

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES
DE CHIAPAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN
DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO**

ELABORACIÓN DE UN TEXTO

**“RESEÑA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA
CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS”**

PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PRESENTA

AMPARO DE LA CRUZ SANTANA

DIRECTOR

DR. EMMANUEL DÍAZ NIGENDA



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

FEBRERO, 2024



Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
Fecha: enero 15, 2024

C. AMPARO DE LA CRUZ SANTANA

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Reseña de la calidad del aire de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

En la modalidad de: ELABORACIÓN DE UN TEXTO

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

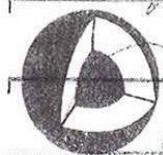
Dr. Williams Vázquez Morales

LCT Oscar Iván Bernardino Jiménez.

Dr. Emmanuel Díaz Nigenda

Firmas:

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
EN GESTIÓN DE RIESGOS
Y CAMBIO CLIMÁTICO



LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Principalmente a mi madre Blanca Estela Santana Ibarra, por ser una grandiosa mujer que a pesar de las circunstancias que ha tenido, me ha enseñado a nunca bajar la guardia y seguir adelante en situaciones difíciles, por ser siempre mi fuente de inspiración para lograr ser una mejor persona, por impulsarme a cumplir mis objetivos y creer que aún hay esperanza en nosotros mismos, por apoyarme en mis estudios a pesar de los obstáculos que ha tenido.

A mi padre Fredi de la Cruz Jiménez y hermano Alejandro de la Cruz Santana por estar presentes en esta etapa de crecimiento profesional.

A mi familia y amigos cercanos que siempre estuvieron motivándome y apoyándome para poder concluir este logro.

Al Dr. Emmanuel Díaz Nigenda por su tiempo y dedicación que me brindó para que este trabajo fuera posible.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Emmanuel Díaz Nigenda por brindarme la confianza de llevar a cabo este trabajo que inició como una idea y que ahora se pudo hacer realidad, por ser un buen profesor que me ayudó a crecer profesionalmente compartiendo de su conocimiento, agradezco de su tiempo, respeto, amabilidad y motivación que siempre me brindó durante este proceso.

Al Dr. Williams Vázquez Morales y al Lic. Oscar Iván Bernardino Jiménez por aceptar ser mis revisores, ayudándome a poder mejorar este trabajo, dedicando tiempo y esfuerzo, agradezco de su disponibilidad y respeto.

A todas las personas que participaron en el Foro de Calidad del Aire en Tuxtla Gutiérrez y pudieron hacer posible esta actividad, así como a los invitados especiales como es: el Lic. Aurelio Cruz Ovando, Ing. Alejandro Mendoza Castañeda, Lic. Carlos Roblero Ortega e Ing. Ramón Corzo Toledo por retroalimentar este trabajo, estoy muy agradecida.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas e Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, por ofrecerme las herramientas necesarias para poder concluir este proceso, además de brindarme a los mejores docentes en la licenciatura, gracias a ellos aprendí a ser persistente en mis metas, teniendo valor y apoyo de todos ellos, gracias.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS.....	6
Objetivo General.....	7
Objetivo Especifico.....	7
IV. METODOLOGÍA.....	8
ANEXO A. RESEÑA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.	13
Portada Reseña de la Calidad de Aire en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 2012-2021.....	14
Índice de contenido	15
Índice de tablas.....	16
Índice de figuras	16
A.1 Calidad Del Aire En Tuxtla Gutiérrez.	17
A.2 Breve Historia Del Monitoreo De La Calidad Del Aire.	18
A.3 Determinación De Partículas Por Parte De Instituciones Gubernamentales.....	20
<i>A.3.1 Registro De Emisiones y Transferencia De Contaminantes Del Estado De Chiapas. Reporte 2011-2016.</i>	20
<i>A.3.3 Anuario Estadístico y Geográfico De Chiapas 2016-INEGI.</i>	24
<i>A.3.4 Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.</i>	25
<i>A.3.5 Programa De Gestión Para Mejorar La Calidad Del Aire Del Estado De Chiapas 2018-2027.</i>	29
A.4 Determinación De Partículas Por Parte De Trabajos Académicos.....	34
<i>A.4.1 Cuantificación De Las Emisiones De Partículas PM10 Provenientes De Las Calles Sin Pavimentar y Su Impacto En La Calidad De Aire De La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.</i>	34
<i>A.4.2 Estudio Del Comportamiento De Las Concentraciones De Partículas PM₁₀ En La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez Durante La Temporada De Estiaje.</i>	36
A.5 Otros Estudios Relacionados.....	38
<i>A.5.1 Estudios Realizados en Incendios Forestales.</i>	38
<i>A.5.2 Industria de Alimentos.</i>	41

<i>A.5.3 Tasa Vehicular</i>	42
A. 6 Conclusiones.	43
A. 7 Recomendaciones y Escenarios a Futuro.	46
A. 8. Referencias.	48
ANEXO B. FORO DE CALIDAD DEL AIRE EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.	51
B.1 Estructura del foro.	52

I. INTRODUCCIÓN.

Una de las problemáticas ambientales que sufre el planeta Tierra y la humanidad, es la contaminación atmosférica, derivado de diferentes fuentes de origen, ya sea natural o antrópico. En función a ello, la calidad del aire en varios países del mundo ha sido afectada poniendo en riesgo a la población y ecosistemas, por lo que, el estudio de los contaminantes atmosféricos es un tema que tiene mucha relevancia. A través de los estudios se puede determinar el comportamiento y las principales fuentes que originan la mala calidad de aire. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2013), la calidad del aire que nos rodea es resultado de una combinación de factores que producen cambios en su composición y que puede variar de un momento a otro.

El siguiente trabajo, se enfocó en los estudios de contaminación por partículas suspendidas que se han realizado en los últimos años en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, debido a que es un tema que ha tomado mucha importancia en la actualidad debido a que es un tipo de contaminante dañino para la población vulnerable. Así mismo, se tiene la finalidad de crear un recopilador de estudios enfocado en las partículas, en donde se puedan analizar la problemática a través de los años y de este modo, detectar las posibles fuentes.

La reseña de la calidad de aire, muestra información de diferentes estudios, ya sea en el ámbito gubernamental, así como académicos, igualmente se expone una breve historia del monitoreo de calidad del aire y el impacto que ha tenido en la investigación.

II. JUSTIFICACIÓN.

La problemática de la contaminación atmosférica se deriva de ciertas actividades naturales (como las erupciones volcánicas, incendios forestales, etc.) así como de actividades antrópicas que se realizan cada día (como quemas agrícolas, vehículos, producción de alimentos, entre otros), siendo estas últimas las más recurrentes, provocando un aumento en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y, por consecuencia, un daño grave para la salud humana, ecosistemas e infraestructuras.

Para Tuxtla Gutiérrez, debido al impacto negativo en la calidad del aire que se ha presentado en los últimos años, derivado de humo proveniente de los incendios forestales en temporada de sequías y quemas agrícolas, además de las emisiones por el uso de vehículos, se pone en riesgo la salud de 604,147 mil habitantes (DataMéxico, 2020). Ante esta situación, se tuvo la necesidad de documentar todos los estudios relacionados a la calidad del aire en torno a los contaminantes atmosféricos (p. ej. Partículas Suspendidas Totales [PST] y Partículas con diámetros aerodinámicos inferiores o iguales a 10 micras [PM₁₀])¹ que se han realizado en el municipio en el periodo del 2012 al 2021, con la finalidad de elaborar una reseña que plasme la situación e impacto en la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez en la última década.

Este proyecto busca ayudar a que las personas que se dediquen a la investigación de las ciencias atmosféricas, ciencias ambientales, ciencias de la tierra, etc., puedan encontrar información a partir del año 2012 al 2021 acerca de los estudios sobre contaminación atmosférica que se han realizado en Tuxtla Gutiérrez.

¹Ecología, I. N. (s.f.). *Manual 1 Principios de Medición de la Calidad de Aire*.
<https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/1-%20Principios%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>

Así mismo, pretende resolver la falta de información recopilada que hay en el municipio en los últimos años, ya que agrupa, a manera de una reseña, todos los estudios que se han encontrado a través de dependencias gubernamentales o trabajos académicos.

Por otra parte, al tener la información para poder realizar análisis comparativos entre los monitoreos (pasados y actuales) de calidad del aire del municipio, este proyecto busca influir en el corto, mediano y largo plazo a la comunidad académica-estudiantil, en temas relacionados a la contaminación atmosférica local. Así como tener un contexto sobre el impacto negativo que generan los contaminantes atmosféricos hacia la población y ecosistemas.

III. OBJETIVOS.

Objetivo General

- Elaborar una reseña acerca de los estudios realizados sobre la calidad del aire (partículas) en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Objetivo Especifico

- Analizar la problemática de la contaminación atmosférica en Tuxtla Gutiérrez.
- Buscar información bibliográfica sobre estudios realizados de calidad de aire en Tuxtla Gutiérrez, con la finalidad de poder agruparlo a través de una reseña.
- Sintetizar los estudios realizados por contaminante (PST y PM₁₀) para analizar y resumir la información.
- Realizar actividades para la validación de la información recopilada de la investigación bibliográfica.

IV. METODOLOGÍA.

Los principales contaminantes de los que se tiene información disponible en las páginas oficiales de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) y en trabajos académicos son: las partículas (PST y PM₁₀), ozono (O₃), bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), en donde se dispone de datos acerca de los registros de concentración en la ciudad. Al ser el contaminante que más ha sido estudiado y que por consiguiente, cuenta con información libre, se tomó la decisión de realizar este trabajo enfocado a las PST y PM₁₀, además de que se consideran como un contaminante criterio que afecta severamente a la población y a los ecosistemas.

El siguiente trabajo tiene como objetivo elaborar una reseña acerca de los estudios realizados sobre la calidad del aire (partículas) en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Buscando exponer los estudios y reportes que se han realizado en torno a la calidad de aire de Tuxtla Gutiérrez, por ello, se procedió a realizar una investigación de tipo descriptivo para conocer todos los estudios que se han hecho en relación a ciertos contaminantes, como son las PST y PM₁₀.

