportarán. Así la energía consumida de la red de CFE disminuirá.

Uso de energía eléctrica a partir de tecnologías de energías renovables. Para la energía producida a partir de biogás del relleno sanitario Bordo Poniente y de la PTAR, se debe aplicar un factor de emisión distinto del de la red interconectada de CFE, que dependerá de la tecnología y eficiencia de generación de energía eléctrica. Este factor arrojará un resultado de las emisiones asociadas a esta electricidad.

Para la energía obtenida a partir de *paneles solares*, el factor de emisión es cero, y se considera la reducción del total de la energía generada.

El diseño arquitectónico que provecha la luz natural del día y los sistemas ahorradores de energía, repercutirán en el consumo de energía eléctrica, que al final se disminuirá en la factura.



4. Propuesta de metodologías para cálculo de emisiones de GEI para las estrategias de reducción

Las metodologías que se utilizarán para el cálculo de reducción de emisiones deberán ser aprobadas por el IPCC o bien por la SEMARNAT.

De manera preliminar, para el cálculo de emisiones por quema de combustibles fósiles se debe utilizar la metodología *“Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion”*.

Para el consumo de electricidad se debe utilizar. *“Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption”*. Considerando los factores de emisión asociados a la generación de esta electricidad en su origen.

5. Contabilidad (cálculo) de reducciones de GEI

Para el cálculo de las reducciones de emisiones de GEI se debe utilizar una calculadora similar a la propuesta en este documento.



VIII. REPORTE DE EMISIONES DE GEI

El reporte de emisiones de GEI es un formato en el que se resumen los resultados de todas las actividades anteriores. Es importante considerar que tal como se estipula en el apartado 6.4 anterior deberán conservar todos los documentos y evidencias que permitan la posterior verificación de este reporte. (**Anexo 3.**)

DATOS GENERALES NAICM

Descripción general del NAICM	
Datos de Contacto	
Periodo de reporte	

LIMITES ORGANIZACIONALES

Enfoque elegido para la consolidación de las emisiones		
Participación accionaria	Control financiero	Control operacional
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ENTIDADES LEGALES O INSTALACIONES EN LAS CUALES NAICM TIENE PARTICIPACIÓN ACCIONARIA, CONTROL FINANCIERO O CONTROL OPERACIONAL

Entidades legales o instalaciones en las cuales NAICM tiene participación accionaria, control financiero o control operacional	% de participación accionaria	¿NAICM tiene control financiero?	¿NAICM tiene control operacional?



LÍMITES OPERACIONALES

Fuentes de emisión de las unidades operacionales del NAICM	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Aerosoles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aguas Residuales/PTAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Combustibles Automóviles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diesel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas LP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gasolina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerante HFC 134-a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solventes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turbosina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consumo de electricidad de CFE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EMISIONES DEL AÑO BASE (LÍNEA BASE)

CO ₂ e
Alcance 1
Alcance 2
Alcance 3
Total

EMISIONES DEL DE REPORTE (2018)

CO ₂ e
Alcance 1
Alcance 2
Alcance 3
Total

REDUCCIÓN DE EMISIONES

Proyecto desarrollado	Reducciones atribuidas CO ₂ e

PERFIL DE EMISIONES EN EL TIEMPO

GRÁFICA DE EMISIONES (año base y cada año que se reporte)



METODOLOGÍAS Y FACTORES DE EMISIÓN

AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators .

Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion.

Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption.

AMS.III.H Methane recovery in wastewater treatment.

REFERENCIAS

IPCC, 2006. Capitulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 – Energía.

IPCC, 2006. Capitulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 – Energía.

CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

PEMEX. Combustoleo pesado - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology.

Programa GEI-México, 2014. Factor de Emisión 2013.
<http://www.geimexico.org/factor.html>



UNFCCC, 2014. Approved Small - Scale Methodologies
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved>.

UNFCCC-a, 2014. Clean Development Mechanism (CDM) Methodological Tools
<http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>.

SCT, 2012. Estrategia para Reducir las Emisiones de Gases Contaminantes en Aeropuertos Saturados. El caso del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

VERIFICACIÓN

¿Este inventario ha sido verificado por alguna empresa certificada?	
NO	SI
Datos de la empresa verificadora	



IX. VERIFICACIÓN

La verificación de un reporte de GEI, es la actividad de revisión periódica e independiente realizada por un organismo acreditado y consiste en determinar mediante la evaluación de evidencia objetiva (documentación) de acuerdo con criterios predeterminados, si lo establecido por la organización en cuanto a la cantidad de emisiones que genera, es correcto.

La verificación incluye una revisión documental del reporte de monitoreo y los documentos de respaldo. La entidad acreditada visitará las instalaciones del NAICM para confirmar que el reporte de monitoreo y los procedimientos de mantenimiento concuerdan con el Plan de Monitoreo, Registro y Verificación, así como con las metodologías correspondientes. Es importante que durante la visita al sitio se encuentren presentes tanto el personal técnico superior como el operativo, para que respondan a preguntas que pueda plantear el auditor.

El reporte final se denomina Dictamen de Verificación, que es un documento emitido por un organismo que acredita la relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión de la información contenida en los reportes de emisiones, este organismo comprueba que todos los cálculos y mediciones concuerdan con los procedimientos incluidos en el Plan; y servirá a GACM para validar la Huella de Carbono y su posible reducción de emisiones de GEI.

En el reglamento de la LGCC en materia de registro nacional de emisiones, en el capítulo IV, artículo 16, se indica que los establecimientos sujetos a reporte deberán, cada 3 años, presentar su dictamen de verificación.

X. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

1. Figuras

- Figura 1. Actividades para la certificación de carbono neutral.
- Figura 2. Esquema del Plan de monitoreo, registro y verificación de GEI para el NAICM
- Figura 3. Identificación de fuentes de emisión de GEI en el NAICM.
- Figura 4. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la planta central de servicios.
- Figura 5. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la aerotrópolis.
- Figura 6. Identificación de fuentes de emisión y GEI en el aeródromo.
- Figura 7. Identificación de fuentes de emisión y GEI en los edificios administrativos.
- Figura 8. Identificación de fuentes de emisión y GEI en los edificios de mantenimiento.
- Figura 9. Identificación de fuentes de emisión y GEI en la PTAR.
- Figura 10. Identificación de fuentes de emisión por consumo de electricidad.
- Figura 11. Hoja de entrada de datos de NAICM hoja de cálculo de emisiones.xls.

