

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DE
TORREÓN COAHUILA**

P O R

MARIA YESICA ALTUNAR LÓPEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DE
TORREÓN COAHUILA**

POR

MARIA YESICA ALTUNAR LÓPEZ

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR

PRESIDENTE: _____

ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL: _____

DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL: _____

MC. NORMA LETICIA ÓRTIZ GUERRERO

VOCAL SUPLENTE: _____

DR. ALFREDO OGAZ

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016



UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DE
TORREÓN COAHUILA**

POR

MARIA YESICA ALTUNAR LÓPEZ

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. COMITÉ DE
ASESORÍA COMO**

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR

PRESIDENTE: _____

ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL: _____

DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL: _____

MC. NORMA LETICIA ÓRTIZ GUERRERO

VOCAL SUPLENTE: _____

DR. ALFREDO OGAZ

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar mis pasos en cada momento de mi vida, también por darme mucha sabiduría y fuerzas para salir adelante.

A la Virgen de Guadalupe, por ser mi guía y mi fortaleza de seguir adelante.

A mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos (as), porque con ellos me gozo en compartir mis propósitos.

Al Ing. Joel Limones Avitia, por la asesoría en la elaboración de esta tesis, y por la amistad que siempre me brinda.

Al Dr. Héctor Madinaveitia Ríos, gracias por su apoyo y participación en mi proyecto de trabajo.

Al Ing. Alfredo Ogaz, gracias por su tiempo en la asesoría de la tesis.

Ing. Norma Leticia Ortiz Guerrero, gracias por su amabilidad y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mi Alma Mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro –UL, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis maestros: gracias por sus grandes conocimientos y sabiduría impartidas dentro y fuera de las clases, en especial al Dr. José Luis Reyes Carrillo muchas gracias por toda la enseñanza con respecto a este trabajo.

A mis amigos: Daniel Mendoza Emilio, Brenda Karen Ortiz Escobar, Ángela López Pérez, Eréndira Díaz y Don Leonardo que siempre han sido mis mejores amigos, muchas gracias por la linda amistad los quiero.

A mis primos: Royer, Alex Oliverio, Gloria, Braulio por todo lo que hemos compartido juntos como familia muchas gracias.

DEDICATORIAS

A Dios, por darme la inteligencia y sabiduría de poder salir adelante con mi estudio universitario, por iluminar mi camino y permitirme la vida.

A mis padres, María López Morales por ser mi madre y amiga por sus consejos y ejemplo a seguir siempre, también por su gran apoyo en estos largos años que han pasado, gracias Dios mío por cuidar siempre mi madre. A mi padre Antonio Altunar Juárez que me cuidas y me proteges desde el cielo, hoy y siempre me haces mucha falta, gracias por todos tus consejos.

A mis hermanos (as), Melida Altunar, Roselia Altunar, José Rubelio Altunar, Carlos Altunar y Jesús Manuel Altunar, mis hermanos (as) del alma muchas gracias por su apoyo incondicional, por su confianza los quiero mucho.

A Minerva Altunar López, a ti hermana mil gracias, por todo el apoyo que me brindaste, tú siempre ha sido mi gran ejemplo a seguir, a ti te debo lo que soy hoy. No sé cómo pagarte muchas gracias.

A José Antonio Altunar López, a ti mi gran amigo y hermano, te agradezco de corazón, por todo el apoyo que me brindaste, sobre todo esos consejos te quiero.

A MI ALMA TERRA MATER, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de desarrollar mi educación académica.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general:.....	3
2.2 Objetivo específico:	3
3. REVISIÓN LITERATURA.....	4
3.1 El aire	4
3.2 Composición atmosférica.....	5
3.2.1 Las capas de la atmósfera.....	5
3.3 Monóxido carbono	6
3.4 Tipos de contaminación.....	8
3.5 Fuentes de contaminación	10
3.6 Daños a la salud.....	12
3.7 Contaminación al ambiente	13
3.8 Monitoreo Ambiental	14
3.9 Normas aplicables a la calidad ambiental	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4. 1 información general.....	16
4.2 Sistema de monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA).....	16
4.3 Localización	17
4.4 Método	18
4.5 Diagnóstico de la calidad del aire	19
5. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	20
5.1 Resultados obtenidos	20
5.2 Discusión	22
6. CONCLUSIÓN	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Sistemas de Monitoreo de la calidad del aire de Coahuila.....	18
Figura 2 Estación Conalep octubre-2015 CO.....	20
Figura 3 Estación Conalep octubre-2016 CO.....	21
Figura 4 Estación Conalep comparación de CO octubre-2015-2016.....	21
Figura 5 Estación Conalep comparación de datos octubre 2015-2016.....	22

RESUMEN

Se entiende por contaminación cualquier alteración de las condiciones naturales de un ambiente determinado. La contaminación del aire es cualquier alteración de su composición natural, por la presencia en la atmósfera de compuestos que tienen efectos adversos sobre el ser humano y sus bienes materiales, así como también sobre los animales y las plantas. En las ciudades el aire está seriamente afectado y modificado en su composición por la presencia de contaminantes que, en concentraciones muy elevadas, a las cuales se acerca más, podría resultar ser muy peligroso.

El objetivo de este trabajo es la determinación de los niveles de contaminación atmosférica de Monóxido de carbono en la ciudad de Torreón, Coahuila. Utilizando los datos estadísticos obtenidos de la estación de Monitoreo Ambiental ubicada en la escuela CONALEP que está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente de estado de Coahuila (SEMA) ubicada en la ciudad de Torreón. Según los resultados la calidad del aire CO es buena, así también está dentro de la Norma. Para obtener un mejor resultado se analizaron otros contaminantes (PM, O3, SO2, NO2)

Esta contaminación es provocada por diversas causas, pero el mayor índice se debe a las actividades industriales, comerciales, domésticas, agropecuarias y a los motores de los vehículos, por el impacto que tienen las sustancias que arrojan a la atmósfera.

Palabras clave: aire, actividades, contaminación, monitoreo, salud.

1. INTRODUCCIÓN

Se llama atmosfera a la envoltura gaseosa que rodea a la tierra, mientras que el aire es una porción limitada de ella. En la actualidad, los seres vivos estamos expuestos a la contaminación ambiental en todas sus formas, entre ellas la atmosférica.(Flores, 2009) La contaminación atmosférica tiene una fuerte contribución del humo de los incendios forestales.(Fonseca *et al.*, 2013).

Actualmente, el combustible que queman los diferentes medios vehiculares, es el principal factor que contribuye al cambio climático frente a otros sectores industriales, con un 16% del total de las emisiones. Los agentes contaminantes procedentes de la combustión de carburantes convencionales pueden afectar el aire, el agua, el suelo, la vida animal y vegetal. Cuando tiene lugar la combustión, el hidrógeno y el carbón del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (proceso de combustión completa). Sin embargo, una incorrecta relación de la mezcla entre el aire y el combustible (que da lugar a una combustión incompleta), además de las impurezas de este, así como que las temperaturas de combustión demasiado elevadas o bajas, son causas de la formación de productos secundarios, tales como el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOX), óxidos de nitrógeno (NOX), partículas, hidrocarburos no quemados (HC), plomo y otros. Estas son las emisiones más importantes producidas por los motores de combustión interna(Amarales, 2011).

El material particulado es una mezcla de sustancias sólidas y líquidas suspendidas en el aire que, dependiendo de sus características físicas y químicas, pueden generar varios efectos nocivos en la salud de los seres humanos y en los ecosistemas ambientales.(Reina y Olaya, 2012) En consecuencia, es importante intensificar los controles en las fuentes de emisión e intensificar la vigilancia de los efectos que los niveles de contaminación del aire están teniendo en la salud de la población de la ciudad.(García-Ubaque *et al.*, 2013).