El planteamiento metodológico del presente trabajo fue a través de un enfoque cualitativo, ya que se adapta a las necesidades de esta investigación. Con ello, se realizó una serie de procedimientos, entre los cuales se encuentran los instrumentos de recolección de datos.

A continuación, se señalan los procedimientos que se siguieron.

1. Investigación bibliográfica de estudios relacionados a “Calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez”.
Corresponde a la búsqueda de información referente a los antecedentes de calidad del aire en la ciudad en la última década, en particular para las PST y PM₁₀. La búsqueda bibliográfica se realizó en páginas y documentos de dependencias gubernamentales, en especial de la SEMAHN. De igual manera se buscaron y consultaron documentos de tesis y artículos

realizados por egresados y docentes de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, específicamente de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra.

2. Elaboración de síntesis de información de estudios realizados para PST y PM₁₀. Con base al punto anterior, se procedió a generar un documento en donde se recolectó y analizó la información derivada de los estudios realizados, así como los métodos y materiales que se utilizaron en dicho trabajo. Los trabajos se organizaron en orden cronológico de acuerdo a la fecha de publicación de la investigación y de acuerdo al apellido del autor. En total se obtuvieron cinco documentos oficiales y dos documentos de tesis, además de contar con información extra de periódicos locales como “La Jornada”. La información recolectada va del año 2012 al 2021.
3. Análisis de información recabada. Una vez recopilada la información, se procedió a realizar un análisis exhaustivo acerca de la problemática de la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez, así como detectar las principales fuentes de emisión y qué impacto tiene en la salud de la población y en el medio ambiente. Como resultado de ello, se detectó que en ciertas temporadas del año (temporada de estiaje) existe una mayor concentración de las PST y PM₁₀, además de encontrar que las principales fuentes de estos contaminantes son los incendios forestales y quemas agrícolas.
4. Validación de información. Posterior al análisis de los datos recabados y con la finalidad de corroborar la información, así como realizar un diagnóstico de la problemática de la contaminación atmosférica en los últimos años (2012 al 2021) e identificar cuáles han sido las principales fuentes de emisión, se llevó a cabo el foro “Estudios realizados sobre calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez” el día 26 de mayo de 2021. Debido a la contingencia del COVID-2019, el foro se realizó de forma virtual vía Zoom a través de la coordinación del

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC). Para la dinámica del foro, se consideró lo siguiente:

- Elaboración de cuestionario (ver Anexo B). Se realizaron 12 de preguntas relacionados a los antecedentes que han tenido las PST y PM₁₀ en la ciudad, con base a la síntesis de información obtenida desde el 2012 al 2021, con la finalidad de corroborar los datos, así como enriquecer la información recabada.
- Invitados (ver Anexo B). Se contó con la participación de especialistas en temas de calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez desde el ámbito gubernamental: el Lic. Aurelio Cruz Ovando en representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana de Tuxtla Gutiérrez (SMAyMU); el Ing. Alejandro Mendoza Castañeda en representación del Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez (IC IPLAM); el Ing. Ramón Corzo Toledo y el Mtro. Carlos Roblero Ortega, ambos en representación de la SEMAHN.
- Difusión (ver Anexo B). Para ello, se realizó un cartel con el objetivo de promover el foro en las redes sociales de este modo se obtuvo la participación del público en general, así como de estudiantes y docentes. El cartel fue realizado con el apoyo de la Secretaría de Extensión y Vinculación (SEyV) del IIGERCC.

Derivado del foro, los hallazgos más importantes que se encontraron fueron los siguientes:

- En 2005 se realizaron registros de incidentes provocados por incendios en lotes baldíos en Tuxtla Gutiérrez, en donde, se empezó a tomar en cuenta las temporalidades de los incendios como uno de los factores principales para desatar las altas concentraciones de partículas.
- Los sectores de alimentos y bebidas, son algunas de las empresas que generan contaminación al ambiente, seguido de empresas de petróleo y carbón, que generan un mayor aumento de emisiones al aire como es el CO, PM₁₀ y PM_{2.5}.

- El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas (ProAire) es un documento gestor, que denota el monitoreo de calidad de aire, inventario de emisiones y la regulación de las empresas conforme a los reglamentos y normativas mexicanas de límites permisibles. Además de permitir conocer las tendencias de la contaminación atmosférica con la finalidad de identificar fuentes de emisión y/o reforzar las normativas, mejorar la calidad del aire.

5. Estructura del documento. El producto final desarrollado, es un documento en el que se presenta toda la información consultada y analizada con base a los procedimientos que se mencionaron anteriormente.

El documento desarrollado consta de apéndices, gráficas y tablas principales, los cuales se presentan de la siguiente manera:

- Apéndices, gráficas y tablas. Estudios oficiales. En este apartado se presentan los estudios sobre la calidad del aire realizados por algunas de las dependencias gubernamentales a nivel estatal, así como municipal. En ellos se abordan resultados de monitoreo de calidad del aire en la zona Metropolitana del estado, así como las principales fuentes de emisiones. También, se encuentran estudios realizados por trabajos académicos, como es el caso de las Tesis Profesionales y Trabajos de Investigación, en donde, se encuentra información relacionado a los PST y PM₁₀. Las gráficas y tablas tomadas, se obtuvieron de dichos trabajos, con la finalidad de poder tener una mejor visualización y comprensión de forma cualitativa sobre el comportamiento de las partículas.

**ANEXO A. RESEÑA DE LA CALIDAD
DEL AIRE EN TUXTLA GUTIÉRREZ,
CHIAPAS.**

RESEÑA DE LA CALIDAD DE AIRE EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS 2012-2021

Amparo de la Cruz Santana



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN
GESTIÓN DE RIESGOS
Y CAMBIO CLIMÁTICO

*Universidad de Ciencias y Artes de
Chiapas (UNICACH)
Instituto de Investigación en Gestión de
Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC)*

ÍNDICE DE CONTENIDO

A.1 Calidad Del Aire En Tuxtla Gutiérrez.

A.2 Breve Historia Del Monitoreo De La Calidad Del Aire.

A.3 Determinación De Partículas Por Parte De Instituciones Gubernamentales.

A.3.1 Registro De Emisiones y Transferencia De Contaminantes Del Estado De Chiapas. Reporte 2011-2016.

A.3.2 Anuario Estadístico y Geográfico De Chiapas 2014-INEGI.

A.3.3 Anuario Estadístico y Geográfico De Chiapas 2016-INEGI.

A.3.4 Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

A.3.5 Programa De Gestión Para Mejorar La Calidad Del Aire Del Estado De Chiapas 2018-2027.

A.4 Determinación De Partículas Por Parte De Trabajos Académicos.

A.4.1 Cuantificación De Las Emisiones De Partículas PM₁₀ Provenientes De Las Calles Sin Pavimentar y Su Impacto En La Calidad De Aire De La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

A.4.2 Estudio Del Comportamiento De Las Concentraciones De Partículas PM₁₀ En La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez Durante La Temporada De Estiaje.

A.5 Otros Estudios Relacionados.

V.5.1 Estudios Realizados en Incendios Forestales.

V.5.2 Industria de Alimentos.

A.5.3 Tasa Vehicular.

A. 6 Conclusión.

A. 7 Recomendaciones y Escenarios a Futuro.

A. 8 Referencias.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reporte de emisiones de 2012 al 2016 en Tuxtla Gutiérrez.

Tabla 2. Concentraciones máximas y mínimas de los principales contaminantes atmosféricos en las estaciones de registro de Tuxtla Gutiérrez.

Tabla 3. Días con registro IMECA de los principales contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez según calidad del aire.

Tabla 4. Días con registros IMECA de los principales contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez.

Tabla 5. Datos obtenidos en el monitoreo del 22 de abril al 8 de junio del 2017.

Tabla 6. Porcentaje de emisiones de PM₁₀ por categoría en Tuxtla Gutiérrez.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de las PM₁₀ cada 8 horas.

Figura 2. Distribución de días con buena, regular y mala calidad del aire (PM₁₀).

Figura 3. Comportamiento mensual PM₁₀ en el periodo 2014-2015 y 2017.

Figura 4. Comportamiento PM₁₀ en el periodo 2014-2015 y 2017.

Figura 5. Comportamiento de las concentraciones PM₁₀ a lo largo del día.

Figura 6. Contaminación atmosférica en Tuxtla Gutiérrez.

Figura 7. Cartel de difusión del foro a través de la página oficial del IIGERCC.

Figura 8. Desarrollo del Foro “Estudios realizados sobre la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez”.

A.1 Calidad Del Aire En Tuxtla Gutiérrez.

El aire limpio es uno de los requisitos básicos de la salud y el bienestar de la sociedad. Sin embargo, la contaminación del aire, que es un problema causado principalmente por el desarrollo urbano, industrial y demográfico que demanda el uso de bienes y servicios con la consecuente generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, sigue suponiendo una importante amenaza para la salud en todo el mundo (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] y Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural [SEMAHN], 2018).

Para Tuxtla Gutiérrez, a pesar de no ser una ciudad con un alto desarrollo industrial, el tema de contaminación del aire ha sido uno de los problemas ambientales más alarmantes debido a las diversas quemadas agrícolas, incendios forestales y emisiones de polvo que se han registrado en las últimas décadas. En este sentido, los contaminantes más activos son las partículas (partículas suspendidas totales [PST] y partículas con diámetros aerodinámicos menores a 10 micrómetros [PM₁₀]) y el ozono (O₃), lo cual es reportado por el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas (ProAire) y la SEMAHN.

A.2 Breve Historia Del Monitoreo De La Calidad Del Aire.

