

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DETERMINACIÓN DE BIÓXIDO DE CARBONO PROVENIENTE DE
CALDERAS Y HORNOS DE EXTRUSIÓN.**

POR

JORGE MARTIN SEPULVEDA MORALES.

T E S I S

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINACIÓN DE BIÓXIDO DE CARBONO
PROVENIENTE DE CALDERAS Y HORNOS DE EXTRUSIÓN.**

PRESENTADA POR

JORGE MARTIN SEPULVEDA MORALES

**TESIS QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ
PARTICULAR ASESORIA Y APROBADO, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

ASESOR



ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR



MC. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

ASESOR



I.B.Q. RUBÍ MUÑOZ SOTO

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
Diciembre del 2006**

00123

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. JORGE MARTIN SEPULVEDA MORALES 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



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

VOCAL



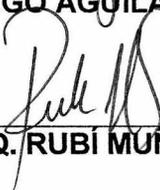
ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL



MC. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

VOCAL



I.B.Q. RUBÍ MUÑOZ SOTO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO,

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

**Coordinador Diciembre 2006
de Carreras Agronómicas**

AGRADECIMIENTOS.

A MI "ALMA TERRA MATER".

Por haberme cobijado durante todos estos años y darme los conocimientos necesarios para aplicarlo durante el desempeño profesional durante toda mi vida.

A ING. JOEL LIMONES AVITIA.

Por brindarme su confianza, amistad y asesorarme para la realización de la presente tesis.

A DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO.

Por brindarme su confianza, amistad y asesorarme para la realización de la presente tesis.

A MC. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ.

Por brindarme su confianza, amistad y asesorarme para la realización de la presente tesis.

A I.B.Q. RUBÍ MUÑOZ SOTO.

Por brindarme su confianza, amistad y asesorarme para la realización de la presente tesis.

DEDICATORIAS.

A DIOS.

Por estar siempre conmigo en los momentos felices, tristes y por todas las bendiciones que a dado en mi vida.

A MIS PADRES.

Tirso Sepúlveda Fernández y a mi madre Concepción Morales Morales por a ver depositado toda su confianza en mi y por apoyarme tanto moralmente como económicamente.

A MIS HERMANOS.

Juan Gabriel, Tirso Alejandro, María de Jesús y Julia Madeni (†) por estar conmigo en los momentos que mas los necesitaba y por darme consejos para ser una persona de buenos principios.

A MIS AMIGOS.

Elías, Alejandro, Marcos, Humberto, Yeraldiny, Lisandro, Enrique, Nelson, Gabriel, Jesús y Erika por darme su apoyo y confianza durante todos estos años.

ÍNDICE.

	Pág.
Agradecimientos	I
Dedicatorias	II
I. Introducción	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Meta.....	3
II. Revisión de literatura	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Definición del bióxido de carbono.....	6
2.2.1 Propiedades del bióxido de carbono.....	8
2.2.2 Origen del bióxido de carbono.....	8
2.2.3 Efecto radiativo y térmico del bióxido de carbono.....	9
2.3 Consecuencias del incremento del bióxido de carbono en la atmósfera...	9
2.4 El uso de combustibles fósiles y el incremento del bióxido de carbono...	10
2.5 Grandes países emisores de bióxido de carbono.....	11
2.6 El bióxido de carbono y el calentamiento global.....	11
2.6.1 Energía y cambio climático.....	12
2.6.2 Cambio climático y su efecto en los seres vivos.....	13
2.7 Bióxido de carbono y el efecto invernadero.....	14
2.8 Protocolo de Kyoto.....	16
2.8.1 Principales elementos del protocolo de Kyoto.....	17
2.8.2 La convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.....	18
2.9 Ciclo de carbono.....	18
2.10 Perturbaciones causadas por el hombre al ciclo del carbono.....	19
III. Materiales y Métodos	21
3.1 Metodología de las mediciones.....	22
IV. Resultados	26
V. Discusión	33
VI. Conclusión	34
VII. Resumen	35

Anexos.....	36
VIII. Referencias citadas.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Emisiones de los equipos de combustión evaluados de la empresa alimentos balanceados.....	28
Cuadro 2. Emisiones de la primera línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.....	29
Cuadro 3. Emisiones de la segunda línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.....	30
Cuadro 4. Emisiones de la tercera línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.....	31
Cuadro 5. Emisiones de las cabinas de pinturas de la empresa de fabricación de partes automotrices.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS.

Pág.

Figura 1. Países que se encuentran emitiendo grandes cantidades de CO ₂	11
Figura 2. Efecto Invernadero por el aumento en las concentraciones de bióxido de carbono.....	16
Figura 3. Ciclo del carbono.....	19

I. INTRODUCCIÓN.

La disminución de la calidad del aire debido a la contaminación atmosférica en zonas urbanas es producto de un conjunto de factores como la cantidad y calidad de los combustibles utilizados por los distintos procesos industriales, las actividades productivas y de población y por las condiciones meteorológicas locales, globales y fisiográficas que modifican la química atmosférica. La importancia del control de la contaminación atmosférica tiene que ver no sólo con los daños directos que causa a la salud del ser humano, a la flora y la fauna, sino también con los impactos negativos sobre la economía como resultado de las pérdidas derivadas de los efectos directos e indirectos, así como por los gastos relacionados con la aplicación de medidas para controlar dicha contaminación (INE, 2005).

La contaminación del aire incluye elementos de origen natural y emisiones resultantes de actividades humanas. Los contaminantes atmosféricos pueden ser compuestos gaseosos, aerosoles o material particulado. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el ozono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, bióxido de carbono y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos. Entre las diferentes fuentes de emisiones a la atmósfera podemos distinguir dos grandes tipos: las fuentes fijas y las móviles (Cárdenas *et al.*, 2001).

Los líderes mundiales se reunieron en Kyoto, Japón, en diciembre de 1997 para considerar un tratado mundial que restringe las emisiones de " efecto invernadero " principalmente el bióxido de carbono (CO₂), se piensa que eso causa " recalentamiento global " es decir aumentos de las

temperaturas en la atmósfera de las consecuencias medioambientales desastrosas (Arthur *et al.*, 1998).

Según los científicos, desde el final de la última glaciación hace 10 mil años, el cambio climático ha sido el más acelerado que ha vivido la Tierra, ocasionando que su temperatura media en los últimos 140 años haya aumentado entre 0.3 °C y 0.6 °C. Desde la revolución industrial la sociedad occidental basó su acumulación de capital en el uso de combustibles fósiles: gas, petróleo y carbón, llevando a un gran incremento de los gases de efecto invernadero. La fiebre que hoy tiene el planeta ha conllevado al incremento del nivel del mar entre 15 y 25 centímetros; con una tendencia a seguir ascendiendo si continúa la quema de combustibles fósiles y no se toman medidas drásticas para reducir la emisión de los gases, particularmente en los países altamente consumidores o industrializados (Avendaño, 2002).