2. Tablas

- Tabla 1. Fuentes de emisión de GEI en el NAICM
- Tabla 2. Cargas planeadas de refrigerante
- Tabla 3. Resumen de GEI por fuente en el NAICM
- Tabla 4. Registro de datos de monitoreo
- Tabla 5. Documentación de monitoreo



XI. BIBLIOGRAFÍA

- 1987, United Nations, Our Common Future - Report of the World Commission on Environment and Development.
- http://www.accionverde.org.co/carbono_neutro/carbono_neutro.php
- <http://www.earth.ac.cr/es/about-earth/carbono-neutro/spanish-como-logra-una-organizacion-convertirse-en-c-neutro/>
- <http://www.ghgprotocol.org/>
- <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>
- http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/contaminantes-climaticos-tema-central-en-la-cumbre-del-clima-de-septiembre-1/>
- <http://www.carbonneutral.com/images/uploads/blog/CNP-July2013.pdf>



XII. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Cálculo

INTRODUCCIÓN

El monitoreo se refiere a la medición y análisis de las emisiones de GEI dentro de los límites organizacionales y operacionales, con el fin de determinar el volumen de emisiones o huella de carbono por las actividades del NAICM.

El monitoreo debe ser consistente con las metodologías aprobadas que se apliquen para cada fuente de emisiones del NAICM.

Para el NAICM se detectaron las siguientes fuentes de emisión de GEI:

Combustibles fósiles

Consumo de electricidad de la red de CFE

Uso de Hidrofluorocarbonos (HFC134a) en los aires acondicionados y posibles sistemas de refrigeración

Algunas estrategias de reducción o compensación de emisiones para el NAICM son:

Energía generada en el exRelleno Sanitario de Bordo Poniente

Energía de otras fuentes renovables (ej.: eólico, fotovoltaico)

Energía generada por la PTAR. Siempre que el tratamiento sea anaerobio

Sobre esta hoja de calculo

Este archivo de calculo esta dividido en tres hojas:

1. ENTRADA DE DATOS: En las celdas en AMARILLO se deberá introducir el valor correspondiente para generar el calculo de Emisiones de GEI(PE) o las reducciones de emisiones (RE) según sea el caso.
2. RESUMEN ANUAL: En esta celda se concentran los consumos anuales por fuente de emisiones. No deben hacerse cambios en estas celdas.
3. CONSTANTES: En esta hoja se encuentran las constantes necesarias para lograr los diferentes calculos de emsiones por tipo de fuente. Aquí no se debe ingresar o modificar ningún valor.
3. EMSIONES TOTALES: Es esta hoja se arrojan los resultados del calculo de emsiones. Se encuentra diferenciado por fuente de emsiones e incluye el total de éstas. Las emisiones GEI totales se les resta aquellas reducciones (RE) provenientes de energías renovables. Los calculos se realizan automáticamente a partir de la ENTRADA DE DATOS, RESUMEN ANUAL y las CONSTANTES.

METODOLOGÍAS

AMS.III.X - Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators

UNFCCC 2 - Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion.

UNFCCC 3 - Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption.

AMS.III.H Methane recovery in wastewater treatment

REFERENCIAS

IPCC, 2006. Capítulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

IPCC, 2006. Capítulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

PEMEX. Combustoleo pesado - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology

Programa GEI-México, 2014. Factor de Emisión 2013 <http://www.geimexico.org/factor.html>

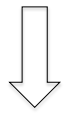
UNFCCC, 2014. Approved Small - Scale Methodologies <https://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved>

UNFCCC-a, 2014. Clean Development Mechanism (CDM) Methodological Tools <http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>

SCT, 2012. Estrategia para Reducir las Emisiones de Gases Contaminantes en Aeropuertos Saturados. El caso del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México



ENTRADA MENSUAL PARA EL MONITOREO DE FUENTES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



COMBUSTIBLES FÓSILES

Diesel	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	3 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	3 Litros

Gasolina	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	0 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	0 Litros

Turbosina	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	0 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	0 Litros

Gas LP	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	0 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	0 Litros

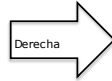
Gas Natural	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	0 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	0 Litros

Combustoleo	
Enero	0 Litros
Febrero	0 Litros
Marzo	0 Litros
Abril	0 Litros
Mayo	0 Litros
Junio	0 Litros
Julio	0 Litros
Agosto	0 Litros
Septiembre	0 Litros
Octubre	0 Litros
Noviembre	0 Litros
Diciembre	0 Litros
TOTAL	0 Litros

ELECTRICIDAD - RED CFE

Subestación 1	
Enero	0 MWh
Febrero	0 MWh
Marzo	0 MWh
Abril	0 MWh
Mayo	0 MWh
Junio	0 MWh
Julio	0 MWh
Agosto	0 MWh
Septiembre	0 MWh
Octubre	2 MWh
Noviembre	0 MWh
Diciembre	0 MWh
TOTAL	2 MWh

Subestación 2	
Enero	1 MWh
Febrero	0 MWh
Marzo	0 MWh
Abril	0 MWh
Mayo	0 MWh
Junio	0 MWh
Julio	0 MWh
Agosto	0 MWh
Septiembre	0 MWh
Octubre	0 MWh
Noviembre	0 MWh
Diciembre	0 MWh
TOTAL	1 MWh



HIDROFLUOROCARBONOS - HFC134a

*Solo una vez por año - por carga de cada aire acondicionado

A*	Num. de aires acondicionados	5	
C*	Cantidad de Kilogramos de HFC 134a de la ca	1	Kg
B	Kilowatts consumidos		
	Enero	10	kWh
	Febrero	0	kWh
	Marzo	0	kWh
	Abril	0	kWh
	Mayo	0	kWh
	Junio	0	kWh
	Julio	0	kWh
	Agosto	0	kWh
	Septiembre	0	kWh
	Octubre	0	kWh
	Noviembre	0	kWh
	Diciembre	0	kWh
	TOTAL	10	kWh