El monóxido de carbono (CO), es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o su emisión de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos. Mención especial debe hacerse de la acumulación intramuros por procesos domésticos y el hábito de fumar. El efecto dañino potencial principal de este contaminante lo constituye su afinidad para combinarse con la hemoglobina dando lugar a una elevada formación de carboxihemoglobina y como consecuencia, disminuye la cantidad de oxihemoglobina y por ende la entrega de oxígeno a los tejidos.

El riesgo de la exposición al CO varía desde el efecto de pequeñas cantidades atmosféricas en individuos que padecen deficiencias circulatorias (siendo particularmente susceptibles los enfermos con angina de pecho, así como aquellos con arterioesclerosis), hasta una intoxicación aguda por inhalación de grandes cantidades del contaminante en espacios cerrados y/o en un lapso de tiempo corto (SEMARNAT, 2010).

Coahuila es considerado un Estado eminentemente industrial, en el que las actividades de las empresas pueden someter al entorno a una gran presión y contaminar el agua, el suelo, el aire, por lo que resulta necesario contar y hacer cumplir un marco jurídico y procedimientos que permitan prevenir la contaminación y reparar los daños causados al medio ambiente, para que las empresas y establecimientos actúen siempre con responsabilidad y respeto al medio ambiente. (SEMARNAT, 2012b) El propósito de este estudio de investigación es determinar los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono en la ciudad de Torreón, Coahuila.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Con el presente trabajo, se pretende conocer los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono (CO), con la finalidad de evaluar la calidad del aire de la ciudad de Torreón, Coahuila, en referencia a dicho contaminante.

2.2 Objetivo específico:

Determinar los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono en la ciudad de Torreón, Coahuila. Con la finalidad de ver los probables daños a la salud de la población del área urbana de la ciudad.

3. REVISIÓN LITERATURA

3.1 El aire

El aire está compuesto por diferentes partículas y éstas tienen una masa específica. El conjunto de todas ellas está envolviendo la Tierra, generando un peso sobre ella. Cuando estas partículas colisionan sobre una superficie generan una fuerza llamada presión. La presión del aire influye sobre el tiempo atmosférico, será diferente para los días soleados que para la lluvia, y ésta va cambiando con el paso de las horas. Por eso, podemos amanecer con un día soleado y acostarnos escuchando la lluvia (Recurso-educacion-ambiental, 2011).

El aire es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra. Éste es una mezcla gaseosa, que se compone principalmente de 21 partes de oxígeno y 78 partes de nitrógeno. El resto lo componen vapor de agua, gases nobles y bióxido de carbono (INECC, 2016).

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 (OMS, 2005).

En los últimos años, la calidad del aire se ha visto afectada debido al incremento en la emisión de compuestos tóxicos, que han aumentado su peligrosidad, lo que puede verse reflejado en efectos que se producen en algunos organismos vivos que, de esta manera, reflejan las características y variaciones existentes en su medio ambiente. Esta información es de invaluable utilidad para la prevención y el control de la contaminación del aire (Canseco *et al.*, 2011). La contaminación del aire se define como la contaminación de cualquiera de cubierta o ambientes al aire libre por cualquier producto químico, físico o biológico agente que modifica las características naturales de la atmósfera (Farmer *et al.*, 2014).

3.2 Composición atmosférica

La atmósfera terrestre es una mezcla de gases que cubre nuestro planeta y está sostenida por la fuerza de gravedad; esta fuerza es la que hace que los gases no se pierdan en el universo. La atmósfera nos protege de agentes externos tales como meteoritos, radiaciones peligrosas que provienen del sol, temperaturas extremas, etc. Formar nuestra atmósfera fue un proceso que llevó unos 4.500 millones de años. La atmósfera se divide en cinco capas de distinto: espesor, composición, temperatura y presión, y estas son: troposfera, estratosfera, mesosfera, ionosfera y exosfera, nombradas a medida que se alejan de la tierra(Torres, 2012).

La atmósfera es una mezcla de gases transparentes de 640 kilómetros de espesor, que ha evolucionado a la composición actual durante millones de años, permitiendo el desarrollo de la vida. La mezcla de gases que conforman la atmósfera se compone por el 78 por ciento de nitrógeno (N₂) y el 21 por ciento de oxígeno (O₂) aproximadamente, en porcentaje casi constante. El 1 por ciento restante se compone por gases traza, destacando los gases de efecto invernadero (GEI) -vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), ozono (O₃), entre otros- así como partículas volcánicas, polvos y humos. A pesar de este bajo porcentaje, estos gases desempeñan un papel fundamental en los procesos meteorológicos(SEMARNAT, 2013a).

3.2.1 Las capas de la atmósfera

a) La Troposfera es la capa más cercana a la superficie de la tierra, en los primeros 12 Km. contiene el 90% de los gases atmosféricos y la temperatura disminuye 5,5 °C por cada mil metros de altura, sobre el nivel del mar a 2 medidas que aumenta la altitud. En esta capa se producen todos los fenómenos climáticos, tales como: la formación de nubes, lluvia, viento, tormentas eléctricas, etc. Y la mayor parte de los fenómenos biológicos, tales como: vuelo de los pájaros e insectos, dispersión de semillas y polen. Su espesor varía con la latitud, siendo máximo en el Ecuador (16 Km.) y mínimo en los Polos (8 Km.).

b) La Estratosfera, se extiende desde los 12 hasta los 55 Km. sobre la superficie terrestre. En ella se distinguen dos capas, una de 12 a 25 Km. en

la cual la temperatura permanece constante alrededor de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y otra de 25 a 55 Km. donde la temperatura aumenta hasta los $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, en esta capa la temperatura aumenta con la altitud, esto debido en parte a reacciones exotérmicas entre los átomos de la tenue atmósfera y los rayos ultra violeta procedentes del Sol, éstas reacciones producen la capa de ozono. Aquí se ubica la capa de ozono y se realiza el tránsito aéreo.

c) La mesosfera, se extiende desde los 55 hasta los 80 Km., la temperatura disminuye en forma continua hasta los $-93\text{ }^{\circ}\text{C}$, es una porción de atmósfera muy tenue, con bajísima densidad, en ella los meteoritos adquieren altas temperaturas y la gran mayoría se volatiliza y consume. Por ella viajan los globos sonda.

d) La Termosfera o ionosfera, se extiende desde los 80 a los 500 Km., acá la temperatura aumenta gradualmente hasta los $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. La radiación electromagnética del sol ioniza los gases atmosféricos, produciéndose disociación de moléculas en átomos, ionización de átomos en iones positivos y electrones libres. Un fenómeno asociado a la ionosfera es la “aurora boreal”.

e) La exosfera es la capa más externa de la atmósfera a partir de los 500 Km. hasta unos 1000 Km. y es el límite entre la atmósfera y el espacio interplanetario. Está formada por una capa de Helio y otra de Hidrógeno, más allá se extiende una enorme banda de radiaciones (Veliz, 2011).

3.3 Monóxido carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas que no se puede ver ni oler, pero que puede causar la muerte cuando se lo respira en niveles elevados. El monóxido de carbono es un producto de la combustión incompleta de los combustibles a base de hidrocarburos como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera (EPA, 2016).

El monóxido de carbono es un gas inflamable, un poco menos denso que el aire (el aire tiene una densidad relativa de 1 y el monóxido de 0.97), por lo que se mezclan fácilmente y penetran techos y paredes. La molécula de Monóxido de carbono está formado por un átomo de carbono y uno de oxígeno (CO).