En el contexto mundial, en el 2001 se emitieron cerca de 24 mil millones de toneladas de CO₂ provenientes de la quema de combustibles, siendo los mayores emisores los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) con el 52%, seguido de los países de la ex URSS con un 14% y de China con el 13%. Estados Unidos, con sus más de cinco mil millones y media de toneladas por año es el país que más bióxido de carbono emite, cantidad que representa casi la cuarta parte de las emisiones totales del planeta. México con aproximadamente 360 millones de toneladas de CO₂ al año es el país con la emisión más alta de América Latina y contribuye con cerca del 1% de las

emisiones mundiales (OCDE, 2002). Para apoyar la gestión de la calidad del aire es importante determinar la concentración de bióxido de carbono (CO_2) en las emisiones de gases a la atmósfera provenientes de fuentes fijas de combustión con la finalidad de conocer los volúmenes de CO_2 emitidos a la atmósfera.

1.1 Objetivo.

Determinar la concentración de bióxido de carbono de las emisiones a la atmósfera proveniente de fuentes fijas de combustión como son calderas y hornos de extrusión.

1.2 Hipótesis.

El uso de combustibles fósiles en las actividades industriales ha incrementado el nivel de emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera ya que es uno de los principales gases de efecto invernadero. Por lo tanto se requiere conocer las cantidades emitidas de dicho contaminante.

1.3 Meta.

Conocer los volúmenes de las emisiones de bióxido de carbono en kilogramos por año emitidos directamente a la atmósfera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

Svante Arrhenius fue un científico Sueco y primero en proclamar en 1896 que los combustibles fósiles podrían dar lugar o acelerar el calentamiento de la Tierra. Estableció una relación entre concentraciones de Bióxido de carbono atmosférico y temperatura. También determinó que la media de la temperatura superficial de la tierra es de 15°C debido a la capacidad de absorción de la radiación Infrarroja (RI) del vapor de agua y el Bióxido de Carbono. Esto se denomina el efecto invernadero natural. Arrhenius sugirió que una concentración doble de gases de CO₂ provocaría un aumento de temperatura (Maslin, 2004). Svante Arrhenius hacia 1869 calculó que una duplicación del CO₂ en la atmósfera produciría un aumento de temperatura de entre 4 y 6 °C (Maisonave, 1997).

Desde hace 145 años y principalmente en las últimas décadas del siglo anterior a partir de 1980 el hombre de manera irresponsable está arrojando hacia la atmósfera terrestre los llamados gases de Efecto Invernadero como el bióxido de carbono, el metano y otros elementos en cantidades alarmantes. En la actualidad tenemos por lo menos seis mil millones de toneladas de estos gases en la atmósfera, los cuales están produciendo el calentamiento climático global de nuestro planeta (Pardo, 2003).

El científico G. Gallendar razonaba que nuestro uso de combustibles fósiles plantea la posibilidad de aumentar las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, y que de ocurrir eso, el clima cambiaría. Esta

hipótesis fue olvidada hasta 1958, cuando Charles Keeling comenzó a medir los niveles de bióxido de carbono en Mauna Loa, Hawai. Desde entonces se ha continuado con el registro de las mediciones, y revelan un incremento elevado en los niveles atmosféricos de ese compuesto. Las concentraciones aumentaron exponencialmente hasta la crisis de los energéticos a mediados de los años setenta, crecieron en forma lineal dos décadas y a mediados de los noventa reasumieron en un crecimiento exponencial (Nebel y Wrigth, 1999).

En 1990, más del 80 por ciento de la contaminación que provoca el calentamiento del planeta fue causada por el bióxido de carbono (CO₂); 97 por ciento del CO₂ emitido por los países industrializados occidentales procede de la combustión de carbón, petróleo y gas para la producción de energía. Aproximadamente 25 por ciento de la población mundial vive en los países industrializados y consume casi 80 por ciento de la energía mundial. Motivo de peso que explica por qué los países en desarrollo cuentan con que esos países tomen medidas decisivas para reducir el CO₂. Actualmente, hay más de 30 por ciento más de CO₂ en la atmósfera que antes de la Revolución Industrial. Lo que significa un aumento de 280 a unas 370 partes por millón por volumen de dicho contaminante (Pearce, 2001).

2.2 Definición del bióxido de carbono.

El bióxido de carbono no es un gas tóxico, ya que todos los seres humanos lo producen cuando aspiramos o respiramos y es además indispensable para que las plantas realicen su función clorofílica. El problema del bióxido de carbono es cuando aparece en grandes cantidades. El CO_2 se desprende cuando existe se lleva a cabo la combustión de cualquier combustible fósil, ya que se produce una reacción química en la cual se desprende bióxido de carbono, vapor de agua y calor. El calor es el producto que interesa de esta reacción para transformarlo en energía mecánica, como en los vehículos o eléctrica para centrales termoeléctricas, en aplicaciones industriales como la producción de materiales cerámicos y fabricación de cemento o simplemente, para utilizarlo en la vida cotidiana para calentar los hogares ó cocinar. Las previsiones estiman que si se sigue quemando combustibles fósiles a las velocidades actuales, las concentraciones de bióxido de carbono se duplicarán en la segunda mitad del siglo XXI (López, 2000).

Las elevadas necesidades de energía, debidas sobre todo a la revolución industrial y su posterior desarrollo, han propiciado el uso indiscriminado de combustibles fósiles como fuente de energía y con ello que la cantidad de bióxido de carbono en la atmósfera se haya incrementado prácticamente de forma exponencial en los últimos 200 años. Sin embargo, no todos los combustibles fósiles producen la misma cantidad de bióxido de carbono cuando se queman, así por ejemplo, el gas natural emite un 35%

de CO₂. Por tanto, en estos momentos, a los criterios habituales de disponibilidad, precio o adecuación tecnológica, para elegir el combustible más adecuado para una aplicación, deben añadirse y cada vez con mayor importancia, los requerimiento medioambientales (Baethgen y Martino, 2001).

La fuente principal de emisiones del bióxido de carbono es por la quema de los siguientes combustibles, madera, gasóleo, diesel, gasolina, butano, carbón, gas natural, por la industria y/o los sistemas de transportes. Desde la mitad del siglo XIX, la cantidad total de CO₂ en la atmósfera experimenta un aumento creciente con el paso del tiempo, uniéndose a esta causa la deforestación en gran escala que se ha venido produciendo. Estos cambios tienen especial importancia debido a su posible efecto sobre el clima global terrestre (Espert y López, 2004).

Los gases de efecto invernadero, actúan como una frazada alrededor de la tierra, sin la cual ésta sería más fría. Se transformó en un problema debido al gran volumen de emisiones de gases desde el acontecimiento de la revolución industrial. Todos los países son fuentes de emisiones de CO₂ pero la magnitud y la diversidad de las fuentes varían de acuerdo con el país y la región. Gran parte del carbono emitido históricamente por la quema de combustibles fósiles se origina en los países industrializados. Las Naciones Unidas establecieron una agenda internacional de compromisos con el objeto de solucionar los problemas que afectan la sociedad, la economía y el medio ambiente (Feldmann y Furriela, 2001).