**En Kilowatts hora

ENERGÍAS RENOVABLES

Electricidad - Bordo Poniente	
Enero	0 MWh
Febrero	0 MWh
Marzo	3 MWh
Abril	0 MWh
Mayo	0 MWh
Junio	0 MWh
Julio	0 MWh
Agosto	0 MWh
Septiembre	0 MWh
Octubre	0 MWh
Noviembre	0 MWh
Diciembre	0 MWh
TOTAL	3 MWh

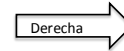
Electricidad - Otras fuentes Renovables	
Enero	0 MWh
Febrero	0 MWh
Marzo	0 MWh
Abril	4 MWh
Mayo	0 MWh
Junio	0 MWh
Julio	0 MWh
Agosto	0 MWh
Septiembre	0 MWh
Octubre	0 MWh
Noviembre	0 MWh
Diciembre	0 MWh
TOTAL	4 MWh

*En Megawatts hora

Flujo de Biogás de la PTAR	
Enero	0 Nm3
Febrero	0 Nm3
Marzo	0 Nm3
Abril	0 Nm3
Mayo	0 Nm3
Junio	2 Nm3
Julio	0 Nm3
Agosto	0 Nm3
Septiembre	0 Nm3
Octubre	0 Nm3
Noviembre	0 Nm3
Diciembre	0 Nm3
TOTAL	2 Nm3

*Metros cúbicos de biogás normalizados. La medición debe realizarse con un medidor de flujo para biogás debidamente calibrado

RESUMEN ANUAL PARA EL MONITOREO DE FUENTES DE EMISIONES DE GASES DE EFECT



Combustibles fósiles

No.	ipo de Combustible	Cantidad (FC)	
1	Diesel	3	Litros por año
2	Gasolina	0	L/año
3	Turbosina	0	L/año
4	Gas LP	0	L/año
5	Gas Natural	0	L/año
6	Combustoleo	0	L/año

ELECTRICIDAD

No.	Edificio/Infraestructura	Cantidad	
1	Subestación 1	2	MWh/año
2	Subestación 2	1	MWh/año



HIDROFLUOROCARBONOS (HFC-134a)			
No.	Parametro	Cantidad	
A	Jum. de aires acondicionados	5	
B	Kilowatts consumidos	10	kWh/año
C	Cantidad de Kilogramos de HFC 134a de la carga	1	Kg

ENERGÍAS RENOVABLES

A. Energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables

Electricidad - Bordo Poniente	3	kWh/año
-------------------------------	---	---------

Electricidad - Otras fuentes renovables	4	kWh/año
---	---	---------

Nota 1: Electricidad generada a partir de fuentes renovables, cualquiera que estas sean (eólico, geotérmica, fotovoltaico, termosolar, hidroeléctrica) y consumida por el NAICM.

Nota 2: Electricidad generada a partir del biogás capturado en el Relleno Sanitario de Bordo Poniente y que sea consumida por el NAICM

B. Generación de energía eléctrica a partir del biogás producido en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

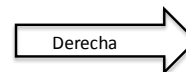
*Nota: Aplica solo si la PTAR implementa un sistema de tratamiento de aguas residuales ANAEROBIO y un sistema de generación de electricidad

Flujo de biogás	2	Nm ³ /h*
Contenido de metano (CH ₄)	66%	%

*Metros cúbicos de biogás normalizados. La medición debe realizarse con un medidor de flujo para biogás debidamente calibrado



CONSTANTES PARA EL CALCULO DE EMISIONES



DIESEL		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0430	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	74.10	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	3.186	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	0.840	kg/L

ELECTRICIDAD		
<i>Factor de Emisión (EF)*</i>	0.4999	tCO2e/MWh
<i>Perdidas T&D (TDL)**</i>	20%	

Programa GEI-México, 2014. Factor de Emisión 2013
<http://www.geimexico.org/factor.html>

**UNFCCC 3. Valor por defecto por pérdidas de Transmisión y Distribución

GASOLINA		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0443	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	69.30	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	3.070	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	0.730	kg/L

TURBOSINA		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0441	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	71.50	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	3.153	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	0.772	kg/L

GAS LP (PROPANO)		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0473	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	63.10	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	2.985	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	0.540	kg/L

GAS NATURAL		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0442	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	64.20	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	2.838	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	0.554	kg/L

COMBUSTOLEO		
<i>Valor Calórico Neto (NCV)</i>	0.0404	TJ/t
<i>Factor de Emisión CO2 (EF)</i>	77.40	kgC/GJ
<i>Coefficiente de Emisión (COEF)</i>	3.127	tCO2e/t
<i>Densidad</i>	1.000	kg/L

IPCC, 2006. Capítulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

IPCC, 2006. Capítulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

PEMEX. Combustoleo pesado - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Sustancias Químicas

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology



HIDROFLUOROCARBONOS - HFC 134a

Potencial de Calentamiento Global (GWP)	1300	IPCC 2006
Perdidas eléctricas por T&D (TD)	1.05	TD

IPCC 2006, HFC134a GWP/100años

Metodología de calculo basada en la AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators - del UNFCCC

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Metano LHV	35.81	MJ/m3
Contenido de metano (CH ₄)	66%	%
Biogás LHV	23.63	MJ/m3
	3.6	MJ/kWh
Biogás LHV	6.57	kWh/m3
Flujo de energía	13.13	kWh/hr

Horas de operación al año	8760	Horas/año
---------------------------	------	-----------

Eficiencia del Generador	30%	%
--------------------------	-----	---

IPCC, 2006. Capitulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

IPCC, 2006. Capitulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology

Emisiones de Carbono Equivalente

Combustibles Fósiles

1. Diesel	0.01	tCO ₂ e
-----------	------	--------------------

2. Gasolina	0.00	tCO ₂ e
-------------	------	--------------------

3. Turbosina	0.00	tCO ₂ e
--------------	------	--------------------

4. Gas LP	0.00	tCO ₂ e
-----------	------	--------------------

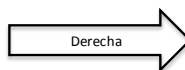
5. Gas Natural	0.00	tCO ₂ e
----------------	------	--------------------