El Monóxido de Carbono (CO) se conoce comúnmente como un “Asesino Invisible”(Olaya *et al.*, 2013). la vida atmosférica de CO varía entre dos semanas y tres meses (Dependiendo de la temporada), es conveniente utilizar este contaminante para estudiar los procesos de transporte(Safronov *et al.*, 2014) Es un gas tóxico, inodoro, incoloro e insípido, que se produce por la combustión incompleta de materias orgánicas y que produce hipoxia tisular. Clínicamente se le conoce como el gran simulador, debido a que los variables signos y síntomas que ocasiona pueden confundirse con otras entidades clínicas; puede desencadenar cuadros agudos o crónicos, con presencia de alteraciones en el aparato auditivo y en los sistemas nervioso central, hemático y cardiovascular. El monóxido de carbono se une a la hemoglobina de los eritrocitos para formar la carboxihemoglobina (COHb), marcador diagnóstico de la intoxicación por este compuesto. Las exposiciones leves a moderadas al monóxido de carbono pueden provocar cefalea, náuseas, mialgias y mareos; con concentraciones mayores o por tiempo prolongado pueden ocasionar disnea, dolor torácico, desorientación, cansancio, cefalea pulsátil, vértigo, diplopía, apatía, adinamia, irritabilidad, labilidad emocional exagerada, somnolencia o insomnio, alteraciones de la memoria, confusión mental, y trastornos del sistema de conducción, coma e, incluso, la muerte(Martinez *et al.*, 2013).

Entre otros síntomas provocados por la exposición crónica a CO como fatiga, cefalea, fiebre, dolor faríngeo, náuseas, diarrea, palpitaciones, trastorno del sueño, pérdida de peso, dolor en el pecho, irritabilidad y cambios emocionales tales como labilidad emocional y depresión grave(Diaz *et al.*, 2015).

En las zonas urbanas, la exposición al CO se produce cerca carreteras, en salas llenas de humo y en mal ventilados las áreas afectadas por la combustión, aparatos domésticos para cocinar y calor utilizando combustibles de biomasa de la madera, residuos de cosechas, estiércol seco de animales o carbón y el carbón puede producir concentraciones interiores sustanciales de CO. Otra fuente importante de inhalado CO es el humo del cigarrillo(Dashdendev *et al.*, 2011).

La intoxicación por monóxido de carbono (CO) representa la intoxicación más frecuente en nuestro medio como consecuencia de la exposición a gases tóxicos. Tiene mayor incidencia en invierno, afectando tanto a hombres como a mujeres, a adultos y a niños. Suele ocurrir en accidentes domésticos, en relación con la combustión incompleta en estufas, calentadores, calderas o braseros, debido a un déficit parcial de O₂ en el proceso de combustión(Vazquez *et al.*, 2015).

3.4 Tipos de contaminación

Los problemas de la contaminación atmosférica y su control son discutido Se consideran principalmente las fuentes de contaminación - Vehículos automotores, industria, centrales eléctricas, calefacción de espacios y residuos disposición. Niveles de emisiones anuales de cinco principales contaminantes - Monóxido de carbón, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, Ozono y Partículas.

Monóxido de carbono es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada. Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.(SEMARNAT, 2011) Es el principal contaminante atmosférico(ESNAT, 2013).

El ozono es un gas altamente reactivo, su impacto en la salud se debe a su capacidad de oxidación, por ello daña a las células en las vías respiratorias causando inflamación, además reduce la capacidad del aparato respiratorio para combatir las infecciones y remover las partículas externas. Afecta los

mecanismos de defensa, por lo que puede provocar un aumento de las infecciones respiratorias.(INECC, 2014) El ozono irrita los pulmones, causando varias síntomas; También puede dañar el revestimiento del pulmón o agravar las enfermedades pulmonares como el asma. Las partículas afectan tanto los pulmones como el corazón, pero también puede inducir ataques cardíacos o latidos cardíacos irregulares. Más allá de esos efectos inmediatos, la exposición infantil al ozono ya las partículas puede dañar a largo plazo la salud de los niños(Larr y Neidell, 2016).

Dióxido de azufre (SO₂), son incoloros y de olor irritante; se forman al quemar combustibles con azufre, y tienden a disolverse fácilmente en agua. La fuente primaria de emisiones de SO₂ es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre, tales como combustóleo, diésel y carbón. Las fuentes naturales de SO₂ incluyen erupciones volcánicas, decaimiento biológico e incendios forestales. El SO₂ es, además, precursor de otros contaminantes, como el trióxido de azufre (SO₃), el ácido sulfúrico (H₂SO₄) y los sulfatos, que contribuyen a la formación de partículas finas en la atmósfera y de la lluvia ácida. La exposición al SO₂ se ha asociado con daños respiratorios temporales en niños y adultos asmáticos que realizan actividades al aire libre(INECC, 2012) La acidez de dióxido de azufre en presencia de metales pesados, que son por lo general en la forma de óxidos, es una combinación potencialmente peligroso(Martinez-Carrillo *et al.*, 2011)

El dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxido de nitrógeno son los únicos óxidos de nitrógeno en la atmósfera e introducidos por el hombre. El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno del aire urbano se producen a través de dos procesos consecutivos. En primer lugar, las altas temperaturas alcanzadas en las combustiones provocan la combinación directa del oxígeno y el nitrógeno del aire para dar óxido nítrico (NO), y éste luego se oxida parcialmente a NO₂. Por tanto, las instalaciones fijas de combustión, los vehículos de gasolina, y los motores diésel emiten óxidos de nitrógeno con proporciones variables de NO₂ y NO. Posteriormente, el NO introducido en la atmósfera urbana por las fuentes emisoras se oxida a NO₂, principalmente por reacciones fotoquímicas. La principal fuente emisora de óxidos de nitrógeno a la

atmósfera urbana son los vehículos (especialmente los motores diésel) y en menor medida instalaciones de combustión como las calefacciones

Los materiales particulados (polvo, MP), identificados como PST (partículas suspendidas totales), PM_{10} (material particulado con un diámetro menor a 10 micrómetro, μm) y $PM_{2.5}$ (material particulado con un diámetro menor a 2.5 micrómetro, μm) son parte de los indicadores criterios para medir la calidad del aire limpio en un área determinada. Estas partículas tienen un impacto en la salud, ya que presentan características toxicológicas, lo cual depende de su origen y composición química como es el caso en algunas ciudades con gran crecimiento urbano, actividad industrial y localización geográfica(L. *et al.*, 2010) Estudios epidemiológicos han revelado que la exposición a PM_{10} se ha asociado con tos crónica, bronquitis, disminución en el control de asma, disminución en la función pulmonar y en general disminución en la calidad de vida(Maestrelli *et al.*, 2011).

3.5 Fuentes de contaminación

La contaminación del aire se puede originar de fuentes naturales o antropogénicas. Cuando proviene de fuentes naturales entonces hablamos por ejemplo: a erupciones volcánicas, incendios naturales, fenómenos climáticos (vientos, huracanes, etc.) y acción bacteriana. Cuando proviene de fuentes antropogénicas ocurre cuando los contaminantes son originados por la actividad humana y son las más importantes en las zonas urbanas. Las principales fuentes antropogénicas de contaminantes del aire son: transporte, combustión de carburantes por fuentes estacionarias, procesos industriales y eliminación de residuos sólidos (<http://fuentesaire.blogspot.mx/2011/05/clasificacion-de-los-contaminantes-del.html>).

El monóxido de carbono se forma en la naturaleza mediante la oxidación del metano (CH_4), que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono son las fuentes estacionarias que queman combustibles; fuentes móviles que queman combustibles (motores de combustión interna, principalmente motores de gasolina)(SEMA, 2013).

El aumento de la población, el volumen económico total y los niveles de consumo humano han dado lugar a problemas de escasez de recursos, cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, regresión de tierras y deterioro de la contaminación ambiental(Wikina *et al.*, 2012).