2.2.1 Propiedades del bióxido de carbono.

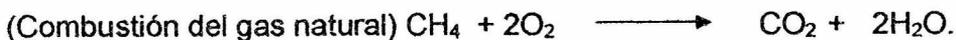
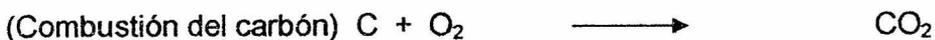
El bióxido de carbono posee ciertas propiedades físicas y químicas (Lenntech, 2004).

Propiedad	Valor
Masa molecular	44.01
Gravedad específica	1.53 a 21 °C
Densidad crítica	468 kg/m ³
Estabilidad	Alta
Líquido	Presión < 415.8 kPa
Sólido	Temperatura < -78 °C
Constante de solubilidad de Henry	298.15 mol/ kg * bar
Solubilidad en agua	0.9 vol/vol a 20 °C

2.2.2 Origen del bióxido de carbono.

El bióxido de carbono es un componente de origen normal del aire y parte del ciclo del carbono de la biosfera, pero el aumento es originada por la quema carbón, coque, petróleo, del gas natural y de otros combustibles, están produciendo grandes cantidades de esta sustancia debido a la reacción de combustión (Turk *et al.*, 2004):

Reacción química del CO₂



2.2.3 Efecto radiativo y térmico del incremento del bióxido de carbono.

El aumento antrópico del CO₂ atmosférico, desde las 280 ppm de los tiempos preindustriales hasta las 370 ppm del presente, produce un aumento radiativo en superficie de aproximadamente 1.4 Watios por metro cuadrado. Supone aproximadamente el 50% del forzamiento radiativo provocado por el incremento antrópico del total de los gases invernadero. En grados de temperatura, se calcula que ha supuesto un incremento directo de la temperatura media global de unos 0.5 °C (Myhre, 1998).

2.3 Consecuencias del incremento del bióxido de carbono en la atmósfera.

Las variaciones en la composición de la atmósfera poseen importantes impactos potenciales sobre el Planeta. Como posibles alteraciones en algunas zonas actuales (Frers, 2006):

- La temperatura media de la superficie terrestre se ha incrementado a lo largo del siglo XX en 0.6 °C. En el siglo XXI se prevé que la temperatura global se incremente entre 1 y 5°C.
- En el siglo XXI el nivel del mar subirá entre 9 y 88 cm dependiendo de los escenarios de emisiones considerados.
- Incremento de fenómenos de erosión y salinización en áreas costeras.
- Aumento y propagación de enfermedades infecciosas.

- Desplazamiento de las especies hacia altitudes o latitudes más frías, buscando los climas a los que están habituados. Aquellas especies que no sean capaces de adaptarse ni desplazarse se extinguirán.
- Aumento en frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos.

2.4 El uso de combustibles fósiles y el incremento del bióxido de carbono.

En el año 2000 el consumo mundial de energía de usos industriales, domésticos y de transporte se reparten el consumo más o menos a partes iguales. En cuanto a su producción, el 95 % de la energía provenía de la utilización de combustibles fósiles: petróleo 44%, carbón 25% y gas natural 26%. Sólo un 2.5 % se obtiene de la energía hidroeléctrica y un 2.4% de la energía nuclear. La producción de energía solar y eólica era a nivel global casi insignificante, quedando por debajo del 0.2%. Como resultado de la quema de combustibles fósiles, la media global de las emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO₂ es de 1 tonelada /año y por persona. Pero las diferencias entre unos países y otros son enormes: la emisión per cápita en Estados Unidos es superior a 5 toneladas/año; en Japón y Europa las emisiones per cápita están entre 2 y 5 toneladas/año; y en los países en vías de desarrollo la emisión per cápita es de 0.6 toneladas/año. Hay unos 50 países en donde las emisiones son incluso inferiores a las 0.2 toneladas/año (Chaw, 2003).

2.5 Grandes países emisores de bióxido de carbono.

Los países que utilizan combustibles fósiles y que se encuentra emitiendo grandes cantidades de bióxido de carbono son Estados Unidos Rusia , Unión Europea, Japón, China e India (Mundo, 2005).

Países emisores de bióxido de carbono en toneladas

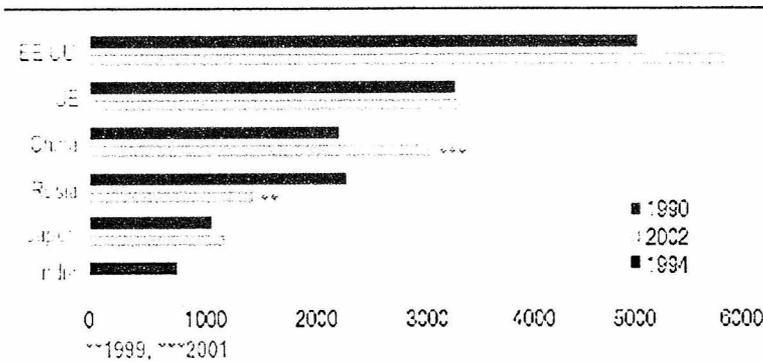


Figura 1. Países que se encuentran emitiendo grandes cantidades de CO₂ (Mundo, 2005).

2.6 El bióxido de carbono y Calentamiento global.

El calentamiento global terrestre, por una alteración antropogénica de la composición natural del aire, es explicado en términos simples. Este fenómeno, también conocido como “efecto invernadero”, es cuantificado en función de la emisividad de la atmósfera a través de la variación de tres parámetros: la temperatura efectiva, la temperatura atmosférica y la temperatura superficial del planeta (Peñalosa, 2001).

La hipótesis es que al aumentar las concentraciones de bióxido de carbono, se causa el calentamiento global. El grueso del CO₂ que se ha agregado a la atmósfera se ha atribuido a la quema de combustibles fósiles (Mackerenzie y Masten, 2005).

Los impactos que este cambio climático está provocando en la composición, estructura y funcionamiento de los diversos ecosistemas, están empezando a ser muy serios, incluso en algunos países pueden llegar a ser catastróficos, con perspectivas de sequías muy graves o inundaciones muy frecuentes e intensas y la posibilidad de un aumento de los episodios de temperaturas extremas, cambios bruscos de temperaturas, alteraciones de los ciclos meteorológicos, todo ello con las consiguientes consecuencias adversas para los hábitat, la economía y el bienestar de la humanidad (Amestoy, 2001).

2.6.1 Energía y cambio climático

El cambio climático no es una ficción. Es una realidad que se está gestando a cada momento debido al patrón de consumo energético que privilegia los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas), en vez de recurrir a las energías renovables. La intensa generación de bióxido de carbono (CO₂) por la quema de combustibles fósiles y la progresiva acumulación de este compuesto en la atmósfera está perturbando los patrones climáticos. Científicos de todo el mundo estiman que de mantenerse la actual tendencia, las alteraciones climáticas se agravarán con catastróficas consecuencias. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (PICC) ha identificado un veloz aumento de las

concentraciones de bióxido de carbono en las últimas décadas. Este compuesto, acentúa el "efecto invernadero" y, en consecuencia, el cambio en el clima global (Greenpeace, 2006).