6. Combustoleo	0.00	tCO ₂ e
----------------	------	--------------------

Subtotal - PE_{fósil}	0.01	tCO₂e
--------------------------------------	-------------	-------------------------

$$PE_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y}$$

FC = Cantidad de combustible
COEF = Coeficiente de emisiones



Electricidad

1. Subestación 1	1.20	tCO ₂ e
------------------	------	--------------------

2. Subestación 2	0.60	tCO ₂ e
------------------	------	--------------------

Subtotal - PE_{elect}	1.80	tCO₂e
--------------------------------------	-------------	-------------------------

$$PE_{EC,y} = \sum EC_{P,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TD L_{j,y})$$

EC = Electricidad consumida
EF = Factor de emisión
TDL = Factor por pérdidas por distribución y transporte

Donde:

$$Emisiones Totales (PE_T) = (PE_{fósil} + PE_{elect} + PE_{HFC}) - RE_{Elec. Renovable}$$

PE_T = 1,280.38 tCO₂e/año



Hidrofluorocarbonos - HFC134a		
Consumo eléctrico AC (0.026	tCO2e
Emisiones HFC (BE)	1,300.00	tCO2e
Subtotal - PE_{HFC}	1,300.03	tCO2e

$$EC_{PJ,y} = (Q_{PJ,y} * SEC_{PJ,y} * 1.05) / 1000$$

$$BE_{HFC,y} = Q_{HFC,y} * GWP_{HFC}$$

Q = Cantidad de aires acondicionados
 QHFC = Kilogramos de carga de HFC
 SEC = kWh consumidos por el equipo
 GWP = Potencial de calentamiento global HFC

Nota: Metodología de calculo basada en la AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators - del

ENERGÍA RENOVABLE		
Electricidad Bordo poniente	1.80	tCO2e
Electricidad - Otras Fuentes de EA	2.40	tCO2e
Electricidad - PTAR	17.25	tCO2e
Subtotal - RE_{Elect.Renovable}	21.45	tCO2e

$$PE_{EC,y} = \sum EC_{PI,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y})$$

Nota: La metodología AMS.III.H se tomo como referencia. Los calculos para determinar la electricidad generada a partir del biogás generado en la PTAR estan basados en las propiedades fisicoquímicas del mismo.

EC = Electricidad consumida
 EF = Factor de emisión

TDL = Perdidas por T&D de la red CFE (No se consideran perdidas por T&D de la electricidad proveniente de la PTAR)



Anexo 2. Ejemplo de manuales de monitoreo



Manual de Monitoreo

Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Huella Ecológica – Emisiones de Carbono

- Ejemplo para el Monitoreo de Emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad -



Propósito de este manual de monitoreo

El monitoreo corresponde a la medición y análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de los límites del NAICM, con el fin de determinar el volumen emisiones o huella de carbono generada por las actividades del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).

Es un documento interno para el uso exclusivo del personal del NAICM. El Manual de Monitoreo podrá ser entregado a los verificadores/auditores con el fin de darles una introducción al sistema de monitoreo implementado por el NAICM.

Contactos de Monitoreo

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO
EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

Oficina central:
LUGAR
Ex Vaso de Texcoco

Cómo llegar a las oficinas:
Boulevard XX

Carbono neutro - Huella de carbono

El concepto de “Carbono Neutro” se refiere a la práctica de balancear los equivalentes de emisiones de dióxido de carbono, con prácticas de reducción y compensación.

Para lograrlo, es necesario en primer lugar determinar las emisiones del año base (línea base) y posteriormente la huella de carbono del periodo de reporte.

Así entonces, la neutralidad de carbono se logra cuando a través de un proceso transparente de medición, reporte y verificación de emisiones, el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones es igual a cero. El proceso toma como plataforma los GEI descritos en el Protocolo de Kioto.



Para la medición, reporte y verificación de emisiones se utiliza un año base para comparar emisiones o reducciones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo.

Para lograr la neutralidad de carbono se puede aplicar alguna o ambas de las siguientes acciones:

- Reducir las emisiones a través de mejora o sustitución de las fuentes que las emiten dentro de la instalación que reporta.
- Compensar las emisiones a través de proyectos que remueven, retiren o capturen la misma proporción o más de emisiones. Algunos ejemplos son: consumo de energía proveniente de fuentes renovables, plantaciones forestales, reforestación y compra de reducciones certificadas de emisiones.

Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.

Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiativo¹¹) que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiativas y períodos de permanencia en la atmósfera. Tales influencias pueden expresarse mediante una métrica común basada en el forzamiento radiativo por CO₂.

Una emisión de CO₂-equivalente (CO_{2e}) es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiativo integrado a lo largo del tiempo 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 global¹² (PCG/GWP) para un horizonte temporal dado. Para una mezcla de GEI, se obtienen sumando las emisiones de CO₂-equivalente de cada uno de los gases (IPCC, 2006).

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 (IPCC, 2006).

¹¹ En climatológicamente significa cualquier cambio en la radiación (calor) entrante o saliente de un sistema climático. Puede deberse a cambios en la radiación solar incidente, o a diferentes cantidades de gases activos radiativos

¹² El Potencial de Calentamiento Global se define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.



Gas de Efecto Invernadero	Formula	Potencial de Calentamiento Global – 100 años (PCG/GWP). IPCC 2006
Bióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Flouorcarbonos*	CFC, HCFC	90 – 8,100
Hidrofluorcarbonos	HFC	140 – 11,700
Perfluorcarbonos	PFC	9,200 – 23,900
*Bajo control del Protocolo de Montreal		

Cálculo de la reducción de emisiones – ELECTRICIDAD

Las emisiones de CO₂ del NAICM serán calculadas en base a la energía eléctrica.

Con referencia a la metodología del CMNUCC¹³ tenemos que:

$$PE_{\text{Elect}} = \sum EC * FE * (1 + TDL)$$

Lo que es igual a:

PE_{Elect} = Emisiones por consumo de electricidad [tCO_{2e}]

EC = Energía eléctrica neta consumida [MWh]

FE = Factor de emisión de la red [tCO₂/MWh]

TDL = Perdidas por Transmisión y Distribución de la Red [20%]

Donde:

- El factor de emisión de la red eléctrica de CFE actualmente (2013) ha sido determinado en 0.4999 tCO₂/MWh, de acuerdo al Programa GEI México <http://www.geimexico.org/factor.html>
- La energía Consumida es medida por los medidores de electricidad de las subestaciones. Estos medidores deben ser bidireccionales.
- Las perdidas por Transmisión y Distribución (TDL) de la red de CFE se consideran 20% (y a que se considera que el consumo eléctrico del NAICM será mayor con respecto a la Línea Base)¹⁴, de acuerdo con la metodología

¹³ Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption.