La primera estación de monitoreo fue adquirida por la SEMAHN en el año 2013 como una unidad móvil, la cual, hasta hoy día, es la única unidad automática en el municipio y actualmente se encuentra en funcionamiento en el Palacio Municipal. En los años 2014 al 2017 se empezaron a realizar los primeros estudios de calidad del aire a través de campañas durante los meses de marzo, abril y mayo, debido a que en ese período se presentan las temperaturas más elevadas y se esperaban las concentraciones más altas de contaminantes para el municipio debido a las quemas agrícolas e incendios forestales. Los contaminantes monitoreados a través de la estación fueron ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2), partículas con diámetros aerodinámicos menores a 10 (PM_{10}) micrómetros (SEMARNAT y SEMAHN, 2018).

De acuerdo a Domínguez (2019), los resultados que emiten las estaciones automáticas permiten conocer las concentraciones en tiempo real, además de contar con una buena precisión en los datos.

Por otro lado, numerosos trabajos académicos han contribuido en temas de investigación de calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez. Un ejemplo de ello es la publicación de Hernandez Mendez (2014), quien cuantificó las emisiones de partículas PM_{10} provenientes de las calles sin pavimentar y mediante la aplicación de un modelo de dispersión, analizó el impacto de dichos contaminantes en la calidad del aire de la ciudad; ante esto, argumenta que las concentraciones de PM_{10} obtenidas durante el periodo de monitoreo, muestran que la calidad del aire para la ciudad (apegándose a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud [OMS]) puede ser considerada como *regular* debido a que cerca del 50% de los días

monitoreados presentaron una concentración superior al valor de referencia ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), de los cuales en uno de ellos se superó el límite de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la NOM-025-SSA1-1993. También se pudo observar que, durante la temporada invernal, el incremento en las concentraciones se encuentra relacionado con los ingresos de los frentes fríos a la región sur sureste de la República Mexicana ya que estos influyen en el comportamiento de los flujos de viento locales.

Otro trabajo, relacionado es el estudio de las concentraciones de partículas de PM_{10} en la ciudad durante la temporada de estiaje, realizado por Díaz Valencia (2017). Como resultado final se obtuvo que, para el periodo de noviembre del 2015 a mayo del 2016, se registraron 27 días con concentraciones elevadas de PM_{10} que sobrepasaron el valor estándar de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)², además de presentarse 67 días de concentraciones mayores a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que recomienda la OMS. Díaz Valencia (2017) identificó las condiciones meteorológicas de la zona, para poder determinar las posibles fuentes de emisión (incendios forestales, quemados de predios y colonias con terracería) que favorecieron las altas concentraciones del contaminante (ver A.4.2).

A partir de ello, en 2020, el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) firmaron un Convenio Específico de Colaboración con el objetivo de implementar acciones y estrategias conjuntas en materia de investigación y monitoreo sobre la calidad del aire en la capital chiapaneca, a partir del cual, se logra monitorear las concentraciones de PM_{10} en el periodo de diciembre de 2020 a mayo del 2021.

²El 27 de octubre de 2021 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.

Con base en lo anterior, en los siguientes apartados se presenta una serie de reportes relacionados al monitoreo de contaminantes atmosféricos, con la finalidad de documentar información relacionada a la calidad del aire en la ciudad.

A.3 Determinación De Partículas Por Parte De Instituciones Gubernamentales.

A.3.1 Registro De Emisiones y Transferencia De Contaminantes Del Estado De Chiapas. Reporte 2011-2016.

En el año 2006, SEMAHN inició con las primeras acciones encaminadas a recibir información ambiental de fuentes fijas de su jurisdicción. Los estudios fueron realizados a partir del análisis de la información presentada mediante las Cédulas de Operación Anual (COA) estatales de los años 2011 al 2016. A partir de ello fue generado el RETC del estado de Chiapas, el cual integra información de las COA de las empresas de jurisdicción estatal, que dieron cumplimiento en la presentación de sus emisiones al aire en seguimiento a los trámites para la obtención de sus Licencias de Funcionamiento de Fuentes Fijas de Emisiones a la Atmósfera.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos de emisiones de partículas (PST y PM₁₀) de empresas dirigidas a la fabricación de materiales de construcción, así como de alimentos del año 2012 al 2016.

Tabla 1.*Reporte de emisiones de 2012 al 2016 en Tuxtla Gutiérrez.*

RETC Chiapas 2012			
RAZÓN SOCIAL	PST	PM₁₀	UNIDADES
ALZ Construcciones S.A. de C.V.	0.64	NA	Ton/Año
RETC Chiapas 2013			
ALZ Construcciones S.A. de C.V.	0.48	0.00919	Ton/Año
RETC Chiapas 2014			
ALZ Construcciones S.A. de C.V.	1.37	0.01037	Ton/Año
Restaurantes TOKS, S.A de C.V. Tuxtla Diana	0.00000481	0.000026	Ton/Año
Restaurantes TOKS, S.A de C.V. Tuxtla Gutiérrez	9.98E-09	0.000026	Ton/Año
RETC Chiapas 2015			
Restaurantes TOKS, S.A de C.V. Unidad Tuxtla Sol	0.04149	0.00003224	Ton/Año
Constructora Consther, S.A de C.V.	5.4636E-10	1.841E-11	Ton/Año
RETC Chiapas 2016			
ALZ Construcciones S.A. de C.V.	2.1	0.01	Ton/Año
Restaurantes TOKS, S.A de C.V. Unidad Tuxtla Sol	NA	0.000026	Ton/Año
Constructora Consther, S.A de C.V.	0.00027312	0.000033958	Ton/Año
Cemex concretos S.A. de C.V. Planta Tuxtla	NA	NA	Ton/Año
Triturados y agregados del Valle, SA. de C.V.	NA	14.51	Ton/Año

Tabla 1. Continuación.			
Restaurantes TOKS, S.A de C.V.	0.0000325	NA	Ton/Año
Tuxtla Diana			

Nota. Adaptado de **RETC** (pág.15). *Fuente:* **SEMAHN** (2011).

La información del RETC muestra a los responsables de los establecimientos, emisiones y/o transferencias que son prioritarias, ya sea por su volumen, por las sustancias RETC contenidas, o por ambos; con el fin de inducir el desarrollo de programas de mejora del desempeño ambiental de la instalación o bien, para el desarrollo de políticas ambientales por parte de las instituciones gubernamentales (SEMARNAT, s.f.).

A.3.2 Anuario Estadístico y Geográfico De Chiapas 2014-INEGI.

Para el año 2014, el INEGI reportó en el Anuario Estadístico del Estado de Chiapas concentraciones máximas de $191\mu\text{g}/\text{m}^3$ y mínimas de $76\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PST, mientras que, en el caso de PM_{10} se obtuvo una máxima de $91\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mínima de $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabla 2). El estudio fue realizado a partir de datos proporcionados por la Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental de la SEMAHN. Para ese año, se encontraba vigente la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993 (ver *Nota* de la Tabla 2), con base a esto, no se rebasaron los límites permisibles establecidos.

Tabla 2.

Concentraciones máximas y mínimas de los principales contaminantes atmosféricos en las estaciones de registro de Tuxtla Gutiérrez.

Zona	PST		PM ₁₀	
	Máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez	191	76	91	17
Zona este	191	76	0	0
Zona oeste	0	0	91	17

Nota. De acuerdo a la NOM-025-SSA1-1993 los límites máximos permisibles eran para PST, $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para PM₁₀: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Adaptado de INEGI, 2014.

A partir de la información establecida, INEGI (2014) determinó el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)³, encontrando que para las PST y PM₁₀ las concentraciones estuvieron dentro de la norma, indicando que no hubo ningún riesgo para la población (Tabla 3).

³ El 18 de febrero de 2020 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, denominado como Índice AIRE y SALUD.

Tabla 3.

Días con registro IMECA de los principales contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez según calidad del aire.

Contaminante	Total	Días dentro de la norma (De 0 a 100 IMECA)
PST	67	67
PM ₁₀	67	67

Nota. Adaptado de INEGI, 2014.

A.3.3 Anuario Estadístico y Geográfico De Chiapas 2016-INEGI.

De acuerdo con INEGI (2016), Tuxtla Gutiérrez tuvo registro exclusivo de PM₁₀ debido a que, a partir de octubre del 2014, el registro del contaminante de PST quedó excluido en la normatividad ambiental ante la modificación realizada, lo cual da paso a la implementación de la NOM-025-SSA1-2014. En este sentido, el límite permisible de PM₁₀ cambió de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A partir de esto, el INEGI (2016) reportó concentraciones máximas de 149 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y mínimas de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (información proporcionada por la SEMAHN).

De acuerdo a la norma vigente, en los días con calidad del aire no satisfactoria (Tabla 4) se superó el límite permisible, con lo cual se podría afectar la salud de la población, sin embargo, el número de días dentro de la norma fueron mayores deduciendo un posible manejo de los escenarios de contaminación por PM₁₀.

Tabla 4.

Días con registros IMECA de los principales contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez.

Contaminante	Días con registro	Días dentro de la norma (de 0 a 100 IMECA)	Días fuera de la norma
			No satisfactoria (de 101 a 200 IMECA)
PM ₁₀	15	9	6

Nota. Adaptado de INEGI, 2016.

A.3.4 Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La SEMAHN realizó el monitoreo de la Calidad del Aire en los alrededores del municipio de Tuxtla Gutiérrez en las fechas del 22 de abril al 8 de junio del 2017, durante y después de la temporada de estiaje y quemas agrícolas. El trabajo fue como parte de las atribuciones y responsabilidades presentes en la Ley Ambiental del Estado de Chiapas. El monitoreo se llevó a cabo en la estación de Palacio Municipal dirigido por la Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental adscrito a la SEMAHN.

Para las PM₁₀ se obtuvo un registro de 48 días monitoreados, 47 de los cuales presentaron un 100% de datos válidos, mientras que un día no fue validado debido a que no se tenía la información completa. El valor promedio de los datos válidos fue de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las PM₁₀, en la Tabla 5 se puede observar los datos promedios diarios de monitoreo. Así mismo en la Figura 1 se observa el comportamiento en promedio de 8 horas para las PM₁₀.