2.6.2 El cambio climático y su efecto en los seres vivos.

Información científica disponible indican que en la actualidad ya existen claras evidencias de que el cambio climático esta teniendo efectos sobre especies animales, vegetales y ecosistemas. Los efectos en los seres vivos, se pueden clasificar en cuatro categorías (González *et al.*, 2003):

1. **Fisiológicos:** Como en la fotosíntesis, respiración y crecimiento.
2. **Distribución geográfica:** Como en tendencias de algunas especies a desplazarse hacia mayores altitudes o hacia los polos.
3. **Fenológicos:** Como alteraciones del ciclo de vida por el foto – periodo, hora/frío.
4. **Adaptación:** Cambios micro – evolución *in situ*. A esto habría de agregar que mucha especies sobre todo aquellas de distribución restringida, incrementaría su riesgo de extinción y algunas de hecho se extinguirán por efecto directo del clima.

2.7 Bióxido de carbono y el efecto invernadero.

Se ha atribuido al efecto invernadero la causa de sequías e inundaciones recientes, así como de condiciones meteorológicas excepcionales. Los niveles de bióxido de carbono atmosférico ha aumentado un tercio desde inicio de la era industrial (Erickson, 1992).

El notable incremento en la concentración atmosférico del bióxido de carbono y su concentración como el denominado efecto invernadero, se ha convertido en uno de los más sugestivos y principales retos científicos, para geógrafos, climatólogos y ambientalistas (Sala y Chiva, 1996).

Las actividades humanas, tales como el uso de combustibles fósiles para la producción de energía y los procesos derivados del cambio en el uso del suelo y silvicultura, están generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), clorofluorocarbonados (CFC's), óxidos de nitrógeno (NO_x) y metano (CH_4), principalmente. Siendo el CO_2 uno de los GEI más importantes por las grandes cantidades en las que se emite (Ordóñez y Masera, 2001). Los niveles atmosféricos aumentados de estos gases, sobre todo CO_2 , aumentan la energía de rayos infrarrojos absorbido por la atmósfera, produciendo una influencia en el calentamiento de la superficie de la tierra (Ledley, 1999).

El nombre de efecto invernadero proviene de la similitud de las instalaciones construidas para cultivar plantas en un ambiente mas cálido que el exterior, dado que el techo de un invernadero tiene la misma

propiedad de dejar entrar la radiación solar y bloquear la salida del calor generada en su interior (Martínez *et al.*, 2004).

El bióxido de carbono es un fuerte absorbente de la luz en la región del infrarrojo, pero es prácticamente transparente a la región ultravioleta y al extremo visible del espectro. Esto significa que la radiación que entra proveniente del sol, predominantemente ultravioleta y visible, no se obstruye por la presencia del componente bióxido de carbono en la atmósfera mientras que la radiación infrarroja que sale de la Tierra si lo hace. Se predice que el efecto resultante será en la atmósfera de la Tierra mas caliente acompañado por cambios sustanciales en el clima de muchas partes del mundo (Strauss y Mainwaring, 2001).

El bióxido de carbono es crítico en el control del balance de la temperatura de la tierra, porque absorbe la radiación infrarroja (RI), la cual es, básicamente, calor (Chanton, 2002):

- La radiación visible que llega a la tierra desde el sol, pasa a través de la atmósfera clara y hace entra en contacto con la tierra.
- Una porción de la radiación es absorbida y radiada de vuelta al espacio como RI.
- El CO₂ atrapa esta RI y la refleja de nuevo hacia la superficie de la tierra, causando más calentamiento.

00123

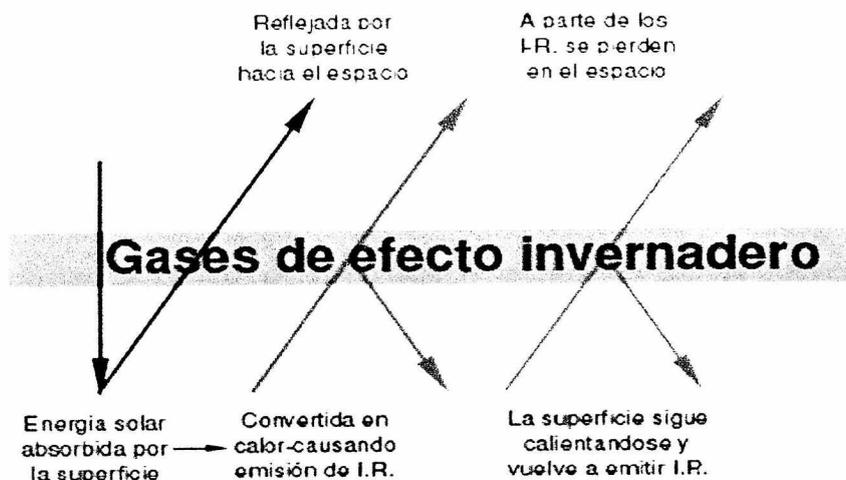


Figura 2. Efecto Invernadero por el aumento en las concentraciones de bióxido de carbono (INE, 2006).

2.8 Protocolo de Kyoto.

La aprobación del Protocolo de Kyoto en diciembre de 1997 supuso la adopción de compromisos obligatorios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por parte de los países desarrollados y economías en transición. Compromete a reducir sus emisiones en un 8% respecto a las de 1990. Aunque el compromiso hace referencia a seis gases de efecto invernadero, se considera necesario destacar la importancia del control de las emisiones de CO₂, dado que a este gas se le atribuye el 60% del efecto invernadero antropógeno (Martínez y Vázquez, 2002).

En la ciudad de México el pasado 16 de febrero de 2005 entró en vigencia el protocolo de Kyoto, presentado a la convención en el marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, el cual había sido firmado por 180 países en diciembre de 1997, y ratificado posteriormente por el 55%

de ellos. Mediante este instrumento, cerca de 40 países desarrollados que son los que generan la mayor cantidad de gases de el efecto invernadero, se comprometieron a tomar medidas para reducir, en el período 2008 - 2012, las emisiones de estos gases en 5.2% en relación con los niveles de 1990. Aunque este porcentaje parece modesto e insuficiente para contrarrestar los efectos globales del cambio climático a largo plazo, y a pesar de que son los Estados Unidos -el país que genera la mayor cantidad de gases- rehusó firmarlo. Este protocolo puede considerarse como un primer y fundamental paso hacia la eventual reducción de la magnitud del cambio climático y de sus graves consecuencias sobre todos los aspectos de la vida y de la ecología de nuestro planeta (Pabón y Nicholls, 2005).

2.8.1 Principales elementos del protocolo de Kyoto.

Todos los países desarrollados acordaron disminuir la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero por lo menos 5% por de bajo de los niveles de 1990, entre 2008 y 2012. Para lograr esta meta colectiva, a cada país se le asignaron objetivos específicos, que van desde una reducción de 8% en el caso de la unión europea a un incremento de 10% en el caso Islandia. El protocolo incluye seis gases: bióxido de carbono, metano, oxido nitroso, hidrofluorcarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoruro de azufre (Gilpin, 2003).