¹⁴ Actualmente no se cuenta con datos para el cálculo de la Línea Base



del CMNUCC: “Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption”

Finalmente:

$$\sum EC = PE_{\text{Subestación1}} + PE_{\text{Subestación2}} \text{ [MWh]}$$

Procedimientos para la colecta de datos

Tabla 1. Colecta de datos

Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Electricidad			
Mensualmente	<p>Para el cálculo de emisiones se debe tomar la energía consumida por el NAICM de las facturas-CFE en MWh y vaciarla en la hoja de cálculo de Excel. VER TABLA 1 abajo como ejemplo.</p> <p>Tomar lecturas de los medidores de electricidad y vaciar valores en MWh en la hoja de cálculo de Excel para el cálculo de emisiones.</p> <p>Verificar el totalizador de consumo de electricidad del los medidores o del sistema de control de las subestaciones.</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel.</p> <p>Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM</p>
Mensualmente	<p>Hay que verificar que la energía consumida por el NAICM descrita en la factura-CFE sea la misma de los reportes mensuales.</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel.</p> <p>Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM</p> <p>COPIA - Facturas de Comisión Federal de Electricidad (CFE)</p>



Tabla 2. Tomada de la Hoja de Cálculo de Emisiones de GEI del NAICM

Subestación 1		
Enero	2.34	MWh
Febrero	2.45	MWh
Marzo	0	MWh
Abril	0	MWh
Mayo	0	MWh
Junio	0	MWh
Julio	0	MWh
Agosto	0	MWh
Septiembre	0	MWh
Octubre	0	MWh
Noviembre	0	MWh
Diciembre	0	MWh
TOTAL	4.79	MWh

Datos supuestos como ejemplo

Aseguramiento y control de calidad

Las siguientes tareas se llevan acabo con el fin de asegurar la calidad de los datos colectados:

Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Mensualmente	<p>Verificar que las lecturas de los medidores de electricidad sean iguales/similares a las energías bruta/neta consumida descritas en la factura.</p> <p>Verificar que las lecturas de energía entregada MENOS las pérdidas por Transmisión y Distribución son [casi] iguales a las de los medidores. TDL = 20%</p> <p>Consultar con los operadores de las subestaciones</p>	[Gerente Huella de Carbono]	Guardar en papel y formato digital.
Anualmente (mínimo)	<p>Hay que verificar que los medidores de electricidad estén calibrados acorde con los estándares relevantes.</p> <p>Se debe consultar con los operadores/gerente de las</p>	<p>Fabricante o proveedor de servicio</p> <p>Los certificados estar firmados y seriados</p>	Conservar copia del certificado en papel y digital.



subestaciones			
Regularmente	<p>Verificar que se les de mantenimiento preventivo a los equipos de medición.</p> <p>Se puede consultar con los operadores de las subestaciones</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Conservar y archivar las cartas de mantenimiento y/o reemplazo de cualquier equipo.</p> <p>Los procedimientos de mantenimiento están descritos en los manuales de operaciones.</p> <p>Conservar información sobre la compañía que realice los trabajos de mantenimiento.</p>
Cuando se estime necesario o cuando haya cambios de personal	Capacitación sobre instrumentos de medición, Huella de Carbono, Cambio Climático, Mercados de Carbono, Gases de Efecto Invernadero entre otros.	[Gerente Huella de Carbono]	Certificados, diplomas o constancias de capacitación.
Cuando aplique	<p>Reporte de fallas</p> <p>Cualquier falla o reemplazo deberá ser debidamente reportada en bitácora o Excel. El reporte deberá incluir como mínimo el número de serie del equipo que falló y la fecha</p> <p>Se debe consultar con los operadores de las subestaciones</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Documentos de mantenimiento preventivo/correctivo, fotos.</p> <p>Certificados de calibración</p>



Manual de Monitoreo

Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Huella Ecológica – Emisiones de Carbono

- Ejemplo para el Monitoreo de Emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles fósiles -



Propósito de este manual de monitoreo

El monitoreo corresponde a la medición y análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de los límites del NAICM, con el fin de determinar el volumen emisiones o huella de carbono generada por las actividades del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).

Es un documento interno para el uso exclusivo del personal del NAICM. El Manual de Monitoreo podrá ser entregado a los verificadores/auditores con el fin de darles una introducción al sistema de monitoreo implementado por el NAICM.

Contactos de Monitoreo

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO
EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

Oficina central:
LUGAR
Ex Vaso de Texcoco

Cómo llegar a las oficinas:
Boulevard XX

Carbono neutro - Huella de carbono

El concepto de “Carbono Neutro” se refiere a la práctica de balancear los equivalentes de emisiones de dióxido de carbono, con prácticas de reducción y compensación.

Para lograrlo, es necesario en primer lugar determinar las emisiones del año base (línea base) y posteriormente la huella de carbono del periodo de reporte.

Así entonces, la neutralidad de carbono se logra cuando a través de un proceso transparente de medición, reporte y verificación de emisiones, el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones es igual a cero. El proceso toma como plataforma los GEI descritos en el Protocolo de Kioto.



Para la medición, reporte y verificación de emisiones se utiliza un año base para comparar emisiones o reducciones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo.

Para lograr la neutralidad de carbono se puede aplicar alguna o ambas de las siguientes acciones:

- Reducir las emisiones a través de mejora o sustitución de las fuentes que las emiten dentro de la instalación que reporta.
- Compensar las emisiones a través de proyectos que remueven, retiren o capturen la misma proporción o más de emisiones. Algunos ejemplos son: consumo de energía proveniente de fuentes renovables, plantaciones forestales, reforestación y compra de reducciones certificadas de emisiones.

Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.

Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiativo¹⁵) que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiativas y períodos de permanencia en la atmósfera. Tales influencias pueden expresarse mediante una métrica común basada en el forzamiento radiativo por CO₂.

Una emisión de CO₂-equivalente (CO_{2e}) es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiativo integrado a lo largo del tiempo 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 global¹⁶ (PCG/GWP) para un horizonte temporal dado. Para una mezcla de GEI, se obtienen sumando las emisiones de CO₂-equivalente de cada uno de los gases (IPCC, 2006).