Tabla 5.*Datos obtenidos en el monitoreo del 22 de abril al 8 de junio del 2017.*

Día	Fecha	Promedio	LMP	IMECA
1	22/04/2017	83	75	62
2	23/04/2017	63	75	47
3	24/04/2017	70	75	53
4	25/04/2017	72	75	54
5	26/04/2017	72	75	54
6	27/04/2017	64	75	48
7	28/04/2017	63	75	47
8	29/04/2017	64	75	48
9	30/04/2017	72	75	54
10	01/05/2017	56	75	42
11	02/05/2017	87	75	65
12	03/05/2017	86	75	65
13	04/05/2017	58	75	44
14	05/05/2017	32	75	24
15	06/05/2017	47	75	35
16	07/05/2017	58	75	44
***	08/05/2017	***	75	***
17	09/05/2017	87	75	65
18	10/05/2017	84	75	63
19	11/05/2017	64	75	48
20	12/05/2017	43	75	32
21	13/05/2017	49	75	37
22	14/05/2017	37	75	28
23	15/05/2017	59	75	44
24	16/05/2017	71	75	53
25	17/05/2017	43	75	32

Tabla 5. Continuación.				
26	18/05/2017	44	75	33
27	19/05/2017	43	75	32
28	20/05/2017	34	75	26
29	21/05/2017	62	75	47
30	22/05/2017	67	75	50
31	23/05/2017	43	75	32
32	24/05/2017	49	75	37
33	25/05/2017	63	75	47
34	26/05/2017	64	75	48
35	27/05/2017	37	75	28
36	28/05/2017	27	75	20
37	29/05/2017	39	75	29
38	30/05/2017	49	75	37
39	31/05/2017	50	75	38
40	01/06/2017	30	75	23
41	02/06/2017	34	75	26
42	03/06/2017	49	75	37
43	04/06/2017	38	75	29
44	05/06/2017	39	75	29
45	06/06/2017	35	75	26
46	07/06/2017	46	75	35
47	08/06/2017	30	75	23

Nota. *** se refiere a datos no válidos. Adaptado del Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fuente: SEMAHN (2017).

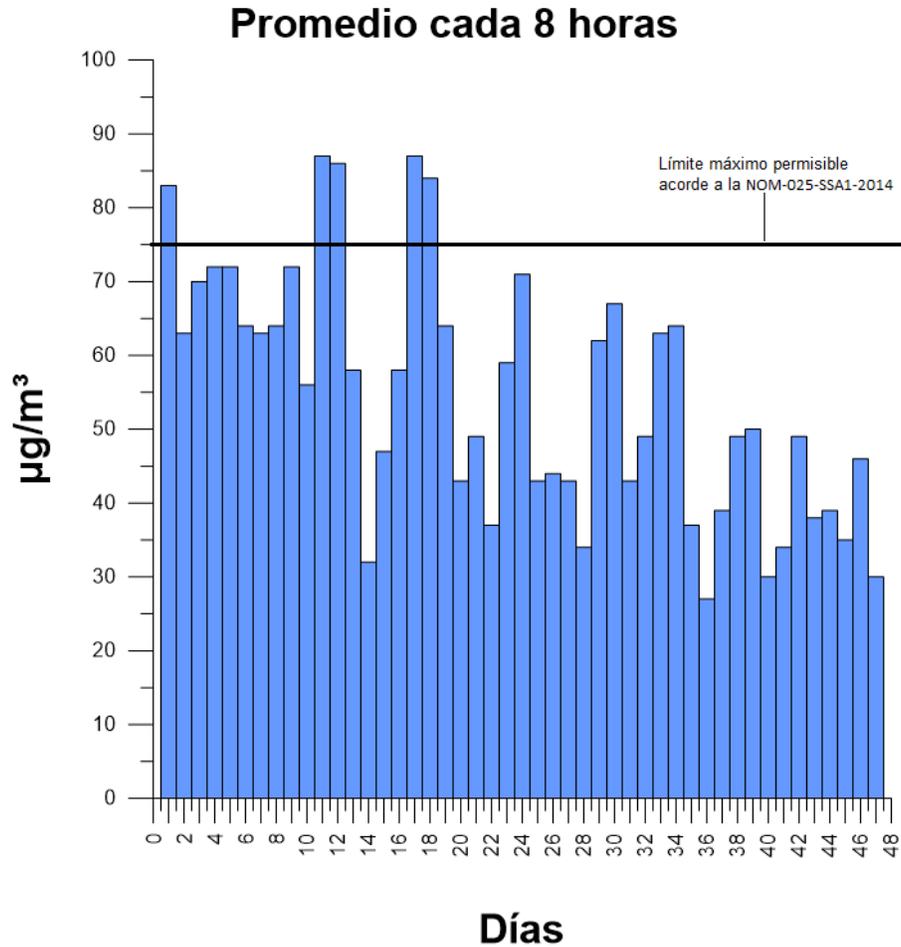


Figura 1. Comportamiento de las PM₁₀ cada 8 horas.

Nota. Adaptado del Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fuente: SEMAHN (2017).

Los resultados del monitoreo indican que las concentraciones de partículas PM₁₀ son más altas durante los meses de abril y mayo, cuando las temperaturas que se reportan en la ciudad son muy elevadas y llegan a sobrepasar los 40°C, favoreciendo la presencia de incendios y quemas. Por el contrario, las concentraciones disminuyen hacia finales de mayo y principios de junio, lo cual coincide con el inicio del temporal de lluvias.

A.3.5 Programa De Gestión Para Mejorar La Calidad Del Aire Del Estado De Chiapas 2018-2027.

El ProAire señala la calidad del aire (PM₁₀) de la ciudad a partir del monitoreo de la estación ubicada en el Palacio Municipal de Tuxtla Gutiérrez de los años 2014, 2015 y 2017. Cabe señalar que para 2016 no se encontró información disponible debido a un problema en los equipos de muestreo. El monitoreo fue realizado únicamente durante los meses de marzo a mayo, debido a que en estos períodos es cuando se presentan sequías, quemas agrícolas e incendios forestales (SEMARNAT y SEMAHN, 2018).

En la Figura 2 se muestra el número de días de cada año estudiado en los que se dispuso de datos de PM₁₀. De acuerdo al ProAire las concentraciones de PM₁₀ estuvieron por arriba del límite máximo permisible establecido en la NOM-025-SSA1-2014 (75 µg/m³) durante 24 días en el 2014, un día en 2015 y cinco días en 2017. Además, se muestra que a pesar de los pocos días que hubo de monitoreo por año, se pueden notar días con altas concentraciones, un ejemplo de ello es en el año 2014.

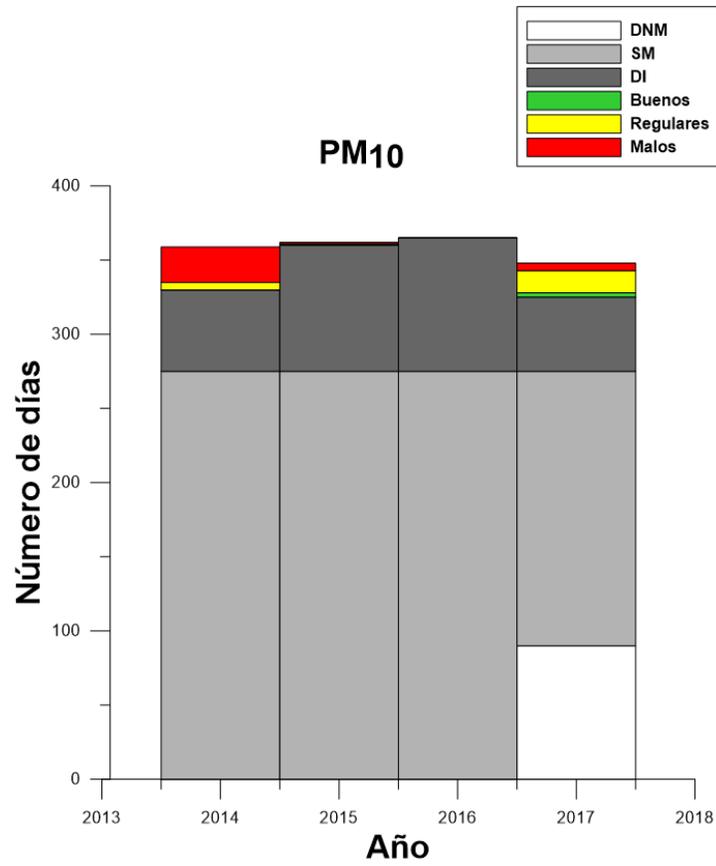


Figura 2. Distribución de días con buena, regular y mala calidad del aire (PM_{10}). Donde DI= Datos Insuficientes. SM= Sin Monitorear. DNM= Días aun no monitoreados al momento de realizar el análisis. 2014, 2015 y 2017, campañas de 3 meses. Fuente: (SEMARNAT y SEMAHN (2018)).

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de las PM_{10} durante las campañas de monitoreo. A partir de la información que se obtuvo de ellas se observa que las concentraciones muestran una tendencia decreciente de marzo a mayo, esto indica que, para esos años, los incendios forestales y quemas agrícolas disminuyeron considerablemente para esos meses.

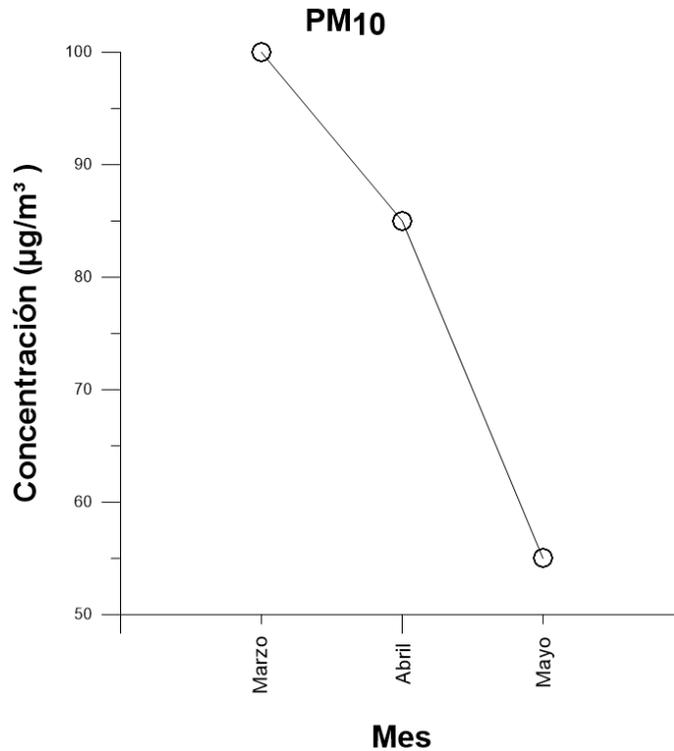


Figura 3. Comportamiento mensual PM₁₀ en el periodo 2014-2015 y 2017. Adaptado del ProAire. Fuente: SEMARNAT y SEMAHN (2018).