La contaminación atmosférica en las últimas décadas es un problema mundial. Con el aumento de la población, la globalización, Y la industrialización, la contaminación atmosférica se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales de preocupación(Fenghua, 2015). Además de los impactos sobre la salud humana, la contaminación del aire también causa la degradación ambiental Como la lluvia ácida, la eutrofización, la neblina, el agotamiento del ozono, los cultivos y los daños forestales y el cambio climático mundial(UNEP, 2011).

El crecimiento industrial contribuye a incrementar los niveles de contaminación del aire en el desarrollo de las áreas del mundo. Los principales componentes del aire libre contaminantes del aire [ozono, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, plomo y partículas (PM)] se derivan de subproductos comunes de las emisiones del tráfico, centrales eléctricas, industriales procesos, y el humo negro. Los combustibles sólidos en la cocina o la calefacción, mala ventilación, los productos del tabaco, y otros procesos que liberan gases o partículas son principales contribuyentes a aire interior la contaminación en los países en desarrollo. En las partes más desarrolladas del mundo, los sistemas de aire acondicionado, la exposición al formaldehído, la exposición pasiva de humo de cigarrillo, y más nuevos edificios de oficinas selladas contribuyen específicamente a mayores niveles de contaminación del aire en interiores (Farmer *et al.*, 2014).

Las emisiones de escape de los vehículos se elevan los niveles de CO en el aire. Especialmente en las grandes ciudades, se demostró que la contaminación atmosférica por emisiones de vehículos de motor representa alrededor del 70% y esta cantidad es más del doble de la contaminación del aire debido a las fuentes de calor(Topacoglu *et al.*, 2014). El humo de los incendios forestales contribuyen a una fuerte contaminación ambiental (Duarte *et al.*, 2013).

3.6 Daños a la salud

La organización mundial de la salud considera la contaminación atmosférica como una de las más importantes prioridades mundiales en salud. La contaminación atmosférica en interiores tendría un efecto aun mayor, especialmente en países en vías de desarrollo. En definitiva, importantes sectores de la población se encuentran expuestos a contaminación atmosférica con posibles repercusiones negativas sobre su salud(OMS, 2014).

La contaminación del aire se considera un problema importante de salud pública, dados los avances tecnológicos y metodológicos que muestran no solo que existe una relación entre los gradientes de exposición a los contaminantes y la morbilidad y mortalidad asociada a la polución; sino también que los riesgos para la salud aumentan en determinadas poblaciones vulnerables en función de las inequidades sociales de los grupos poblacionales que habitan determinadas áreas geográficas (Jimenez *et al.*, 2015). Más de la mitad de la población mundial, en su mayoría de países en vías de desarrollo, el uso de combustibles sólidos para fines domésticos y están expuestos a concentraciones muy altas de contaminantes nocivos con efectos potenciales para la salud tales como problemas respiratorios, problemas cardiovasculares, la mortalidad infantil y problemas oculares(Kurmi *et al.*, 2012).

En la mayoría de los países, las enfermedades cardiovasculares imponen la mayor carga de la enfermedad, y su asociación con factores ambientales, en particular la contaminación del aire(Poursafa *et al.*, 2011). La disminución de la función pulmonar a las enfermedades alérgicas, la nueva aparición de enfermedades, la exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas enfermedades y muerte prematura. Son efectos contaminación actual y futura desafíos(M. *et al.*, 2013).

En efecto, la contaminación atmosférica urbana aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares. La contaminación

atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas. Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno. En cualquier caso, es claro que cuanto más bajo sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud de la población, tanto a largo como a corto plazo(OMS, 2015).

3.7 Contaminación al ambiente

La contaminación atmosférica representa una amenaza importante tanto para la salud como para el medio ambiente. A pesar de la Adopción de numerosas normas internacionales, nacionales y regionales, la contaminación atmosférica sigue siendo uno de los Principales cuestiones ambientales de interés(Ahmedova, 2016).

La contaminación ambiental se considera una problemática de salud pública creciente e importante, debido a sus efectos nocivos para los ecosistemas y los organismos que los habitan, tanto humanos, como animales(Ochoa, 2014) El hombre de actividades diarias causan la contaminación de diferentes tipos y grados; de hecho, el aire, el suelo y el agua se contamina como resultado de las actividades industriales y agrícolas, transporte, etc., (Arriaga *et al.*, 2014).

Con el problemática contaminación ambiental del aire surge el cambio climático global es la mayor amenaza que enfrenta la vida tal y como hoy la conocemos porque eleva la temperatura promedio del planeta. Por pequeña que sea, la variación de temperatura afecta el ciclo del agua, altera la frecuencia de los fenómenos climatológicos normales y hace más catastróficos los desastres naturales; a su vez, esto daña comunidades, cultivos y ecosistemas rompiendo el equilibrio ecológico en el cual se sustenta la vida actual en la Tierra. El cambio climático está afectando a todo el planeta, provocando cientos de miles de víctimas cada año e impactando diversas actividades económicas. Se trata de un fenómeno tan complejo que sus

causas e impactos están relacionadas con todos los ecosistemas y con diversos ámbitos de la actividad humana: los océanos y los ecosistemas marinos; los bosques y la rica biodiversidad que albergan; las formas en que producimos nuestros alimentos (agricultura y ganadería); el agua dulce; las formas de producir, distribuir y consumir la energía, por mencionar algunos. Aunque el cambio climático es un proceso normal en nuestro planeta, el problema es que se ha incrementado rápidamente por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI), emitidos por actividades humanas (GREENPEACE, 2011).

3.8 Monitoreo Ambiental

Monitoreo atmosférico. Permite conocer el estado de la calidad del aire en las diferentes zonas en tiempo real, con el propósito de informar oportunamente a la población y de esta manera tomar decisiones de protección a la salud. Los criterios para ubicar las estaciones de monitoreo son: densidad de población, distribución de fuentes de emisión, meteorología y topografía. La mayoría de las ciudades han contado con estaciones de monitoreo atmosférico desde los años noventa. Entre 2009 y 2013 hubo un incremento en el número de estaciones atmosféricas en el país, pasando de 128 a 142 unidades. Las estaciones no siempre miden todos los parámetros, ya que depende del tipo de contaminante que se genere en la zona.

Índice de la Calidad del Aire. Es un valor a dimensional, calculado a partir de información procedente de la legislación vigente relacionada con los distintos contaminantes atmosféricos modelados, con el objetivo de facilitar a la población la comprensión de la información relacionada con la contaminación del aire a nivel local (SEMARNAT, 2013b).

Estaciones de Monitoreo. Una estación de monitoreo consiste en una caseta que contiene diversos instrumentos destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos (semarnat, 2015).

Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire. Un Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire está destinado a medir, registrar y procesar información sobre calidad del aire. Está formado por estaciones de monitoreo y estaciones

meteorológicas, sistemas de transmisión de datos, centros de datos, oficinas, laboratorios y talleres(INECC, 2007).

3.9 Normas aplicables a la calidad ambiental

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

El riesgo de la exposición al CO varía desde el efecto de pequeñas cantidades atmosféricas en individuos que padecen deficiencias circulatorias (siendo particularmente susceptibles los enfermos con angina de pecho, así como aquellos con arterioesclerosis), hasta una intoxicación aguda por inhalación de grandes cantidades del contaminante en espacios cerrados y/o en un lapso de tiempo corto.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

Especificaciones. La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11.00 ppm o lo que es equivalente a 12,595 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio móvil de ocho horas una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible(NOM, 1994).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 información general

Se evalúa el estado de la calidad del aire con respecto Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. Salud Ambiental. En materia a la revisión de los siguientes indicadores:

- a) Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire
- b) Número de días con calidad del aire buena, regular y mala
- c) Comportamiento durante los días del mes octubre 2015-2016
- d) Estación Conalep de monitoreo con suficiencia de información.