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 (IPCC, 2006).

¹⁵ En climatológicamente significa cualquier cambio en la radiación (calor) entrante o saliente de un sistema climático. Puede deberse a cambios en la radiación solar incidente, o a diferentes cantidades de gases activos radiativos

¹⁶ El Potencial de Calentamiento Global se define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.



Gas de Efecto Invernadero	Formula	Potencial de Calentamiento Global – 100 años (PCG/GWP). IPCC 2006
Bióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Flouorocarbonos*	CFC, HCFC	90 – 8,100
Hexafluorocarbonos	HFC	140 – 11,700
Perfluorocarbonos	PFC	9,200 – 23,900
*Bajo control del Protocolo de Montreal		

Cálculo de la reducción de emisiones – COMBUSTIBLES FÓSILES

Las emisiones de CO₂ de este proyecto serán calculadas en base a los combustibles fósiles consumidos.

Con referencia a la metodología del CMNUCC¹⁷ tenemos que:

$$PE_{\text{fósil}} = \sum FC * COEF$$

Lo que es igual a:

PE = Emisiones combustibles fósiles [tCO_{2e}]

$\sum FC$ = Sumatoria de las cantidades de combustibles fósiles consumidas [L]

COEF = Coeficiente de emisión respectivo a cada combustible [tCO₂/t]

Donde:

$$COEF = EF * NCV * \delta / 1000$$

EF = Factor de emisión [kgC/GJ]

NCV = Valor Calórico Neto [TJ/t]

δ = Densidad del combustible [kg/L]

Los valores correspondientes a las características físico-químicas de los combustibles, que se estima serán utilizados en el NAICM, se pueden consultar en el apéndice al final de este documento. Los mismos fueron utilizados en la hojas de cálculo de emisiones.

¹⁷ Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion



Finalmente,

$$\sum FC = PE_{\text{Diesel}} + PE_{\text{Gasolina}} + PE_{\text{Turbosina}} + PE_{\text{Gas LP}} + PE_{\text{Gas Natural}} + PE_{\text{Combustoleo}} [\text{tCO}_2\text{e}]$$

Procedimientos para la colecta de datos

Tabla 1. Colecta de datos

Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Combustibles Fósiles			
Mensualmente	<p>Para el cálculo de emisiones se deben tomar las lecturas de casa uno de los combustibles fósiles consumidos. Estas lecturas (en Litros) deberá tomarse de los medidores de flujo instalados en las tomas de combustible de cada tanque de almacenamiento del NAICM. Los valores ha de escribirse en la hoja de cálculo de Excel para el Monitoreo. VER TABLA 2 abajo como ejemplo.</p> <p>Si se trata de gasolina cagada fuera del aeropuerto y utilizada en los automóviles, camiones u otro vehículo del NAICM se debiera tomar la cantidad de combustible facturada mensualmente y escribir los valores en la hoja de calculo correspondiente. VER TABLA 2.</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel.</p> <p>Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM</p> <p>Facturas de combustible</p>
Mensualmente	<p>Llevar una verificación contable de las facturas de combustible comprado para poder realizar un "cross-check" del combustible consumido.</p> <p>El cross-check se puede realizar sacando la diferencia entre la carga inicial de combustible en los tanques y lo consumido durante el mes.</p>	[Gerente Huella de Carbono]	<p>Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel.</p> <p>Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM</p> <p>COPIA - Facturas de combustible.</p>



Tabla 2. Tomada de la Hoja de Cálculo de Emisiones de GEI del NAICM

Diesel		
Enero	2000	Litros
Febrero	0	Litros
Marzo	0	Litros
Abril	0	Litros
Mayo	0	Litros
Junio	3	Litros
Julio	0	Litros
Agosto	0	Litros
Septiembre	0	Litros
Octubre	0	Litros
Noviembre	0	Litros
Diciembre	0	Litros
TOTAL	2000	Litros
Gasolina		
Enero	1400	Litros
Febrero	0	Litros
Marzo	0	Litros
Abril	0	Litros
Mayo	0	Litros
Junio	0	Litros
Julio	0	Litros
Agosto	0	Litros
Septiembre	0	Litros
Octubre	0	Litros
Noviembre	0	Litros
Diciembre	0	Litros
TOTAL	1400	Litros

Datos
supuestos
como ejemplo



Aseguramiento y control de calidad

Las siguientes tareas se llevan a cabo con el fin de asegurar la calidad de los datos colectados:

Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Mensualmente	Verificar que las lecturas de los medidores de flujo sean correctas y hacer un “cross-check” con las facturas de compra de combustible	[Gerente Huella de Carbono]	Guardar en papel y formato digital.
Anualmente (mínimo)	Hay que verificar que los medidores de flujo estén calibrados acorde con los estándares relevantes.	Fabricante o proveedor de servicio Los certificados estar firmados y seriados	Conservar copia del certificado en papel y digital.
Regularmente	Verificar que se les de mantenimiento preventivo a los equipos de medición. Se puede consultar con los operadores de los tanques de almacenamiento de combustible.	[Gerente Huella de Carbono]	Conservar y archivar las cartas de mantenimiento y/o reemplazo de cualquier equipo. Los procedimientos de mantenimiento están descritos en los manuales de operaciones. Conservar información sobre la compañía que realice los trabajos de mantenimiento.
Cuando se estime necesario o cuando haya cambios de personal	Capacitación sobre instrumentos de medición, Huella de Carbono, Cambio Climático, Mercados de Carbono, Gases de Efecto Invernadero entre otros.	[Gerente Huella de Carbono]	Certificados, diplomas o constancias de capacitación.
Cuando aplique	Reporte de fallas Cualquier falla o reemplazo deberá ser debidamente reportada en bitácora o Excel. El reporte deberá incluir como mínimo el número de serie del equipo que falló y la fecha Se debe consultar con los operadores de los tanques de almacenamiento de combustible.	[Gerente Huella de Carbono]	Documentos de mantenimiento preventivo/correctivo, fotos. Certificados de calibración