2.8.2 La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Estos esfuerzos inician en 1992, en la celebración de la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, Brasil, se adoptó la llamada Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, instrumento que establece compromisos por país frente al cambio climático. En esa ocasión, un total de 155 países firmaron el documento de la Convención, mostrando con ello su adhesión y simpatía por los compromisos en ella planteados. Para México, esta Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático tiene como objetivo reducir el total de las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos de 5% al registrado en 1990. Los países en desarrollo como México no tienen compromisos de reducción de emisiones. Sus compromisos ante la Convención son el desarrollo de inventarios de GEI y la publicación de Comunicaciones Nacionales (INE, 2005).

2.9 Ciclo del carbono.

El estudio del ciclo del carbono es de importancia primordial para el entendimiento del calentamiento global. Existen dos fases bien definidas del ciclo del carbono: la fase orgánica, en donde destaca el papel de los autótrofos que remueven de la atmósfera el CO₂ a través de procesos de fotosíntesis y los procesos de descomposición y respiración como fuentes de emisión de CO₂ a la atmósfera; está también la fase inorgánica donde

figuran procesos naturales como el vulcanismo y la meteorización de rocas como fuentes de carbono atmosférico. Las actividades del hombre altera este ciclo natural de modo que la emisión de carbono por uso de combustibles fósiles (petróleo, aceite y carbón) pasa a predominar (Ríos, 2004).

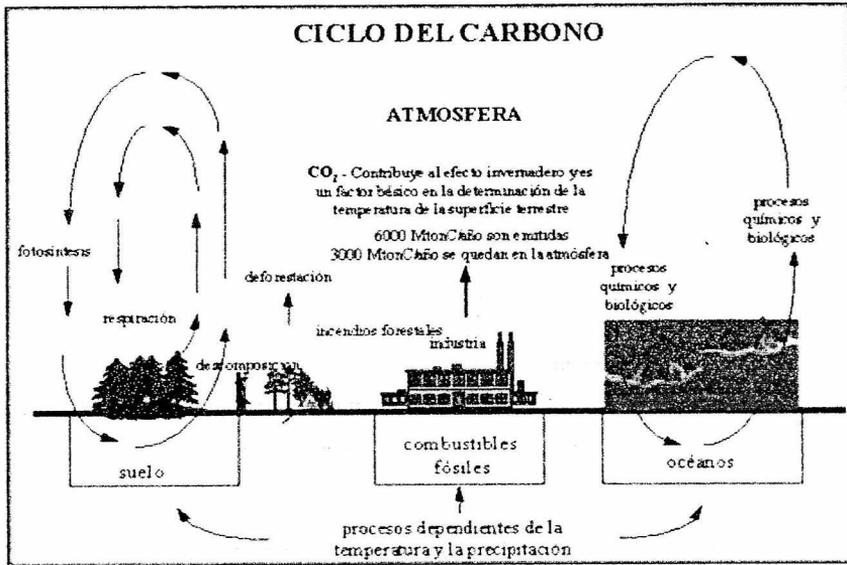


Figura 3. Ciclo del carbono (IPCC, 2001).

2.10 Perturbaciones causadas por el hombre al ciclo mundial del carbono.

Las perturbaciones causadas por el hombre al ciclo del carbono han sido de dos tipos: directas e indirectas (Apps, 2003):

Efectos directos: Son la adición de nuevo carbono al ciclo mundial del carbono activo mediante la quema de combustibles fósiles y la modificación de la estructura y distribución de la vegetación por medio del cambio en la utilización de la Tierra. La deforestación, es decir, la eliminación de la

vegetación forestal y su sustitución por otra cubierta superficial, producida por el cambio en la utilización de la Tierra, es la que produce mayores efectos en el ciclo del carbono, mediante la pérdida de capacidad fotosintética en la vegetación forestal y la liberación simultánea de grandes cantidades de carbono acumuladas en los ecosistemas forestales durante largos períodos de tiempo.

Efectos indirectos: Son causados por el hombre en el ciclo del carbono también producen cambios en otros ciclos mundiales biogeoquímicos importantes, alteran la composición atmosférica por medio de la adición de contaminantes, así como del CO₂ y cambios en la biodiversidad de paisajes y especies.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación de alimentos balanceados, la cual se ubica en el Parque Industrial Ferropuertos, en la ciudad de Torreón, Coahuila y en una maquiladora, dedicada a la fabricación de partes automotrices, empaque para las puertas de los vehículos, ubicada en el libramiento periférico Gómez Palacio en el Parque Industrial Lagunero, Municipio de Gómez Palacio, Durango. Las mediciones se llevaron a cabo durante el periodo de mayo a noviembre del 2006 con el objetivo de determinar la concentración de dióxido de carbono de las emisiones a la atmósfera proveniente de fuentes fijas de combustión como son calderas y hornos de extrusión.

A continuación se presenta una relación de los principales equipos e instrumentos empleados en la medición de los contaminantes evaluados (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1976):

- Equipo Dwyer para determinar número de mancha y la densidad aparente visual de humo.
- Psicómetro Taylor, para determinación de temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco. A fin de determinar el contenido de humedad en los gases que fluyen por un ducto.
- Tubo de Pitot de 12" tipo L, para la determinación de las caídas de presión dentro de los ductos de salida de los gases de combustión para posteriormente determinar la velocidad de salida de los gases de combustión.

- Manómetro diferencial, marca. Maghnelic con rango de 0 a 1" C.A. para las lecturas de caídas de presión.
- Analizador digital de gases de combustión tipo Orzat, marca Bacharach. Para determinar los siguientes contaminantes; oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, temperatura de salida de los gases de combustión, exceso de aire en la combustión, eficiencia del equipo de combustión.

3.1 Metodología de las Mediciones.

Los procedimientos utilizados para la evaluación o mediciones de los contaminantes que emiten los equipos que utilizan o consumen combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquier de sus combinaciones, en México esta regulada por medio de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994; la cual se refiere a la contaminación atmosférica, fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones y sus métodos de medición.

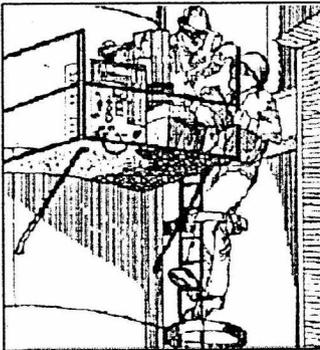
De acuerdo a lo dispuesto la NOM-085-SEMARNAT-1994, las evaluaciones de las emisiones a la atmósfera, puede llevarse a cabo por medio de cualquier de los siguientes métodos (Programa de Inventarios de Emisiones de México, 1996):

- **Métodos de medición directa.** Por medio de equipos que dan lecturas directas de los contaminantes existentes en los gases de combustión de equipos evaluados.
- **Métodos matemáticos.** Los cuales establecen el uso de ecuaciones matemáticas para calcular la cantidad de contaminante existentes en los gases de combustión del equipo evaluado.

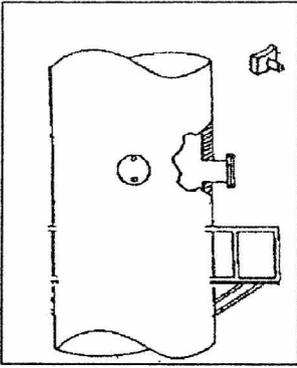
Por su parte la Norma NOM-085-SEMARNAT-1994 también establece los contaminantes a evaluar, los cuales pueden ser los siguientes (SEMARNAT, 2006):

Oxígeno, Bióxido de carbono, Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, Óxidos nitrosos Exceso de aire en la combustión, Temperatura de salida de los gases, Velocidad de salida de los gases y Partículas sólidas existentes en los gases.