4.2 Sistema de monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA)

En la ciudad de Torreón las actividades de monitoreo atmosférico comenzaron en 1982 mediante el uso de cinco muestreadores de alto volumen y cuatro muestreadores tipo rack para gases. Estos equipos estuvieron en operación hasta mediados de 1992. El municipio de Torreón cuenta con cinco equipos manuales para PST y uno para PM₁₀; con dos estaciones móviles, estaciones automática para el registro de parámetros meteorológicos y el monitoreo de contaminantes criterio (PM₁₀, CO, O₃, SO₂ y NO₂). La administración y operación de la red está a cargo del gobierno municipal. En lo referente al ozono (O₃), las concentraciones estuvieron cercanas al límite máximo permitido de 0.11 ppm. Mientras que el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), mostraron registros muy por debajo del límite normado (SEMARNAT, 2012a).

En cuanto a los SMCA, la descripción incluye información relativa al año de inicio de operación, la institución o instituciones que la administra(n) y opera(n), la página de Internet donde se puede consultar información más detallada, las estaciones de monitoreo que la conforman, ubicación de cada estación a nivel de delegación o municipio, tipo de equipo (manual o automático) con el que opera de acuerdo al contaminante medido y contaminantes que miden, haciendo hincapié sólo en los contaminantes incluidos en este análisis, tal como PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO

La definición de Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire que se considerará en este documento es la referida en la Norma Oficial Mexicana NOM-156- SEMARNAT-2012, que especifica que "un SMCA consiste en un conjunto organizado de recursos humanos, técnicos y administrativos empleados para operar una o un conjunto de estaciones de monitoreo y/o muestreo que miden la calidad del aire en una zona o región"(DOF, 2012).

En el caso del monitoreo, es claro que con el fin de evaluar el estado que guarda la calidad del aire en un lugar determinado es necesario llevar a cabo la medición de las concentraciones de los contaminantes y compararlas con las normas para protección de la salud. Esta información constituye, sin duda, uno de los mejores elementos disponibles para evaluar si una ciudad se aproxima o se aleja de lo que puede considerarse como sustentable en materia de calidad del aire, así como estimar, en su caso, la magnitud del problema que se pretende atender(INECC, 2013).

4.3 Localización

La estación de monitoreo Ambiental ubicada en la escuela CONALEP está a cargo de la Secretaria de Medio Ambiente del estado de Coahuila (SEMA), ubicada en la ciudad de Torreón. El sitio de muestreo de los datos se encuentra localizada en las coordenadas Geográficas 25° 32' 40" N, 103° 26' 30" O a una altura media de 1120 metros sobre el nivel del mar (msnm). La duración de evaluación de contaminante es de un año, durante el periodo del año 2015-2016.

El clima de la Comarca Lagunera es de tipo desértico con bajo contenido de humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la zona agrícola de riego y de 400 a 500 mm en la zona montañosa Oeste, con evaporación media anual de 2600 mm y temperatura media anual de 20 °C. Tanto la llanura agrícola como gran parte de la zona montañosa presentan dos periodos térmicos bien definidos: el primero comprende siete meses, de abril a octubre, en que la temperatura media mensual excede de 20 °C; el segundo abarca de noviembre a marzo, en el que la temperatura media mensual varía de 13.6 a 19.5 °C. Los meses más fríos son diciembre y

enero, y en este último mes se registra el promedio más bajo de temperatura, de 5.8 °C aproximadamente (Villa *et al.*, 2007).

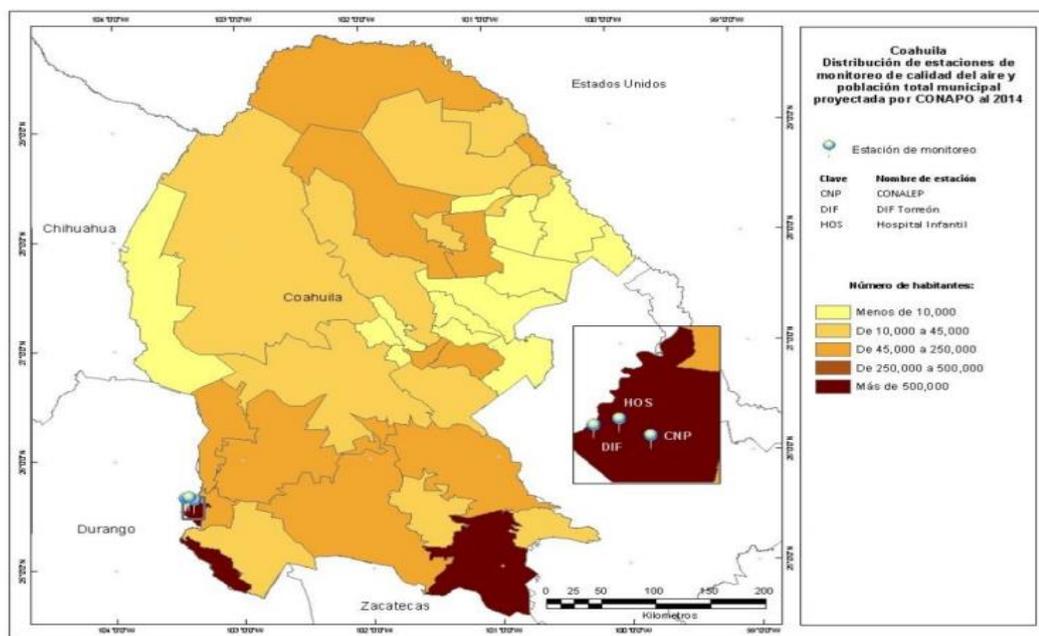


Figura 1 Sistemas de Monitoreo de la calidad del aire de Coahuila

4.4 Método

Respecto al análisis de datos se analizara tomando en cuenta los datos del estación de Monitoreo Ambiental ubicada en la escuela CONALEP, los meses a analizar fueron el mes de octubre del año 2015 y 2016. La cual posteriormente se comparara los datos en cual podremos analizar en qué año tuvimos el nivel más alto y los daños que puede ocasionar en la salud humana.

Dichos datos se puede consultar en la red, que está a cargo por la Secretaria de Medio Ambiente (SEMA) del estado de Coahuila.

Con los datos obtenidos se llevara a cabo a graficar en el programa de Excel las gráficas de comparación de la calidad de aire de los meses de octubre de los dos años anteriormente señalados.

4.5 Diagnóstico de la calidad del aire

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de la ciudad de Torreón, Coahuila en el mes octubre 2015 los niveles de concentración de este contaminación fueron más altas en comparación octubre 2016. Tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM) en la materia, el comportamiento de este contaminante Monóxido de Carbono (CO). Los resultados obtenidos se analizaron con el cumplimiento de las NOM, ninguno de los datos rebasan el Límite Máximo Permisible respecto al contaminante CO.

5. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados obtenidos

En base a los datos obtenidos por la Secretaria de Medio Ambiente (SEMA) del estado de Coahuila, estación Conalep. Llevamos a cabo la elaboración de las gráficas para la mejor comprensión de la calidad de aire de los meses de octubre 2015 – 2016.