Por otro lado, en la Figura 4 se muestra el comportamiento de las concentraciones de PM₁₀ a lo largo de la semana en Tuxtla Gutiérrez durante las campañas de tres meses en los años 2014, 2015 y 2017. Con base en ello, se identifica que el día jueves presenta las concentraciones más altas, mientras que las concentraciones bajas se encuentran en el fin de semana.

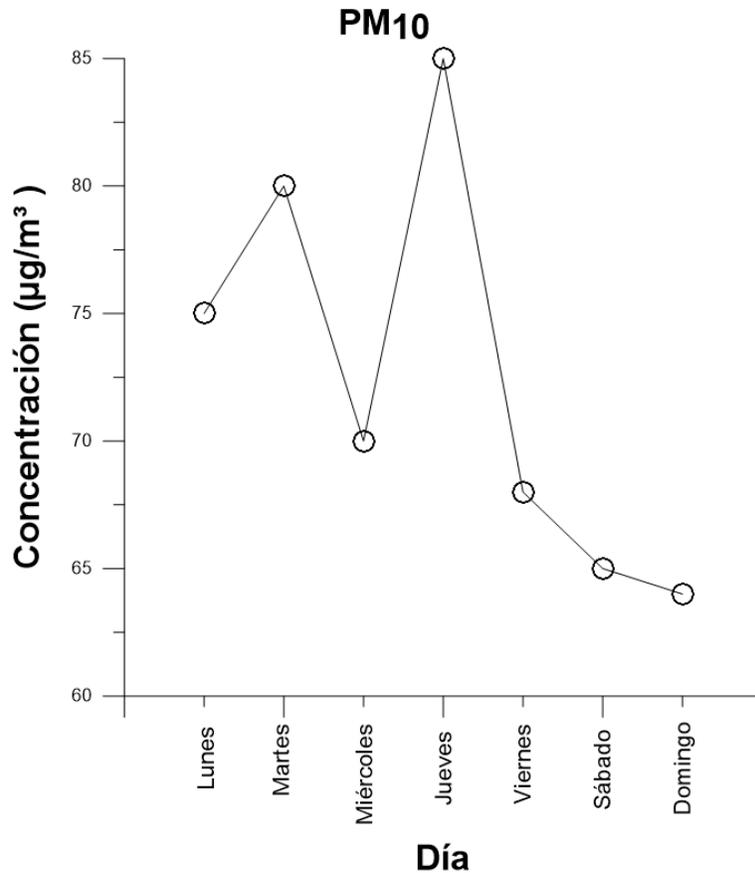


Figura 4. Comportamiento PM_{10} en el periodo 2014-2015 y 2017. Adaptado del ProAire.

Fuente: SEMARNAT y SEMAHN (2018).

Por un lado, respecto al comportamiento de las concentraciones a lo largo del día durante las campañas de tres meses en los años 2014, 2015 y 2017 (de acuerdo a datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente), la dinámica que se obtuvo para las PM_{10} fue una distribución bimodal (Figura 5). Donde el primer pico se presentó entre las 10:00 y las 12:00 horas de la mañana, y el segundo entre las 14:00 y 15:00 horas. Por las noches y madrugadas se pudieron registrar las concentraciones más bajas.

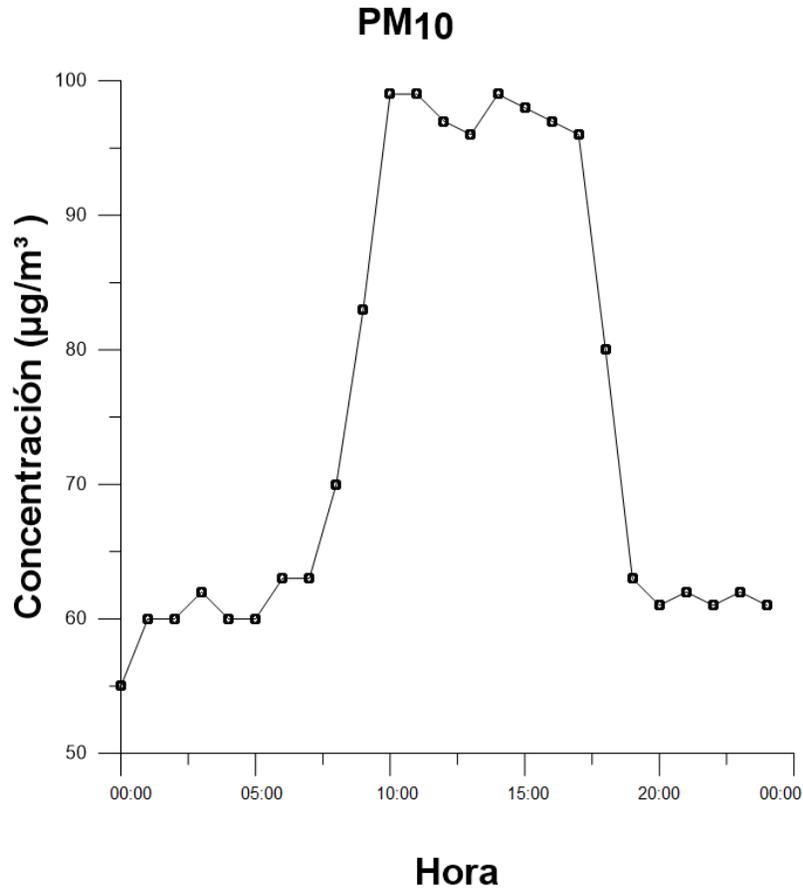


Figura 5. *Comportamiento de las concentraciones PM_{10} a lo largo del día.* Adaptado del ProAire. Fuente: SEMARNAT y SEMAHN (2018).

A.4 Determinación De Partículas Por Parte De Trabajos Académicos.

A.4.1 Cuantificación De Las Emisiones De Partículas PM10 Provenientes De Las Calles Sin Pavimentar y Su Impacto En La Calidad De Aire De La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Hernández Méndez (2014), cuantificó la emisión de partículas PM₁₀ provenientes de las calles sin pavimentar con la finalidad de poder evaluar la calidad de aire de la ciudad. La cuantificación de las emisiones tuvo lugar en tres sitios diferentes localizados al norte (La Condesa y Caleras Maciel) y al poniente-norte (Plan de Ayala) de la ciudad.

La metodología desarrollada, consistió de tres etapas:

1. Análisis de datos meteorológicos y de calidad del aire. Consiste en la caracterización de flujos locales de viento, obtención de datos sobre la calidad de aire y análisis de la relación entre ambos.

Para el cumplimiento de esta etapa fue necesario analizar los datos reportados por tres estaciones meteorológicas automáticas (EMA) durante el periodo de 2011 al 2013, los datos fueron solicitados en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UNICACH. Para la obtención de los vientos dominantes de cada EMA, se obtuvieron los promedios horarios de la dirección e intensidad del viento para el periodo de enero a mayo de cada año lo cual, permitió identificar de manera preliminar los sitios claves que pudiesen ser considerados como fuentes de emisión de partículas y áreas de influencias.

2. Campaña de muestreo. Se desarrollaron tres actividades: monitoreo meteorológico, muestreo en calles sin pavimentar para cuantificar emisiones de partículas y medición de la concentración de PM₁₀.

3. Generación de escenarios de contaminación. Resultado de las etapas anteriores, con la finalidad de evaluar el comportamiento de las emisiones PM_{10} y su impacto en la calidad del aire se modeló la dispersión de las PM_{10} a partir de los resultados obtenidos de cada uno de los sitios considerados como fuentes de área mediante la implementación del modelo ISC3, que incluyó los datos generados en cada una de las secciones anteriores para la creación de los archivos de entrada requeridos por el modelo.

Los resultados que se obtuvieron de este trabajo fueron, que las calles sin pavimentar estudiadas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, representan fuentes de emisión de PM_{10} a la atmósfera, donde las emisiones generadas se encuentran influenciadas principalmente por la intensidad del viento y las características propias de cada lugar.

La mayor fuente de emisión de PM_{10} fue Caleras Maciel, debido a que obtuvo las emisiones más altas respecto a las demás, incluso con los mismos valores de intensidad del viento que corresponde > 8 m/s.

Las concentraciones de PM_{10} obtenidas durante el monitoreo, dan sustento a que la calidad de aire para la ciudad puede ser considerada como regular basándose en las recomendaciones de la OMS, ya que se determinó que el 50% de los días monitoreados presentaron concentraciones superiores al valor de referencia ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Un dato interesante es que el incremento de las concentraciones se relaciona con la temporada del año, en este caso, con los frentes fríos que entran al estado, los cuales influyen en el comportamiento de los flujos de los vientos locales. Con base a lo anterior, se puede afirmar que la ciudad se ve afectada por las PM_{10} , donde una de las principales fuentes de emisión son las calles sin pavimentar.

A.4.2 Estudio Del Comportamiento De Las Concentraciones De Partículas PM₁₀ En La Ciudad De Tuxtla Gutiérrez Durante La Temporada De Estiaje.

El siguiente trabajo fue realizado por Díaz Valencia (2017), cuyo objetivo fue analizar el comportamiento de las concentraciones de partículas PM₁₀ de Tuxtla Gutiérrez durante la temporada de estiaje.