- APENDICE -

DIESEL		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0430	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	74.10	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.186	tCO2e/t
Densidad	0.840	kg/L
GASOLINA		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0443	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	69.30	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.070	tCO2e/t
Densidad	0.730	kg/L
TURBOSINA		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0441	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	71.50	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.153	tCO2e/t
Densidad	0.772	kg/L
GAS LP		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0473	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	63.10	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	2.985	tCO2e/t
Densidad	0.540	kg/L
GAS NATURAL		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0442	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	64.20	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	2.838	tCO2e/t
Densidad	0.554	kg/L
COMBUSTOLEO		
Valor Calórico Neto (NCV)	0.0404	TJ/t
Factor de Emisión CO2 (EF)	77.40	kgC/GJ
Coefficiente de Emisión (COEF)	3.127	tCO2e/t
Densidad	1.000	kg/L

REFERENCIAS SOBRE PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

- IPCC, 2006. Capítulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía
- IPCC, 2006. Capítulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 - Energía
- CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
- PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas
- PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas
- PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas
- PEMEX. Combustoleo pesado - Tabla de propiedades físico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas
- MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology



Manual de Monitoreo

Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Huella Ecológica – Emisiones de Carbono

- Ejemplo para el Monitoreo de Emisiones de GEI generadas por el consumo de hidrofluorocarbonos/HFC134a -



Propósito de este manual de monitoreo

El monitoreo corresponde a la medición y análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de los límites del NAICM, con el fin de determinar el volumen emisiones o huella de carbono generada por las actividades del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).

Es un documento interno para el uso exclusivo del personal del NAICM. El Manual de Monitoreo podrá ser entregado a los verificadores/auditores con el fin de darles una introducción al sistema de monitoreo implementado por el NAICM.

Contactos de Monitoreo

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO
EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

NOMBRE
PUESTO
TELÉFONO EMAIL

Oficina central:
LUGAR
Ex Vaso de Texcoco

Cómo llegar a las oficinas:
Boulevard XX

Carbono neutro - Huella de carbono

El concepto de “Carbono Neutro” se refiere a la práctica de balancear los equivalentes de emisiones de dióxido de carbono, con prácticas de reducción y compensación.

Para lograrlo, es necesario en primer lugar determinar las emisiones del año base (línea base) y posteriormente la huella de carbono del periodo de reporte.

Así entonces, la neutralidad de carbono se logra cuando a través de un proceso transparente de medición, reporte y verificación de emisiones, el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones es igual a cero. El proceso toma como plataforma los GEI descritos en el Protocolo de Kioto.

Para la medición, reporte y verificación de emisiones se utiliza un año base para comparar emisiones o reducciones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo.



Para lograr la neutralidad de carbono se puede aplicar alguna o ambas de las siguientes acciones:

- Reducir las emisiones a través de mejora o sustitución de las fuentes que las emiten dentro de la instalación que reporta.
- Compensar las emisiones a través de proyectos que remueven, retiren o capturen la misma proporción o más de emisiones. Algunos ejemplos son: consumo de energía proveniente de fuentes renovables, plantaciones forestales, reforestación y compra de reducciones certificadas de emisiones.

Qué es un Gas de Efecto Invernadero (GEI) y Carbono equivalente.

Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiativo¹⁸) que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiativas y períodos de permanencia en la atmósfera. Tales influencias pueden expresarse mediante una métrica común basada en el forzamiento radiativo por CO₂.

Una emisión de CO₂-equivalente (CO_{2e}) es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiativo integrado a lo largo del tiempo 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 global¹⁹ (PCG/GWP) para un horizonte temporal dado. Para una mezcla de GEI, se obtienen sumando las emisiones de CO₂-equivalente de cada uno de los gases (IPCC, 2006).

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 (IPCC, 2006).

¹⁸ En climatológicamente significa cualquier cambio en la radiación (calor) entrante o saliente de un sistema climático. Puede deberse a cambios en la radiación solar incidente, o a diferentes cantidades de gases activos radiativos

¹⁹ El Potencial de Calentamiento Global se define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.



Gas de Efecto Invernadero	Formula	Potencial de Calentamiento Global – 100 años (PCG/GWP). IPCC 2006
Bióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Flouorcarbonos*	CFC, HCFC	90 – 8,100
Hidrofluorcarbonos	HFC	140 – 11,700
Perfluorcarbonos	PFC	9,200 – 23,900
*Bajo control del Protocolo de Montreal		

Cálculo de la reducción de emisiones – HIDROFLUOROCABONOS

Las emisiones de CO₂ de este proyecto serán calculadas por el consumo de hidrofluorcarbonos (HFC), especialmente aquellos utilizados en los sistemas de aire acondicionado y refrigeración HFC-134a.

En base a la metodología AMS.III.X del CMNUCC tenemos que²⁰:

$$EC = (Q * SEC_{kWh} * (1+TD))/1000$$

y,

$$BE = (Q_{HFC134a}) * GWP_{HFC134a}$$

Lo que es igual a:

EC = Energía eléctrica consumida [MWh]

Q_{Elect} = Cantidad de equipos de aire acondicionado o refrigeradores

SEC_{kWh} = Energía eléctrica promedio consumida anualmente por los equipos [kWh].

Esta se puede obtener de la placa del equipo o del manual de operación.

TD = Perdida por transmisión y distribución de electricidad, se asume es de 0.1

(1.05) de acuerdo a la metodología.

Y,

BE_{HFC134a} = Emisiones relativas al consumo de HFC-134a [CO_{2e}]

Q_{HFC134a} = Cantidad de HFC-134a contenida en los equipos de aire acondicionado o refrigeradores [kg]

²⁰ Para el cálculo de emisiones se ha tomado como referencia la metodología AMS.III.X Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators. Actualmente no existe metodología para el cálculo de emisiones de aires acondicionados.



$GWP_{HFC134a}$ = Potencial de Calentamiento Global del HFC 134a , lo que es igual a **1,300** para un periodo de 100 años, datos del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006).