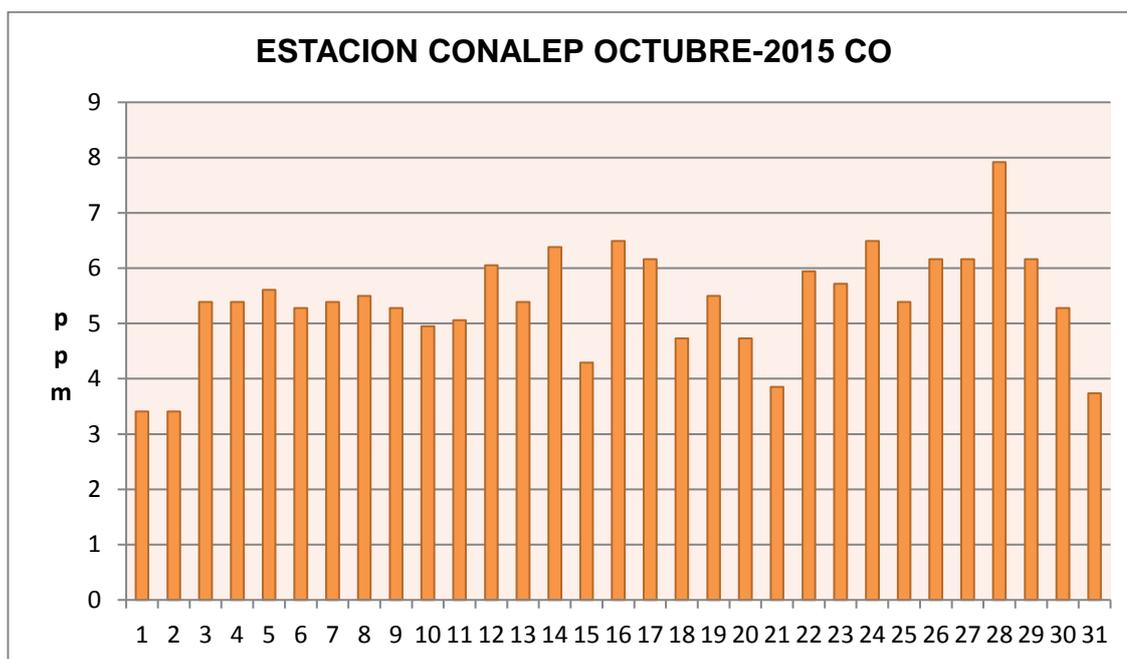


Figura 2 Estación Conalep octubre-2015 CO

En octubre-2015 obtuvimos los siguientes valores: valor máximo de 7.92ppm, un mínimo 3.41 ppm, la media 5.39ppm, la mediana 5.39ppm, moda 5.39ppm, desviación estándar 0.97ppm y varianza de la muestra 0.94ppm. Los niveles de contaminación de Monóxido de carbono de este mes no varían mucho.

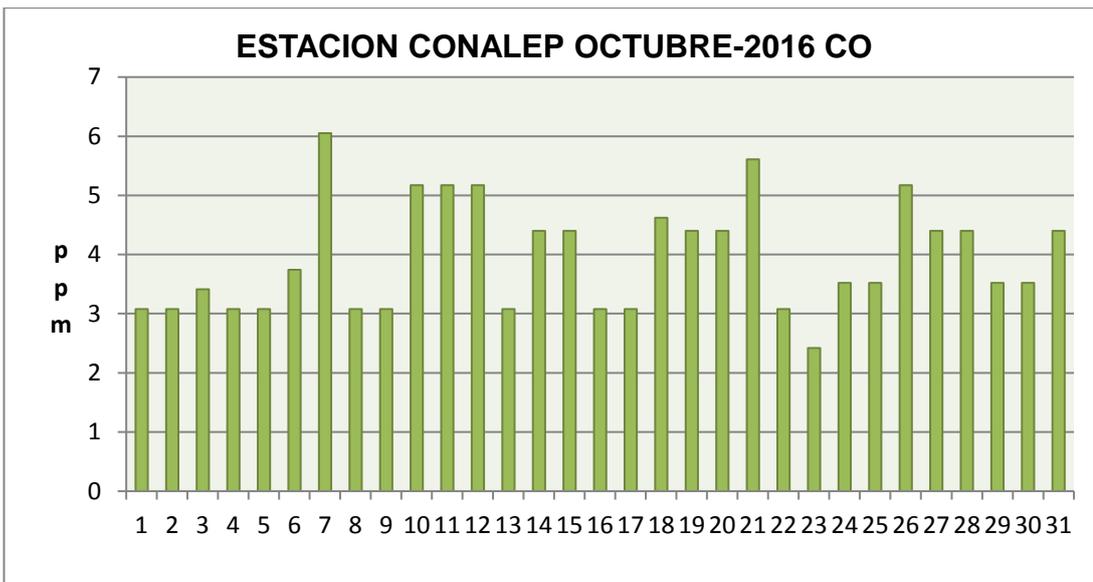


Figura 3 Estación Conalep octubre-2016 CO

En octubre-2015 obtuvimos los siguientes valores: valor máximo de 6.05ppm, un mínimo 2.42ppm, la media 3.94, la mediana 3.52ppm, moda 3.08ppm, desviación estándar 0.93ppm y varianza de la muestra 0.86ppm. Los niveles de contaminación de Monóxido de carbono de este mes son muy variables.

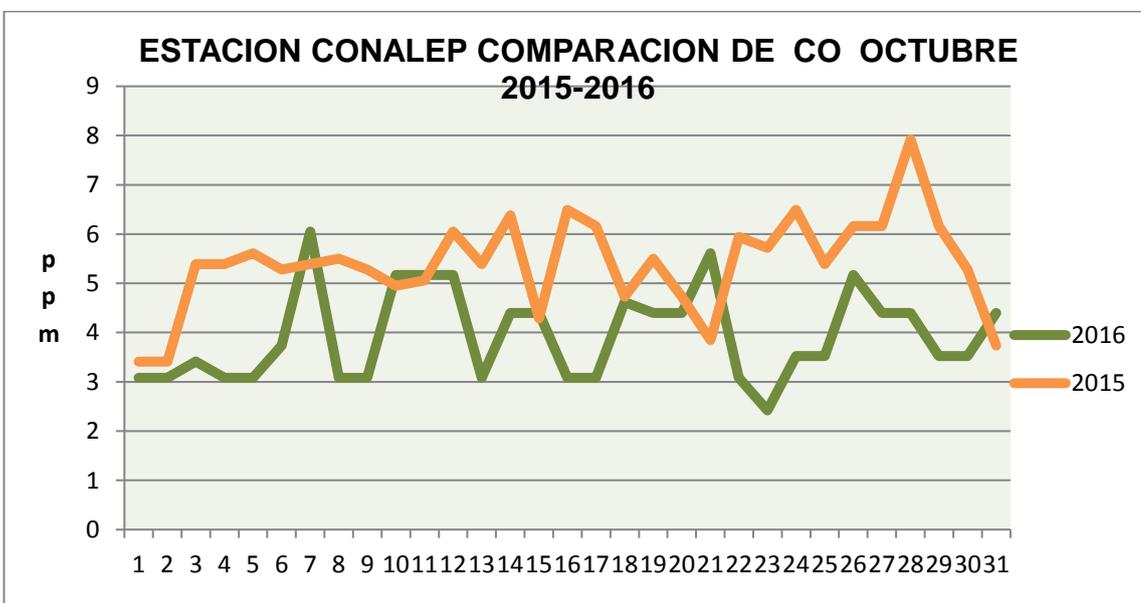


Figura 4 Estación Conalep comparación de CO octubre-2015-2016

La calidad de aire con respecto al mes de Octubre año 2015 el índice de contaminación resulto ser alto en comparación con el mes de octubre 2016, donde se presentó una concentración más bajo. A pesar de todo los

resultados obtenidos muestran que el nivel de CO, está dentro de la norma, en referencia por lo que la concentración de dicho contaminante en la atmósfera no rebasan el límite máximo permisible el cual es de 11ppm.