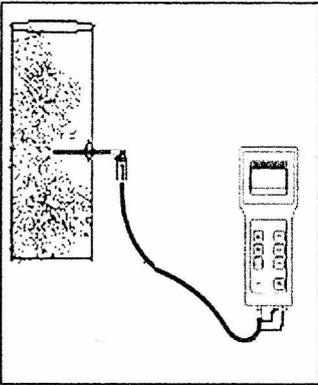
Para llevar acabo la medición en los equipos señalados en la presente tesis, se siguió la metodología de medición directa, por lo que se realizaron las siguientes actividades:



1. Se verificará si el equipo a evaluar contaba con plataformas y puertos de muestreo en los ductos de conducción de los gases de salida provenientes de los equipos de combustión.

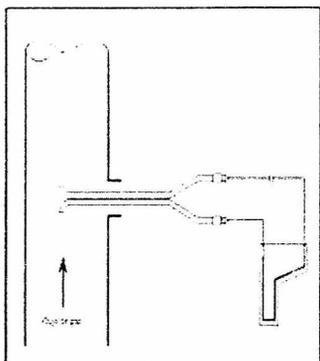


2. Una vez que se ha verificado la existencia del puerto y plataforma de muestreo, se quitó la tapa del puerto de muestreo, ya que a través del puerto se llevan a cabo todas las mediciones.



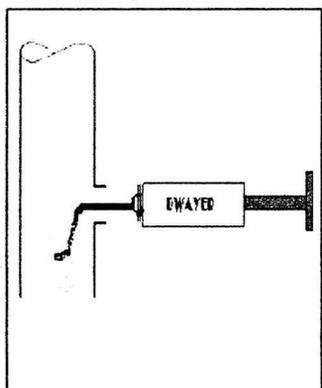
3. Una vez que el puerto de muestreo se ha abierto, se tomaron las evaluaciones de los contaminantes, por lo que se puede empezar tomando los valores de los gases de combustión como son la

presencia de; Oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, temperatura de los gases y exceso de aire, dióxido de azufre y óxido nítrico. Estas lecturas se toman colocando una sonda en el interior del ducto de conducción de los gases de salida, dicha sonda se conecta por medio de mangueras al analizador digital de gases de combustión tipo Orsat, este equipo cuenta en su interior con celdas electroquímicas, las cuales registran los valores de los contaminantes en los gases del equipo evaluado.



4. Posteriormente, se tomaron la lectura de las caidas de presión, para esto se emplea el tubo de Pitot, que se introduce al ducto o chimenea. El tubo de Pitot se conecta por medio de mangueras al manómetro diferencial,

el cual registra las caidas de presión existentes en el ducto, por su diferencial, parte el tubo de Pitot se debe colocar horizontalmente a través del diámetro de la chimenea para tomar lecturas de caidas de presión. Posteriormente las lecturas de las caidas de presión se traducirán en velocidades del gas de salida.



5. Luego se realizó con la toma del número de mancha o densidad aparente visual de humo. Para lo cual se emplea el equipo denominado "Dwyer" para determinar la densidad aparente visual de humo. Para esto

se coloca un pedazo de papel filtro en el equipo Dwyer de la chimenea y se compara la mancha obtenida en el papel filtro, para determinar el número de mancha o densidad aparente visual de humo.

IV. RESULTADOS.

El objetivo del presente trabajo fue conocer las emisiones del contaminante bióxido de carbono hacia la atmósfera en Kilogramos por año. A continuación se presentan los resultados de las mediciones que se realizaron en la empresa dedicada a la fabricación de alimentos balanceados y de una maquiladora, dedicada a la fabricación de partes automotrices, empaque para las puertas de los vehículos.

Para realizar los cálculos de las emisiones a la atmósfera en las calderas y hornos de extrusión de las empresas ya mencionadas se utilizaron las siguientes fórmulas. En la cual se sustituyen los valores correspondientes:

$$E_x = (C_x) (Q_y) (T_y)$$

Donde:

E_x = Emisión del contaminante x (masa/tiempo)

C_x = Concentración del contaminante x (masa/volumen)

Q_y = Flujo volumétrico del equipo y (volumen/tiempo)

T_y = Tiempo de operación del equipo y

Para calcular el flujo volumétrico del equipo se aplico la fórmula siguiente:

$$Q_Y = \pi/4(D)^2 (V)$$

Donde:

Q_Y = Flujo volumétrico del equipo y (volumen/tiempo)

$$\pi/4 = 0.785$$

D = Diámetro de ducto x

V = Velocidad promedio de gas x (m/seg.)

Como la concentración del CO₂ se encuentra en ppm, la formula de conversión a unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es la siguiente:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = (\text{ppm}_x) (PM_x) (40.98)$$

Donde:

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Concentración del contaminante x en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ppm_x = Concentración del contaminante x en partes por millón

PM_x = Peso molecular del contaminante x

40.98 = Factor de conversión.

En el sector industrial es importante medir las concentraciones de bióxido de carbono que se encuentran emitiendo sus equipos de combustión ya que es uno de los principales gases de efecto invernadero. De acuerdo a las concentraciones de las calderas presentes en el cuadro 1 se determino que la caldera (100 HP) se encuentra emitiendo concentraciones que no son proporcionales al caballaje de la caldera de 300 HP, pues la de mayor caballaje es ligeramente superior que la de 100 HP. Esto nos indica que es mejor tener una caldera 300 HP que tener tres de calderas 100 HP que estuvieran trabajando emite más bióxido de carbono a la atmósfera.

Cuadro 1. Emisiones de los equipos de combustión evaluados de la empresa alimentos balanceados.

CALDERAS	Concentración en ppm	Kg CO₂/Año
100 HP.	12.2	1.38 x 10 ⁻³
300 HP.	14.2	3.45 x 10 ⁻³
Total de emisión.		4.83 x 10⁻³

De acuerdo a las concentraciones de los hornos de la primera línea de extrusión presentes (cuadro 2) se determinó que en cuanto a las concentraciones hubo una gran variabilidad y sin ninguna relación a la capacidad del equipo.

Cuadro 2. Emisiones de la primera línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.

<i>Hornos de extrusión línea N° 1.</i>	Concentración en ppm	<i>Kg CO₂/Año.</i>
Línea de extrusión n° 1 EXTHUM001	8.0	3.82 x 10⁻⁶
Línea de extrusión n° 1 EXTHUM002	4.5	1.90 x 10⁻⁶
Línea de extrusión n° 1 EXTHUM003	7.0	2.9 x 10⁻⁶
Línea de extrusión n° 1 EXTHUM004	2.1	3.67 x 10⁻⁶
Total de emisión.		12.29 x 10⁻⁶

De acuerdo a las concentraciones de los hornos de la segunda línea de extrusión presentes en el (cuadro 3) se determinó que en cuanto a las concentraciones hubo menor variabilidad significaba a comparación con el del la línea 1 (cuadro 2) pero muestra una desigualdad mayor y sin ninguna relación a la capacidad del equipo.