Finalmente,

$$PE_{HFC134a} = BE_{HFC134a} + EC [tCO_{2e}]$$

Procedimientos para la colecta de datos

Tabla 1. Colecta de datos

Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Hidrofluorocarbonos / HFC-134a			
Anualmente	Se debe registrar la cantidad de refrigerante HFC-134a de carga inicial en kilogramos, la cual debe estar inscrita en la placa informativa de cada equipo.	[Gerente Huella de Carbono]	Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel.
La carga inicial de HFC-134a		Fabricante de los equipos	Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM
O recarga	La cantidad en kilogramos (kg) de HFC-134a deberá escribirse en la hoja de calculo en la celda correspondiente. VER TABLA 2 abajo como ejemplo. Esta información se recaba una solo vez o por cada recarga que se haga.		Copia/foto de la placa de información del equipo(s) Carga inicial en kg, fecha de carga, instalación y puesta en marcha y volumen. ARI 700 del 2006 “Standard for Specifications for Fluorocarbon Refrigerants” deberá ser utilizado como referencia para el manejo de los HFCs
Mensualmente	Se debe escribir el consumo eléctrico promedio mensual del equipo de aire acondicionado. Los datos de consumo eléctrico deben venir en la placa de información de cada equipo y/o el manual de operación.	[Gerente Huella de Carbono] Fabricante de los equipos	Escribir datos en bitácora y en hoja de Excel. COPIA/FOTO Electricidad consumida promedio descrita en la placa del equipo Hacer un RESPALDO de la información, en disco duro, CD-ROM



Datos
supuestos
como ejemplo

Tabla 2. Tomada de la Hoja de Cálculo de Emisiones de GEI del NAICM

A	Num. de aires acondicionados	5	
C	Cantidad de Kilogramos de HFC 134a de la carga	1	Kg
B	Kilowatts consumidos		
	Enero	10	kWh
	Febrero	0	kWh
	Marzo	0	kWh
	Abril	0	kWh
	Mayo	0	kWh
	Junio	0	kWh
	Julio	0	kWh
	Agosto	0	kWh
	Septiembre	0	kWh
	Octubre	0	kWh
	Noviembre	0	kWh
	Diciembre	0	kWh
	TOTAL	10	kWh

Aseguramiento y control de calidad

Las siguientes tareas se llevan a cabo con el fin de asegurar la calidad de los datos colectados:



Periodicidad	Actividad	Responsable	Documentar / Archivar
Mensualmente	Verificar que los equipos de aire acondicionado no tengan fugas y estén operando correctamente.	[Gerente Huella de Carbono]	Guardar en papel y formato digital.
Regularmente	Verificar que se les de mantenimiento preventivo a los equipos de aire acondicionado. ARI 700 del 2006 “Standard for Specifications for Fluorocarbon Refrigerants” deberá ser utilizado como referencia para el manejo de los HFCs	[Gerente Huella de Carbono]	Conservar y archivar las cartas de mantenimiento y/o reemplazo de cualquier equipo. Los procedimientos de mantenimiento están descritos en los manuales de operaciones. Conservar información sobre la compañía que realice los trabajos de mantenimiento.
Cuando se estime necesario o cuando haya cambios de personal	Capacitación sobre instrumentos de medición, Huella de Carbono, Cambio Climático, Mercados de Carbono, Gases de Efecto Invernadero entre otros.	[Gerente Huella de Carbono]	Certificados, diplomas o constancias de capacitación.
Cuando aplique	Reporte de fallas Cualquier falla o reemplazo deberá ser debidamente reportada en bitácora o Excel. El reporte deberá incluir como mínimo el número de serie del equipo que falló y la fecha. ARI 700 del 2006 “Standard for Specifications for Fluorocarbon Refrigerants” deberá ser utilizado como referencia para el manejo de los HFCs.	[Gerente Huella de Carbono]	Documentos de mantenimiento preventivo/correctivo, fotos. Documentos de recarga y cantidades en kg



Anexo 3. Reporte Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

1. DATOS GENERALES GACM

Descripción general del GACM	
Datos de Contacto	
Periodo de reporte	

2. LIMITES ORGANIZACIONALES

Enfoque elegido para la consolidación de las emisiones		
Participación accionaria	Control financiero	Control operacional
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



3. ENTIDADES LEGALES O INSTALACIONES EN LAS CUALES NAICM TIENE PARTICIPACIÓN ACCIONARIA, CONTROL FINANCIERO O CONTROL OPERACIONAL

Entidades legales o instalaciones en las cuales NAICM tiene participación accionaria, control financiero o control operacional	% de participación accionaria	¿NAICM tiene control financiero?	¿NAICM tiene control operacional?

4. LÍMITES OPERACIONALES

Fuentes de emisión de las unidades operacionales del NAICM	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Aerosoles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aguas Residuales/PTAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consumo de energía de CFE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diesel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas LP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gasolina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerante HFC 134-a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Residuos Sólidos (Parte orgánica)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solventes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turbosina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. EMISIONES DEL AÑO BASE (LÍNEA BASE)

CO2e
Alcance 1
Alcance 2
Alcance 3
Total



6. EMISIONES DEL DE REPORTE (2018)

CO2e
Alcance 1
Alcance 2
Alcance 3
Total

7. REDUCCIÓN DE EMISIONES

Proyecto desarrollado	Reducciones atribuidas CO2e

8. PERFIL DE EMISIONES EN EL TIEMPO

GRÁFICA DE EMISIONES (año base y cada año que se reporte)

9. METODOLOGÍAS Y FACTORES DE EMISIÓN

AMS.III.X -Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators .

Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion.

Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption.

AMS.III.H Methane recovery in wastewater treatment.

REFERENCIAS

IPCC, 2006. Capitulo 2 – Combustión estacionaria, Tabla 2.2, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 – Energía.



IPCC, 2006. Capítulo 1 – Introducción, Tablas 1.2 y 1.4, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 2 – Energía.

CONUEE, 2009. Metodologías para Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

PEMEX. Gas Natural - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas

PEMEX. Gas LP - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

PEMEX. Turbosina - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

PEMEX. Combustible pesado - Tabla de propiedades fisico/químicas, Hoja de Seguridad para Substancias Químicas.

MIT, 2007. Units and Conversions Fact Sheet, Massachusetts Institute of Technology.

Programa GEI-México, 2014. Factor de Emisión 2013. <http://www.geimexico.org/factor.html>

UNFCCC, 2014. Approved Small - Scale Methodologies <https://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved>.

UNFCCC-a, 2014. Clean Development Mechanism (CDM) Methodological Tools <http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>.

SCT, 2012. Estrategia para Reducir las Emisiones de Gases Contaminantes en Aeropuertos Saturados. El caso del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.



10. VERIFICACIÓN

¿Este inventario ha sido verificado por alguna empresa certificada?	
NO	SI
Datos de la empresa verificadora	