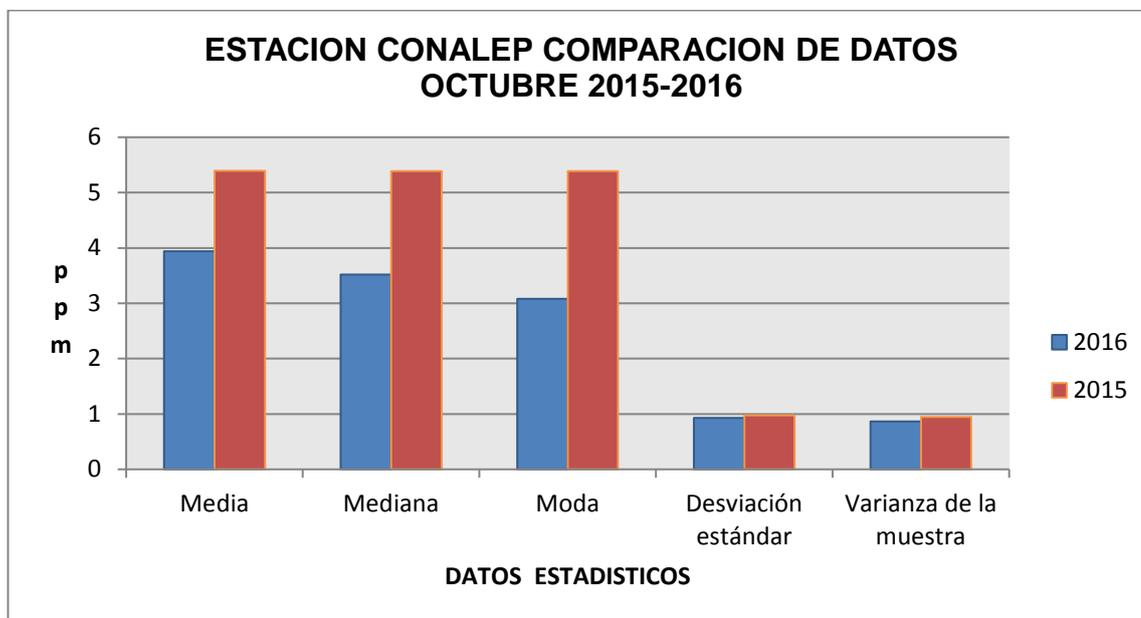


Figura 5 Estación Conalep comparación de datos octubre 2015-2016

Comparación de datos estadísticos 2015-2016, en la cual se puede observar en la figura 5. En octubre-2015 se tuvo una mayor concentración en comparación al mes de octubre del año 2016.

5.2 Discusión

Según Martínez et al (2013) de la revisión de literatura el Monóxido de carbono es uno de los principales contaminantes atmosférico más peligroso para salud de los seres humanos. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones

de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas(SEMARNAT, 2011).

Las gráficas obtenidas nos muestran que hubo una disminución de nivel de concentración de Monóxido de carbono en eoctubre-2016 a comparación octubre-2015 los datos eran altos. Podemos observar que se ha disminuido la contaminación de CO a un 49%. Con estos resultados nuestro hipótesis fue comprobado nos dimos cuenta que no va aumentando la concentración de CO si no va disminuyendo, esto puede se debe que estamos contribuyendo al cuidado al medio ambiente, tanto que nos hablan de la problemática que estamos viviendo. Esperemos que sigamos así que reduzcamos lo más bajo posible los contaminantes que daña al medio ambiente.

Aunque las concentraciones son bajas, no hay que olvidar que los contaminantes aun en bajas concentraciones pueden ocasionar efecto negativo a la salud.

Con la información proporcionada por la estación de monitoreo ubicada en la escuela Conalep, se lleve a cabo el presente trabajo, consistente en la determinación de los niveles de concentración de Monóxido de carbono emitidos a la atmosfera de la ciudad de Torreón.

Según ESNAT (2013) El monóxido de carbono es el principal contaminante atmosférico, comparando con los análisis, el CO ocupa el segundo lugar en contaminación, el principal contaminante son las partículas suspendidas totales.

6. CONCLUSIÓN

El presente trabajo de tesis fue basado en datos obtenidos por el Monitorio de la calidad del aire a cargo de la Secretaria de Medio Ambiente (SEMA) del estado de Coahuila, estación de monitoreo ubicada en la escuela Conalep, para obtener un mejor resultado se llevó a cabo la medición de otros contaminantes (PM, O₃, SO₂, NO₂). En la cual el contaminante Monóxido Carbono (CO) ocupa el segundo lugar en contaminación más emitido en la ciudad de Torreón, las partículas suspendidos arrojan datos muy elevados que sobrepasan a la norma, es el contaminante principal peligroso de la ciudad.

Los datos obtenidos de Monóxido de Carbono se ubican por debajo de lo que marca la Norma NOM-021-SSA1-1993, esto no significa que no pueda ocasionar algún tipo de efectos negativos a la salud, aunque sea en bajas concentraciones puede provocar efectos leves a la salud.

La calidad del aire de la ciudad de Torreón, Coahuila, con respecto a otros contaminantes como O₃, SO₂, y NO₂ parece ser buena de acuerdo con el análisis que se pudo realizar con la información disponible; sin embargo, esto no quiere decir que se descarte estos contaminantes ya que aunque en bajas concentraciones puede ocasionar algún daño a la salud.

La contaminación atmosférica representa una amenaza importante tanto para la salud como para el medio ambiente. A pesar de la adopción de numerosas normas internacionales, nacionales y regionales, la contaminación atmosférica sigue siendo uno de las cuestiones de interés, todos los ciudadanos podemos fortalecer la aplicación de las leyes y reglamentos existentes y combatir la contaminación del aire.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmedova, A. H. 2016. "¿Cómo amenaza la contaminación atmosférica ¿Derechos humanos? El estudio de caso de Bulgaria." <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1109415.pdf>: consulta 12 de noviembre 2016.
- Amarales, C. M. 2011. "El transporte y la contaminación atmosférica que este provoca."
- Arriaga, M. O., M. L. Stampacchio, P. M. G. Fernandez, E. Patricia y A. M. Faggi 2014. "El uso de caracteres epidérmicos como bioindicadores de la contaminación ambiental." 41-53.
- Canseco, A., R. Anze y M. Franken 2011. "Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia."
- Dashdende, B., K. L. Fukushima, S. M. Woo, E. Ganbaatar y D. Warburton 2011. "la contaminación de monóxido de carbono y la función pulmonar en comparación urbana con los niños mongoles rurales."
- Diaz, L. L. F, Hara, G. L. C. ,Juarez P. C. A. y Aguilar M. G. 2015. "Alteraciones neuropsicológicas por exposición crónica a concentraciones bajas de monóxido de carbono en trabajadores de autopista de peaje de México." 38.
- DOF 2012. "(en línea) NOMS en Materia de Medición de Concentraciones." <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/nom-concentraciones>: consulta 1 de junio de 2016.
- Duarte, F. A., Gioda, A., Ziulli R. y Duô D. 2013. "Contaminación atmosférica y deposición húmeda en la Amazonia brasileña."
- EPA 2016. "(en línea) Monóxido de carbono en exteriores." <https://espanol.epa.gov/espanol/monoxido-de-carbono-en-exteriores>: consulta 12 de noviembre 2016.
- ESNAT 2013. "(en línea)contaminacion ambiental." <http://eeea.ca/wp-content/uploads/2013/09/MINSAL-Contaminacion-Ambiental.pdf>: consulta 3 de junio de 2016.
- Farmer, A. S., D. T. Nelin, J. M. Falvo y E. L. Wold 2014. "Ambiente y una atmósfera del hogar contaminación : factores desencadenantes de enfermedades complejas."