El estudio fue realizado en tres fases, a mencionar:

Muestreo en campo: para la obtención de muestra, se utilizó un MiniVol TAS Pump Module con un cabezal de muestreo para PM₁₀ con un flujo constante de 5 L/min, además de una estación meteorológica Davis Vantage Pro 2 Plus (instalados en la azotea del edificio del Palacio Municipal).

Los muestreos tuvieron una duración de 24 horas, durante el período de noviembre del 2015 a mayo del 2016. Simultáneamente se buscaron los pronósticos emitidos por el Centro Hidrometeorológico Regional Tuxtla Gutiérrez (CHMRTGZ) de la CONAGUA, con la finalidad de identificar los frentes fríos y las condiciones atmosféricas que impactaron a la región durante el periodo de estudio. Así mismo, se analizaron los registros de incendios de la ciudad para poder identificar los eventos que influyeron en las concentraciones de PM₁₀. Esta fuente de información fue proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana de Tuxtla Gutiérrez.

Trabajo de laboratorio: consistió en la preparación y pesado de los filtros antes y después del muestreo para el cálculo de las concentraciones de partículas PM₁₀.

Análisis de resultados: de acuerdo a Díaz Valencia (2017) durante el periodo de estudio, se registraron 27 días con concentraciones de PM₁₀ superiores al valor máximo permisible de

la NOM-025-SSA1-2014 ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 67 días de concentraciones mayores a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gracias a los resultados se identificaron las condiciones meteorológicas, así como las posibles fuentes de emisión que favorecen a las altas concentraciones del contaminante: los incendios forestales, quemas de predios y colonias con terracería.

Así mismo, se identificó que entre los 24 y 28°C se pudieron registrar eventos máximos con vientos de 1 a 3 m/s con dirección al oeste, pudiendo reafirmar que los eventos de Frentes Fríos contribuyen al aumento de concentraciones, este suceso se puede determinar uno o dos días después de que el fenómeno ingresa al Estado.

Por otra parte, para la identificación de los incendios, Díaz Valencia (2017) elaboró mapas de comparación entre los eventos ocurridos en el día y la dirección del viento registrada. Los datos meteorológicos se pudieron relacionar con los fenómenos detectados en los pronósticos emitidos por el CHMRTGZ, donde se pudieron identificar bajo qué condiciones se presentaron las concentraciones obtenidas, así como las posibles fuentes de emisión. Esto hizo posible la identificación de la temporada en que hay una mayor concentración e incremento de PM_{10} para la ciudad.

Finalmente, Díaz Valencia (2017), establece que en la ciudad, existen altas concentraciones de PM_{10} que sobrepasan el máximo permisible en la normatividad vigente durante la temporada de estiaje, principalmente en los meses de marzo a mayo, debido a las altas temperaturas que contribuyen a que exista una mayor influencia de incendios. Con base a ello, se detectó que los incendios forestales son recurrentes en las Áreas Naturales Protegidas al norte de Tuxtla Gutiérrez y las quemas de predios baldíos dentro de la ciudad. Por otra parte, se concluyó en el trabajo, que las emisiones de los vehículos actúan como una fuente

importante de emisiones de PM_{10} , así mismo aquellos negocios donde se utilizan leña y carbón para la preparación de alimentos, pues manejan grandes cantidades de combustible.

A.5 Otros Estudios Relacionados.

A.5.1 Estudios Realizados en Incendios Forestales.

Es importante mencionar que, para Tuxtla Gutiérrez, se presentan grandes concentraciones de contaminantes como son PST, PM_{10} , CO y NO_x durante la temporada de sequía lo cual es el resultado de las quemas agrícolas e incendios forestales que se presentan durante los meses de marzo a mayo (Figura 6).



Figura 6. Contaminación atmosférica en Tuxtla Gutiérrez. Fuente: Estrada (2019).

Algunos acontecimientos importantes de problemas de calidad de aire en Tuxtla Gutiérrez se publicaron en el periódico La Jornada el día 17 de mayo de 1998, donde la titular de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Julia Carabias, declaró "zona de desastre" para el estado de Chiapas, donde 292 incendios forestales afectaron a 39 mil

hectáreas, lo cual generó una gran bruma que cubrió gran parte a la entidad. Asimismo, informó, que el país enfrentó las condiciones meteorológicas más críticas de los últimos 70 años, con grandes sequías, principalmente en el sureste. Además de que la bruma producida por el humo se presentó con mayor intensidad en los estados de Tabasco, Oaxaca, Yucatán y Chiapas.

De acuerdo al IIGERCC_UNICACH (2021) expresa que, a partir del año 2005, se realizaron registros de incidentes provocados por incendios en lotes baldíos en Tuxtla Gutiérrez en un registro propio del Instituto de Protección al Medio Ambiente. Se empezó a tomar en cuenta las temporalidades de los incendios como uno de los factores principales para desatar las altas concentraciones de contaminantes en el periodo de 15 de noviembre al 15 de mayo, presentándose de forma repetitiva, esta información con el paso de los años se fue incrustando con el Instituto de Historia Natural de Ecología en aquel entonces, para ir restableciendo los puntos más críticos de atención en el ámbito urbano. Fue hasta el año 2011 y 2012, en donde se pudo obtener una sanción en la ley de ingreso del municipio, en la que se establece que si usas el fuego para la limpieza de un predio baldío te haces acreedor de una sanción, debido a las altas concentraciones de contaminantes. Así mismo, mencionó que el principal factor que origina los incendios forestales, es la falta de mantenimiento de los terrenos y la costumbre de utilizar el fuego como limpieza.

Así mismo, expone que la falta del mantenimiento de los predios por parte de los propietarios en temporada de estiaje, genera un aumento en los incendios forestales, de igual manera, como el mal manejo del fuego para las prácticas agrícolas (IIGERCC_UNICACH, 2021).

Por otra parte, de acuerdo a Álvarez (2019), las partículas suspendidas cubrieron el cielo de la capital chiapaneca derivado de los incendios forestales y quemas agrícolas, en donde,

expertos ambientales refieren que esta mala calidad del aire se debe a los diversos incendios atípicos en la zona metropolitana, así como a la emisión de gases de efecto invernadero por el uso de los vehículos, el cual pone en riesgo a la población tuxtleca (604,147 habitantes [DataMéxico, 2020]).

Mientras tanto, SEMARNAT y SEMAHN (2018) hacen mención de categorías de emisión de contaminación atmosféricas en Tuxtla Gutiérrez para el año 2016 (Tabla 6), entre las categorías se encuentra las quemas a cielo abierto alcanzando un 4.1% de emisiones de PM₁₀. Lo anterior, sustenta que las quemas, así como los incendios forestales, representarían fuentes de emisión de contaminantes que afectan la calidad del aire en el estado.

Tabla 6.

Porcentaje de emisiones de Pm₁₀ por categoría en Tuxtla Gutiérrez.

Municipio	Categoría	%
Tuxtla Gutiérrez	Combustible doméstico	39.2
	Caminos no pavimentados	34
	Caminos pavimentados	12
	Quemas a cielo abierto	4.1
	Ladrilleras	2.3
	Otros	8.4

Nota. Adaptado del Inventario de Emisiones del Estado de Chiapas 2016. Fuente: SEMARNAT y SEMAHN (2018).

A.5.2 Industria de Alimentos.

Los sectores de alimentos y bebidas, son algunas de las empresas que generan contaminación al ambiente, seguido de las empresas derivadas del petróleo y carbón, que generan un mayor aumento de emisiones de contaminantes al aire como es el CO, PM₁₀ y PM_{2.5} (IIGERCC_UNICACH, 2021).

Díaz-Nigenda et al. (2021) cuantificaron las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y otros contaminantes generados por el consumo de leña y carbón en la preparación de pollos asados en Tuxtla Gutiérrez mediante la aplicación de Factores de Emisión (FE). Para ello realizaron una categorización de los establecimientos en función a su producción e infraestructura con la finalidad de poder determinar el combustible consumido anualmente, encontrando 166 establecimientos en operación, además de 11 locales que no aparecían en los registros, dando un total de 177 comercios estudiados. La metodología que se utilizó para la obtención de los resultados fue la siguiente: aplicación de encuestas, estimación de combustible y la cuantificación de las emisiones (mediante el uso de FE). encontraron que los establecimientos medianos presentaron las descargas más altas de PST y PM₁₀ además de otros contaminantes, debido a la cantidad anual de combustible consumido. Un dato interesante que se señala en el trabajo, es que el consumo de leña suele ser mayor que del carbón. En total las PST presentaron una emisión de 8.33 t/año mientras que las PM₁₀ con 27.23 t/año. Con base en ello, se determinó que el consumo de leña y carbón en la preparación de pollos asados actúan como fuente de emisión de contaminantes atmosféricos en la ciudad, mismas que se suman a las quemas de predios, aumento de emisiones vehiculares y resuspensión de partículas en calles sin pavimentar.

A.5.3 Tasa Vehicular.

Para el sector transporte, SEMARNAT y SEMAHN (2018) obtuvieron un registro total de 767,497 vehículos de motor en el estado (incluidos automóviles, camiones de pasajeros, camiones y camionetas para carga y motocicletas) en diciembre de 2015. De ellos, el 27% se concentra en la capital del Estado, 10% en Tapachula y 6% en San Cristóbal de las Casas. Los tres municipios agrupan más del 40% de la flota total del Estado.

Para el año 2016, el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez (PIMUS ZMTGZ) señaló que el 63% de los vehículos que circulan en la ciudad son de transporte público. Además, de que el total de viajes diarios en transporte público es de 332,898 en Tuxtla Gutiérrez (pág.4).

Como se pudo observar, la demanda de los vehículos motorizados se da con base al crecimiento de la población, es decir, si la población tuxtleca sigue elevándose la tasa vehicular aumentará debido a la demanda de servicio de traslado. Un dato importante que refleja el PIMUS ZMTGZ (2016), es que los vehículos públicos van en aumento cada año, así como la inclusión de nuevas rutas (pág.5). Esta información nos refleja el aumento de contaminantes que se genera hacia la atmósfera, así como la expansión urbana.