Cuadro 3. Emisiones de la segunda línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.

Hornos de extrusión línea N° 2.	Concentración en ppm	Kg CO₂/ Año.
Línea de extrusión n° 2 EXTHUM005	8.0	8.04 x 10⁻⁶
Línea de extrusión n° 2 EXTHUM006	8.0	8.04 x 10⁻⁶
Línea de extrusión n° 2 EXTHUM007	19.0	.91 x 10⁻⁶
Total de emisión.		16.99 x 10⁻⁶

De acuerdo a las concentraciones de los hornos de la tercera línea de extrusión presentes en el (cuadro 4) se determinó que también hubo una gran variabilidad con respecto a las concentraciones de las líneas 2 y 3 esto nos indica que los hornos no tienen relación a su capacidad para emitir el bióxido de carbono.

Cuadro 4. Emisiones de la tercera línea de extrusión de la empresa de fabricación de partes automotrices.

<i>Hornos de extrusión línea N° 3.</i>	Concentración en ppm	<i>Kg CO₂/ Año.</i>
Línea de extrusión n° 3 S/N	10.0	5.18 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM008	3.9	4.82 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM009	15.0	8.95 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM010	23.0	1.10 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM011	14.0	1.18 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM012	3.0	3.63 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM014	4.0	1.21 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM015	23.0	2.02 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 S/N	14.0	7.18 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM016	36.0	1.85 x 10⁻⁵
Línea de extrusión n° 3 EXTHUM017	39.0	3.92 x 10⁻⁵
Total de emisión.		41.04 x 10⁻⁵

De acuerdo a las concentraciones de las cabinas de pintura que componen cada una de las líneas de extrusión evaluadas cuadro 5 se encontró que con respecto a la concentración hubo una gran variabilidad y que en comparación con otros hornos estos se encuentran emitiendo mayor bióxido de carbono hacia la atmósfera.

Cuadro 5. Emisiones de las cabinas de pinturas de la empresa de fabricación de partes automotrices.

<i>Cabinas de pinturas</i>	Concentración en ppm	<i>Kg CO₂/Año.</i>
Cabina de pintura CABPIN005	18.0	5.32 x 10⁻⁵
Cabina de pintura HORGAS011	29.66	9.72 x 10⁻⁵
Cabina de pintura 2, HORPIN001-A	17.0	1.24 x 10⁻⁵
Cabina de pintura 2, HORPIN001 - B	16.66	1.33 x 10⁻⁵
Total de emisión.		17.61 x 10⁻⁵

V. DISCUSIÓN.

Durante la determinación de la concentración de bióxido de carbono proveniente de fuentes fijas de combustión como son calderas y hornos de extrusión las concentraciones en partes por millón fueron bajas, pudiera decirse que son equipos pequeños como las calderas de 100 HP que se encuentra, con el estudio emiten concentraciones que no son proporcionales al caballaje, pues la de 300 HP es casi igual que la de 100 HP. En los hornos de extrusión los valores de la cantidad de CO₂ nos indican que no depende de la capacidad del equipo, la emisión pues dichas concentraciones de bióxido de carbono fueron variadas y sin ninguna relación con la capacidad de los equipos.

Los datos obtenidos de los equipos evaluados en la investigación estos dieron concentraciones muy bajas en comparación a las investigaciones que se menciona a continuación.

Según Charles Keeling quien fue el primero en hacer la medición del bióxido de carbono en Mauna Loa, Hawai en 1974 lejos de las grandes aglomeraciones industriales que contaminan la atmósfera, debido a la combustión de hidrocarburos y carbones. Sus mediciones dieron altas concentraciones en partes por millón (ppm) registrando un aumento gradual del bióxido de carbono (Suri, 2004). Datos de la estación de monitoreo en Hawai, muestran un incremento de la concentración en ppm de bióxido de carbono Considerando uno de los más altos en la historia muestran un incremento del CO₂ del 20% en los últimos 50 años (Mundo, 2005).

El estudio del valle de Mantaro, Perú obtuvieron un incremento de las concentraciones y sugieren realizar un estudio con la variable temperatura

debido a que por la absorción infrarroja del bióxido de carbón ya que es uno de los causantes del efecto invernadero (Tazza, 2000).

VI. CONCLUSIÓN.

Con los resultados obtenidos con la metodología empleada en el presente trabajo podemos concluir que:

1. Las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera por calderas y hornos de extrusión varían de 4.83×10^{-3} a 87.84×10^{-6} kilogramos por año.
2. Las emisiones de bióxido de carbono por caldera y horno de extrusión no guarda relación con el caballaje de los equipos.
3. Las cantidades de bióxido de carbono emitidas por los equipos son significativas pero si contribuyen al calentamiento global.

ANEXOS

Cuadro A 1-1. Resumen de los datos obtenidos de la empresa de alimentos balanceados y de la maquiladora, dedicada a la fabricación de partes automotrices de cada uno de los parámetros evaluados para cada equipo.

	Caldera 300 HP	Caldera 100 HP	Línea No. 1, Extrusión. Chimenea EXTHUM001	Línea No. 1 Extrusión. Chimenea EXTHUM002	Línea No. 1 Extrusión. Chimenea EXTHUM003	Línea No. 1 Extrusión. Chimenea EXTHUM004	Línea No. 2 de Extrusión. Chimenea EXTHUM005	Línea No. 2 de Extrusión. Chimenea EXTHUM006	
Velocidad promedio de los gases (mts/seg.)	480.69	222.35	5.81	4.796	4.357	10.126	5.81	5.81	
Temperatura de los gases de salida (°C)	199	205	140	156.0	209.0	27.0	140	140	
Presión estática en la chimenea (°C.A.)	0.20	0.19	0.03	0.05	0.14	0.61	0.062	0.37	
Temperatura ambiente Bulbo seco (°C).	35.0	35.0	22.0	22.5	23.5	21.0	22.0	22.0	
Temperatura ambiente Bulbo húmedo (°C).	19.5	24.0	15.0	15.5	16.0	13.0	15.0	22.0	
Composición base seca de los gases de combustión.	CO ₂	14.1 ppm	12.2 ppm	8.0 ppm	4.5 ppm	7.0 ppm	2.1 ppm	8.0 ppm	8.0 ppm
	CO	0.016	0.009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	O ₂	2.6	6.0	20.5	19.9	18.866	20.4	20.2	20.5
	SO ₂	0.0	0.016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	N ₂	0.0	0.0	79.49	80.09	81.09	79.597	79.792	79.49
Contenido de humedad en los gases (kg de agua/kg gases secos).	0.0362	0.00635	0.0486	0.02	0.0223	0.0598	0.0536	0.0460	
Exceso de aire en la combustión.	13.0	71.0	4,511.71%	1,398.10%	738.34%	2,559.24%	4,511.71%	4,511.71%	

"Continuación."