- Fenghua, P., Yan 2015. "Evidencia de la contaminación atmosférica industrial en las ciudades chinas." 49.
- Flores, J. 2009. "contaminacion atmosferica."
- Fonseca, D. A., A. Glonda, R. Ziolli y D. Duo 2013. "Contaminación atmosférica y deposición húmeda en la Amazonia brasileña ".
- García-Ubaque, J. C., C. A. García-Ubaque y M. L. Vaca-Bohórquez 2013. "Consulta médica en población en edad productiva y contaminación atmosférica en Bogotá: 2008 y 2010."
- GREENPEACE 2011. "(en línea) mexico ante el cambio climatico."
<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>: 2 de junio de 2016.
- INECC 2007. "(en línea) Monitoreo calidad de aire."
http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/2007_estudio_cenica_ma.pdf: consult 15 noviembre del 2016.
- INECC 2012. "(en línea) dióxido de azufre."
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/517/cap7.pdf>: consulta 2 de junio de 2016.
- INECC 2013. "(en línea) INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE 2013, MÉXICO."
http://www.inecc.gob.mx/descargas/calaire/2014_inf_nal_calaire_mex.pdf: consulta 1 de junio 2016.
- INECC 2014. "(en línea)LOS EFECTOS EN SALUD POR LA CONTAMINACION DEL AIRE."
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/394/cap4.pdf>: consulta 3 de junio de 2016.
- INECC 2016. "(en línea) conceptos basico "
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/621/conceptos.pdf>: consulta 12 de noviembre 2016.
- Jimenez, M., A. Ferrer, L. Chaves, E. O. Navarro, G. J. Marin, J. Cardenas y C. S. Rodriguez 2015. "Análisis preliminar de un cuestionario de evaluación de la percepción social de la contaminación atmosférica."
- Kurmi, P. O., B. K. Hubert y G. J. Ayres 2012. "La contaminación del aire y el pulmón en bajos y medios los países de ingresos medios."

- L., M. M., M. Quintero, R. Garcia y J. Ramirez 2010. "Estimación de Factores de Emisión de PM10 y PM2.5, en Vías Urbanas en Mexicali, Baja California, México." 21.
- Larr, A. S. y M. Neidell 2016. "Contaminación y Cambio Climático." 26.
- M., S. d., K. Katsouyanni y P. Michelozzi 2013. "El cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, la contaminación del aire y la salud respiratoria en Europa."
- Maestrelli, P., C. Canova, M. Scapellato, A. Visentin, R. Tessari, G. Bartolucci, L. Simonato y M. Lotti 2011. "la exposición personal a la materia particulada se asocia con una peor percepción de la salud en el asma del adulto."
- Martinez-Carrillo, M. A., C. Solis, E. Andrade, R. I. Beltran-Hernandez, K. Isaac-Olive, C. A. Lucho-Constantino, R. M. C. Lopez y L. C. Longoria 2011. "La contaminación atmosférica en el corredor industrial Tula estudió utilizando una biomonitor y técnicas analíticas nucleares." 57: 75-79.
- Martinez, V. A., R. V. Lopez y R. F. Ortega 2013. "Intoxicación ocupacional por monóxido de carbono Trastornos otoneurológicos y cardiovasculares."
- NOM 1994. "(en línea)Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (co). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (co) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población."
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/021ssa13.html>: consulta 15 de noviembre
- Ochoa, P. E. 2014. "Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados."
- Olaya, J., J. Reina, L. L. Torres, C. M. Paz y A. L. Pereira 2013. "Modelación no paramétrica de la contaminación promedio octohoraria del aire debida al Monóxido de Carbono y al Ozono Troposférico." 16: 147.
- OMS 2005. "(en línea) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre."
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OE_H_06.02_spa.pdf: consulta 31 de mayo de 2016.

- OMS 2014. "en línea informe de estado de la salud en el mundo."
<http://www.jornada.unam.mx/2013/04/24/sociedad/048n1soc>: consulta 3 de febrero de 2016.
- OMS 2015. "(en línea)Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud."
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/: consulta 31 de mayo de 2016.
- Poursafa, P., R. Kelishadi, A. Animi, A. Animi, A. M. Medi, M. Lahijanzadeh y M. Modaresi 2011. "Asociación de la contaminación del aire y los parámetros hematológicos en niños y adolescentes." *Journal de Pediatría* 84.
- Recurso-educacion-ambiental 2011. "(en línea)aire."
<http://www.lineaverdemunicipal.com/Recursos-educacion-ambiental/Aire-ozono-juegos.pdf>: consulta 2 junio de 2016.
- Reina, J. y J. Olaya 2012. "AJUSTE DE CURVAS MEDIANTE MÉTODOS NO PARAMÉTRICOS PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO PM10."
- Safronov, N. A., V. E. Fokeeva, S. V. Rakitin, I. E. Grechko y A. M. Shumsky 2014. "Los incendios forestales graves cerca de Moscú, Rusia en 2010: Modelado de monóxido de carbono y la contaminación Las comparaciones con observaciones."
- SEMA 2013. "(en línea) Principales Clases de Contaminantes del aire "
<http://www.sema.gob.mx/SGA-MONITOREO-CLASES.htm>: consulta 15 de noviembre 2016.
- SEMARNAT 2010. "
- (en línea)Contaminantes atmosféricos: Características y algunos efectos a la salud."
http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet5b91.html: consulta 2 de junio de 2016.

- SEMARNAT 2011. "(en línea)contaminacion atmosférica."
<http://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>:
 consulta 3 de junio de 2016.
- SEMARNAT 2012a. "en línea Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la
 Región de la Comarca Lagunera 2010-2015."
http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Documents/Calidad%20del%20aire/Proaires/Seguimientoy%20evaluaci%C3%B3n%202011/Anexo%201I_Informe_Proaire_Comarca_Lagunera_E11.pdf: consulta 3 de febrero de 2016.
- SEMARNAT 2012b. "Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017 "
<http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/MEDIO%20AMBIENTE.pdf>: consulta 3 de febrero de 2016.
- SEMARNAT 2013a. "(en línea) calidad del aire: una practica de vida."
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>: consulta 3 de junio del 2016.
- SEMARNAT 2013b. "(en línea calidad de aire: una practica de vida."
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>.
- semarnat 2015. "(en línea) Estaciones de medición de contaminantes criterio
 por municipio, 2015 "
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AIRE01_14&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce:
 consulta 15 noviembre 2016.
- Topacoglu, H., S. Katsakoglou y A. Ipekci 2014. "Efecto de las emisiones de
 escape en los niveles de monóxido de carbono en los empleados que
 trabajan en instalaciones de lavado interior."
- Torres, P. G. 2012. "la atmosfera."
- UNEP 2011. "Acción para controlar las Fuerzas Climáticas de Corta - Vida.
 Informe de síntesis del PNUMA de las Naciones Unidas."
- Vazquez, L. M., R. C. Alvarez, L. A. Cruz y R. M. Lopez 2015. "Intoxicaciones
 inadvertidas por monóxido de carbono: una epidemia oculta." 32.
- Veliz, D. R. 2011. "contaminacion del aire."
- Villa, C. M., V. E. A. Catalan, L. A. Roman, I. M. A. Inzunza, M. S. F. Mendoza,
 J. J. Duarte, A. D. Baez y G. B. Lucatero 2007. "Parametros

fisiotécnicos y requerimientos agroclimáticos de la canola (*Brassica napus* L.)." 13-19.

Wikina, S. B., C. C. Thompson y E. Blackwell 2012. "Pensamiento ingenioso sobre la impresión y las industrias relacionadas: Consideraciones económicas y sostenibilidad ambiental."