A. 6 Conclusiones.

La evolución que ha tenido el monitoreo de la calidad del aire en la última década ha sido relevante ya que los equipos de monitoreo han registrado datos en eventos muy importantes, como es en la temporada de estiaje en Tuxtla Gutiérrez. Los programas, proyectos y campañas de mediciones realizadas por la SEMAHN son una referencia importante que han ayudado a la generación y análisis de información y monitoreo, al igual que a la reducción de emisiones a la atmósfera en torno a la problemática actual, como es el caso del ProAire que actúa como un instrumento de gestión de calidad del aire estableciendo acciones y medidas para para la prevención del deterioro de la calidad del aire, así como la disminución de contaminantes.

Gracias a los resultados obtenidos de este trabajo, se pudo observar el comportamiento que han tenido los registros de PST y PM₁₀ y cómo estos influyen al entorno social y ambiental, en donde la información ha sido generada por una estación de monitoreo por parte de la SEMAHN o bien, por el uso de un muestreador de bajo volumen para el registro de muestras en campo por parte de los estudios académicos.

A pesar de tener avances en el monitoreo de la calidad del aire, la recopilación de información ha sido afectada debido a la falta de instrumentación necesaria para su monitoreo constante y preciso, dejando a la deriva información necesaria para su estudio. La poca información que se encuentra disponible en la página web oficial de la SEMAHN, proporciona datos útiles para el análisis del comportamiento y origen de estos contaminantes.

A lo largo de este trabajo se pudo analizar el comportamiento de las PST y PM₁₀ a partir del año 2012 hasta el año 2021 con base a la información presentada por las instituciones

gubernamentales y complementada con investigaciones académicas. Se pudieron notar concentraciones bajas y altas en cierto periodo de tiempo, un ejemplo de ello, es el reporte de INEGI (2013) donde señala que las PST y PM₁₀ no rebasaron los límites permisibles establecidos, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993 vigente en ese año; mientras que Díaz-Nigenda et al. (2021) reportó altas concentraciones de PM₁₀ sobrepasando el máximo permisible de la normatividad vigente durante la temporada de estiaje (fría y caliente), esto se debe a la influencia de los frentes fríos, así como a las altas temperaturas que contribuyen al aumento de incendios principalmente en predios baldíos y en Áreas Naturales Protegidas, lo cual también fue observado por la SEMAHN (2017).

Por otro lado, se resalta que las concentraciones muestran una tendencia decreciente de marzo a mayo, siendo marzo el mes con mayores concentraciones de partículas debido a la temporada de incendios forestales y quemas agrícolas lo cual es observado por SEMARNAT y SEMAHN. (2018) y Díaz-Nigenda et al. (2021)

En resumen, las altas concentraciones que se detectaron a lo largo de los estudios, ocurren mayormente en la temporada de estiaje. Además de que los factores meteorológicos de la ciudad han influido en el comportamiento de los contaminantes, es decir, en la temporada calurosa la ciudad tiende a tener altas temperaturas contribuyendo de esta manera a los incendios forestales, de igual manera el cambio climático permite que estos reduzcan o aumenten, debido a la disminución de humedad que generan un aumento de temperatura que conllevan a una extensión de vegetación inflamable (matorrales y pastizales), sumando los efectos de El Niño y el aumento de la mancha urbana, dan lugar a una mayor presencia de incendios, impulsando la vulnerabilidad del ecosistema de la ciudad así como de la salud de la población. Por otra parte, es importante recalcar que los trabajos académicos, han aportado

datos de la evolución de las PST y PM₁₀ en la ciudad, señalando que las principales fuentes de las partículas son los incendios forestales, quemas agrícolas y las calles sin pavimentar.

En la actualidad, la actividad económica de Tuxtla Gutiérrez, deriva un sin fin de contaminantes que en su mayoría no suelen ser regulados o tratados correctamente, un claro ejemplo, son las partículas. Sin embargo, en los últimos años, como resultado de las emisiones de diversas actividades económicas, así como por la quema de predios e incendios forestales, la contaminación del aire es un tema que ha tomado gran relevancia entre las autoridades municipales y estatales con la finalidad de poder reducir los niveles de contaminantes del aire, pudiendo mejorar la salud de la población.

El crecimiento poblacional del municipio va de la mano con un aumento de demanda de bienes y servicio, por lo que las diversas actividades económicas generan que año con año experimentan un incremento en las emisiones de PST y PM₁₀, a pesar de ello esto obedece a que hay un mayor número de empresas de alimento (por ejemplo: asadores), así como de vehículos en la ciudad y quemas agrícolas.

A. 7 Recomendaciones y Escenarios a Futuro.

El posible escenario de los próximos años con base a lo que se expuso en este trabajo, tienden a un riesgo hacia la salud afectando a ciudadanos con problemas respiratorios por exposición de contaminantes atmosféricos. Además de que personas con afectaciones pulmonares, cardiovasculares crónicas obstructivas, asma, ancianos y los niños son los más vulnerables.

Como resultado del diagnóstico de los factores inmersos en la calidad del aire de Tuxtla Gutiérrez, se plantean estrategias dirigidas al control y/o reducción de emisiones de contaminantes criterios en especial para las PM₁₀.

Recomendaciones:

- Desarrollar estrategias de difusión con mensajes claros sobre las fuentes y los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población y ecosistemas.
- Impulsar programas permanentes de Educación Ambiental en toda la población tuxtleca con el objetivo de crear conciencia sobre la calidad del aire.
- Aumentar la atención oportuna para incendios en predios baldíos, que se encuentran dentro o en los alrededores de la ciudad, así como desarrollar programas de concientización para el mantenimiento de los predios baldíos.
- Regular la tala de árboles en Tuxtla Gutiérrez, así como fortalecer los programas de reforestación en la ciudad permitiendo mitigar la contaminación atmosférica, además de aportar servicios ambientales al ambiente urbano.
- Realizar de forma constante la actualización del inventario de emisiones contaminantes atmosféricos y GEI, para tener un registro que fomente el marco regulatorio en atención a la problemática ambiental.

- Fomentar programas de ciclovías en Tuxtla Gutiérrez, con la finalidad de disminuir la tasa vehicular, así mismo mejorar la infraestructura para vehículos no motorizados, de tal manera, que sea una condición segura, fácil y rápida a utilizar los ciudadanos en su movilidad en la ciudad, reduciendo contaminantes.
- Generar una red de monitoreo en Tuxtla Gutiérrez y en toda el área Metropolitana, para percibir puntualmente el comportamiento de los contaminantes criterios, así como sus puntos de origen
- Fortalecer la coordinación entre municipios, a fin de generar acciones homogéneas encaminadas a la prevención de emisiones de contaminantes. A través del combate de incendios, pudiendo mejorar las prácticas agrícolas, para la prevención de quemas con el objetivo de no saturar la atmósfera en la temporada de estiaje.

A. 8. Referencias.

- Álvarez, S. (26 de abril de 2019). Pésima calidad del aire en Tuxtla, incluso por arriba que la Ciudad de México. *El Herald de Chiapas*.
<https://www.elheraldodechiapas.com.mx/local/pesima-calidad-del-aire-en-tuxtla-incluso-por-arriba-que-la-ciudad-de-mexico-3422787.html>
- DataMéxico. (2020). *Acerca de Tuxtla Gitiérrez*. Recuperado el 18 de junio de 2023, de <https://datamexico.org/es/profile/geo/tuxtla-gutierrez>
- Díaz-Nigenda, E., Vázquez-Morales, W., Venegas-Sandoval, A., Morales-Iglesias, H. y Hernández-Jiménez, S.(25 de mayo de 2021). Scielo: Ecosistemas y recursos agropecuarios. *Emisiones generadas por el consumo de leña y carbón en la preparación de comida rápida*. 8 (2), 1-9.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282021000200010
- Díaz Valencia, S. E. (2017). *Estudio del comportamiento de las concentraciones de partículas PM10 en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez durante la temporada de estiaje*[Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas].
<https://iigercc.unicach.mx/index.php?p=page&v=Mw==>
- Domínguez, A. (1 de mayo de 2019). Chiapas enfrenta la peor crisis en índices de calidad del aire en 14 años; sin equipos, presupuesto ni personal. *Chiapas Paralelo*.
<https://www.chiapasparalelo.com/noticias/chiapas/2019/05/chiapas-enfrenta-la-peor-crisis-en-indices-de-calidad-del-aire-en-14-anos-sin-equipos-presupuesto-ni-personal/>
- Estrada, A. (26 de abril de 2019). Pésima calidad del aire en Tuxtla, incluso por arriba que la Ciudad de México. *El Herald de Chiapas*.
<https://www.elheraldodechiapas.com.mx/local/pesima-calidad-del-aire-en-tuxtla-incluso-por-arriba-que-la-ciudad-de-mexico-3422787.html>

- México, G. d. (20 de agosto de 2014). *La Secretaría de Salud actualiza la NOM 025 en materia de partículas suspendidas*. <https://www.gob.mx/cofepris/prensa/la-secretaria-de-salud-actualiza-la-nom-025-en-materia-de-particulas-suspendidas>
- Hernandez Mendez, Z. C. (2014). *Cuantificación de la emisión de partículas PM10 provenientes de las calles sin pavimentar y su impacto en la calidad del aire de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. <https://iigercc.unicach.mx/index.php?p=page&v=Mw==>
- IIGERCC_UNICACH. (27 de mayo de 2021). *Foro "Estudios sobre la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez"*[Archivo de Vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=B-3Z_RngGcc
- INEGI. (2014). *Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas 2014*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://books.google.com.mx/books?id=cmBUDwAAQBAJ&pg=SA2-PA13&dq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+Y+GEOGRÁFICO+DE+CHIAPAS+2014-INEGI+calidad+de+aire&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjRoavX8-7qAhWIWc0KHXptCJgQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=ANUARIO%20ESTADÍSTICO%20Y%20GEOGRÁFICO%20DE%](https://books.google.com.mx/books?id=cmBUDwAAQBAJ&pg=SA2-PA13&dq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+Y+GEOGRÁFICO+DE+CHIAPAS+2014-INEGI+calidad+de+aire&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjRoavX8-7qAhWIWc0KHXptCJgQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=ANUARIO%20ESTADÍSTICO%20Y%20GEOGRÁFICO%20DE%20)
- INEGI. (2016). *Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas 2016*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://books.google.com.mx/books?id=jSDZDwAAQBAJ&pg=SA2-PA13&dq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+Y+GEOGRÁFICO+DE+CHIAPAS+2016-INEGI+calidad+de+aire&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9xsP39O7qAhVOMK0KHXA7C38Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=ANUARIO%20ESTADÍSTICO%20Y%20GEOGRÁFICO%20DE%](https://books.google.com.mx/books?id=jSDZDwAAQBAJ&pg=SA2-PA13&dq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+Y+GEOGRÁFICO+DE+CHIAPAS+2016-INEGI+calidad+de+aire&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9xsP39O7qAhVOMK0KHXA7C38Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=ANUARIO%20ESTADÍSTICO%20Y%20GEOGRÁFICO%20DE%20)
- SEMAHN. (2011). *Registro De Emisiones y Transferencia De Contaminantes Del Estado De Chiapas. Reporte 2011-2016*. <https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/fraccion5/2011-2016.pdf>

SEMAHN. (2017). *Informe Parcial De Resultados De Monitoreo De Calidad Del Aire 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.*
https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/fraccion7/aire_ag_o2017.pd

SEMARNAT. (s.f.). *Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).*
Recuperado el 07 de junio de 2023, de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc>

SEMARNAT y SEMAHN. (2018). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas (ProAire).* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310363/26_ProAire_Chiapas.pdf

Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez (PIMUS ZMTGZ) (2016). *Plan Integral de Transporte Público Metropolitano de Tuxtla Gutiérrez.*
[https://www.sop.chiapas.gob.mx/descargassop/ANEXOS/PIMUS%20ZM%20TUXTLA%20GTZ/1.4.%20Plan%20Integral%20de%20Transporte%20P%C3%BAblico%20Metropolitano%20\(PIMU\).pdf](https://www.sop.chiapas.gob.mx/descargassop/ANEXOS/PIMUS%20ZM%20TUXTLA%20GTZ/1.4.%20Plan%20Integral%20de%20Transporte%20P%C3%BAblico%20Metropolitano%20(PIMU).pdf)

**ANEXO B. FORO DE CALIDAD DEL
AIRE EN TUXTLA GUTIÉRREZ,
CHIAPAS.**

B.1 Estructura del foro.

Participantes.

Moderador (M): Alumna Amparo de la Cruz Santana.

Dr. Emmanuel Díaz Nigenda

Expositor 1 (E1): Lic. Aurelio Cruz Ovando (SMAyMU).

Expositor 2 (E2): Ing. Alejandro Mendoza (IC IPLAM).

Expositor 3 (E3): Lic. Carlos Roblero Ortega (SEMAHN).

Expositor 4 (E4): Ing. Ramón Corzo Toledo (SEMAHN).

Introducción:

M: ¡Buen día!

Como sabemos, en la actualidad el municipio ha enfrentado varios problemas ambientales y entre ellos se encuentra la contaminación del aire, recurso que es indispensable para el ser humano. Se han realizado y reportado algunos estudios relacionados con las Partículas Suspendidas Totales (PST), Partículas con diámetros aerodinámicos inferiores o iguales a 10 micras (PM10), Partículas con diámetros aerodinámicos inferiores o iguales a 2.5 micras (PM2.5), Ozono (O3), Bióxido de nitrógeno (NO2), Bióxido de azufre (SO2) y Monóxido de carbono (CO).

Dentro de estos, los estudiados con mayor frecuencia son: PST, PM10, PM2.5 Y O3, reportándose en los últimos años concentraciones que han rebasado los límites permisibles establecidos en las normas correspondientes.

Por este motivo, en este foro tenemos como invitados a varios especialistas que han participado en temas de calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez desde el ámbito gubernamental.

Damos la bienvenida a los siguientes participantes:

- Expositor 1 (E1): Lic. Aurelio Cruz Ovando (Secretaria del Medio Ambiente y Movilidad Urbana de Tuxtla Gutiérrez - SMAyMU)
- Expositor 2 (E2): Ing. Alejandro Mendoza Castañeda (Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez- ICIPLAM)
- Expositor 3 (E3): Lic. Carlos Roblero Ortega (SEMAHN)
- Expositor 4 (E4): Ing. Ramón Corzo Toledo(SEMAHN)

A todos ustedes, les agradecemos hayan aceptado participar en esta actividad.

La dinámica es sencilla, misma que consistirá en preguntas y respuestas, en donde cada uno de nuestros invitados tendrá máximo 3 minutos para responder, con la finalidad de que todos puedan contribuir a esta actividad.

Así, demos inicio.

Cuerpo de la discusión (preguntas para los participantes):

M: De acuerdo al “Anuario estadístico del estado de Chiapas” edición 2012 y 2016 de INEGI, se menciona que para el año 2011 Y 2016, Tuxtla Gutiérrez tuvo altas concentraciones de PST y PM₁₀. Para 2011 se reportaron concentraciones máximas de PST de 275 µg/m³ y 210 µg/m³ de PM₁₀, y para 2016 se reportaron concentraciones máximas de 149 µg/m³ de PM₁₀, datos que fueron proporcionados por la SEMAHN. Hay que tomar en consideración que para el año 2011 se encontraba en funcionamiento la NOM-025-SSA1-1993 (PST: 210 µg/m³ promedio de 24 horas.PM₁₀: 120 µg/m³ promedio de 24 horas) y para

el año 2016 se estableció la NOM-025-SSA1-2014 (PM₁₀: límite de 24 horas: 75 µg/m³, como promedio de 24 horas).

En este sentido formularemos las primeras preguntas:

1. ¿Cuál fue el principal impulsor de estas altas concentraciones? y
2. ¿Cuáles fueron las acciones que se tomaron para la disminución de estas?

➤ **E:** tiempo máximo 3 min.

M: Muchas gracias, es evidente que ciertas actividades que se realizan en el municipio van afectando día con día a la calidad de aire, por mencionar la industria de la construcción y alimento, así como los incendios, quemas y vehículos. En este sentido, la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del Gobierno del estado de Chiapas, en el año 2006 inició con las primeras acciones encaminadas a recibir información ambiental de fuentes fijas de su jurisdicción. En donde se tuvo como producto el registro de emisiones y transferencia de contaminantes del estado de Chiapas (reporte 2011-2016). Respecto a esto:

3. ¿Qué nos pueden comentar de este trabajo?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

De aquí formulamos dos preguntas más.

4. ¿Cuáles fueron las principales empresas que contribuyeron a la contaminación atmosférica? y
5. ¿cuáles fueron los principales contaminantes?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

M: Es evidente que en los últimos años la calidad de aire para los tuxtlecos ha sido un reto y más en temporadas de calor en donde se originan grandes incendios forestales alrededor del valle, de acuerdo a esto:

6. ¿Cuáles son los principales factores que originan los incendios? y
7. ¿cómo esta contribuye al aumento de concentraciones de contaminantes en el aire?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

M: Cambiando un poco de tema.

8. ¿Qué nos podrían comentar acerca del Programa de Gestión para la Mejora de la Calidad del Estado de Chiapas 2018-2027? y
9. ¿Qué resultados se han obtenido hasta el momento?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

M: Los programas de gestión son indispensables para la protección y mejora de la calidad del aire, en donde una de las herramientas más importante, es el monitoreo de calidad del aire. Para Tuxtla Gutiérrez, se lleva a cabo en la estación de Palacio Municipal. Con base a esto:

10. ¿Cuáles han sido los resultados de monitoreo de calidad de aire obtenidos hasta hoy fecha? y
11. ¿Qué nos pueden decir acerca de los resultados obtenidos en el Informe Parcial de Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

M: para finalizar,

12. ¿Cuáles serían los principales escenarios y retos a futuro de acuerdo a la calidad de aire de Tuxtla con todo lo comentado?

➤ **E:** Tiempo máximo 3 minutos

Conclusión del foro:

M: Esta charla de preguntas y respuestas fue muy productiva y reflexiva, en donde pudimos observar la situación pasada y actual en la que se ha encontrado la calidad del aire de Tuxtla. Así como la importancia que tiene la gestión y monitoreo de calidad de aire y el de cómo esta puede proporcionar información valiosa acerca de la dinámica que tienen los contaminantes, sin duda la contaminación atmosférica es una problemática ambiental en la cual los principales afectados son la población y los ecosistemas que se encuentran en el entorno.

Muchas gracias a los expositores por participar en este foro, y le cedo la palabra al Dr. Emmanuel Díaz Nigenda.

Despedida oficial: Tiempo máximo 5 minutos

Figura 7.

Cartel de difusión del foro a través de la página oficial del IIGERCC.

UNICACH
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

IIGERCC
Instituto de Investigación en Gestión
de Riesgos y Cambio Climático

FORO

“Estudios realizados sobre la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez”

Organizado por el Cuerpo Académico de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica
Moderadora: Amparo De la Cruz Santana

Mayo 26 de 2021 / 16:00 horas

LIVE

Transmisión por
<https://www.facebook.com/IIGERCC>

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE E HISTORIA NATURAL
TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y MOVILIDAD URBANA
TUXTLA GUTIÉRREZ

CAMBIO CLIMÁTICO

ICI lam
Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez

TUXTLA GUTIÉRREZ

Participantes:
Ing. Ramón Corzo Toledo
(Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural)
Mtro. Carlos Roblero Ortega
(Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural)
Lic. Aurelio Cruz Ovando
(Secretaría del Medio Ambiente y Movilidad Urbana, Gobierno Municipal de Tuxtla Gutiérrez)
Ing. Alejandro Mendoza Castañeda
(Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez - ICIPLAM)

SEy
IIGERCC

Figura 8.

Desarrollo del Foro “Estudios realizados sobre la calidad del aire en Tuxtla Gutiérrez”.