	Línea No. 2 de Extrusión. Chimenea EXTHUM007	Línea No. 3 de Extrusión. Chimenea S/N	Línea No. 3 Extrusión. Chimenea EXTHUM008	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM009	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM010	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM011	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM012	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM014	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM015	
Velocidad promedio de los gases (mts/seg.)	5.81	4.452	2.976	19.186	6.3029	5.81	5.81	12.0138	10.115	
Temperatura de los gases de salida (°C)	140	120	178	50	140	140	140	30	140	
Presión estática en la chimenea ("C.A.)	0.38	0.04	0.04	0.78	0.12	0.22	0.20	1.0	0.22	
Temperatura ambiente Bulbo seco (°C).	22.0	24.0	25.5	26.0	27.2	22.0	22.0	25.0	22.0	
Temperatura ambiente Bulbo húmedo (°C).	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.5	16.0	
Composición base seca de los gases de combustión.	CO ₂	19.0 ppm	10.0 ppm	3.9ppm	15.0 ppm	23.0 ppm	14.0 ppm	3.0 ppm	4.0 ppm	23.0 ppm
	CO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	O ₂	20.1	19.3	20.0	19.7	19.7	20.2	20.1	20.8	19.7
	SO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	N ₂	79.89	80.609	79.999	80.2985	80.27	79.786	79.89997	79.196	80.27
Contenido de humedad en los gases (kg de agua/kg gases secos).	0.0498	0.0507	0.0467	0.1492	0.04879	0.0391	0.0536	0.053	0.0120	
Exceso de aire en la combustión.	4,511.71%	1,002.30%	1,784.2%	2,326.47%	1,442.095%	4,511.71%	4,511.71%	2,222.518%	3,273.455%	

"Continuación."

	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea S/N	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM016	Línea No. 3, Extrusión. Chimenea EXTHUM017	Cabina de Pintura. Chimenea CABPIN005	Cabina de Pintura. Chimenea HORGAS011	Cabina de Pintura 2. Chimenea HORPIN001-A	Cabina de Pintura 2, Chimenea HORPIN001-B	
Velocidad promedio de los gases (mts/seg.)	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	
Temperatura de los gases de salida (°C)	31.0	179	40.0	30.0	120.0	80.0	48.0	
Presión estática en la chimenea (°C.A.)	0.18	0.27	0.62	0.10	0.17	0.19	0.28	
Temperatura ambiente Bulbo seco (°C).	26.0	19.5	19.5	26.0	26.0	22.0	19.0	
Temperatura ambiente Bulbo húmedo (°C).	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
Composición base seca de los gases de combustión.	CO ₂	14.0ppm	36.0 ppm	39.0 ppm	18.0 ppm	29.66 ppm	17.0 ppm	16.66 ppm
	CO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	O ₂	20.0	20.3	19.7	20.2	19.4	19.9	20.4
	SO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	N ₂	79.48	79.664	80.261	79.79	80.537	79.78	79.58
Contenido de humedad en los gases (kg de agua/kg gases secos).	0.03727	0.0269	0.0613	0.2516	0.0545	0.01946	0.01511	
Exceso de aire en la combustión.	4,511.71%	4,511.71%	4,511.71%	4,511.71%	4,511.71%	4,511.71%	4,511.71%	

VIII. REFERENCIAS CITADA.

- Amestoy, A. J. 2001. Aspectos de la degradación del medio ambiente: su influencia en el clima, papeles de geografía, número 3, Universidad de Murcia, España. pp. 17 – 49.
- Apps, J. M. 2003. (En línea) bosque, el ciclo mundial del carbono y el cambioclimático(http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/MS14_S.HTM#P10_80) (Consultado 9 de septiembre 2006).
- Avendaño, T. R. 2002. (En línea). El cambio climático otra deuda ecológica.(http://www.censat.org/Documentos/Petroleo/Cambio%20climatico/El_cambio_climatico_otra_deuda_ecologica.PDF)(Consultado el 20 de mayo del 2006).
- Arthur, B. R., L. B. Sallie, S. Wille y W. R Zachary. 1998 Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide, Oregon Institute of Science and Medicine, Vol. 13, Nº 1, pp. 149 - 164.
- Baethgen, W. E. y D. L. Martino. 2001. Emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores Agropecuarios y forestales del Uruguay y oportunidades en el mercado de carbón. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Vol. 9. Nº 2. pp. 127 – 134.
- Cárdenas, B., S. Hernández, J. L. Munguía y S. Revah. 2001. Operación de un biofiltro para COVs: Intermitente y continua. IX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, Veracruz, México. Septiembre.
- Chanton, J. 2002. (En línea) calentamiento global y Aumento del nivel de agua de océanos.(<http://www.actionbioscience.org/esp/environment/chanton.html>) (Consultado el 26 de septiembre del 2006).

- Chaw, C. 2003. (En línea) combustibles fósiles. (<http://homepage.mac.com/uriarte/consumoenergia.html>)(Consultado el 9 de noviembre del 2006).
- Espert, V. A. y J. A López. 2004. Dispersión de contaminantes en la atmósfera, Alfaomega, México, pp. 29 -31.
- Erickson, J. 1992. El efecto invernadero, el desastre de mañana, hoy. Editorial McGRAW – HILL. Primera edición. pp. 175 – 178.
- Feldman, J. F. y B. R Furriela. 2001. Los cambios climáticos globales y el desafío de la ciudadanía planetaria. Acta Bioética. Vol. 7. N° 2. pp. 287 – 292.
- Frers, C. 2006. (En línea) Cambio climático. (<http://www.EldióxidodecarbonoenelcambioclimáticoEcol2/noticiasdeecologia.htm>.) (Consultado 7 de septiembre 2006).
- González, E. M., J. Enrique, S. E. González, O. C. Aguirre, J. P. Jiménez y J. Navar. 2003. Calentamiento Climático Mundial: origen y consecuencias, Universidad autónoma de nuevo león Monterrey, México, Vol. 6. N° 3. pp. 377 – 385.
- Greenpeace. 2006. (En línea). Indefensos ante el cambio climático (<http://www.greenpeace.org/mexico/news/indefensos-ante-el-cambio-clim>) (consultado el 18 de septiembre del 2006).
- Gilpin, A. 2003, Economía Ambiental, primera edición, editorial Alfaomega, México, pp. 253 – 254.
- INE, 2005. (En línea), Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones, Primera edición, México. (http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calair/linea/inventario_nacional.html)(Consulta el 26 de marzo 2006).
- INE, 2005. (En línea), cambio climático en México, (http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sabycono/sabyconoqueseh.html#adhesion) (consultado el 9 de octubre del 2006).

INE, 2006. (En línea) La ciencia del cambio climático, (<http://www.DocumentsandSetting/jorge/Misdocumentos/institutoNacionaldeEcología.htm>.) (Consultado el 6 septiembre 2006).

IPCC, 2001. Climate change; the scientific basis, contribution of working, group I to the assesment Reporto f the intergovernmental panel on climate change. Techical summary.U.K. Wmo.unep. Cambridge university press.

Ledley, S. T., T. E. Sundquis, E. S. Schawartz, K. D. Hall, D. J. Fellows y L. T. Killeen. 1999. Climate Change and Greenhouse Gases, Eos, Vol. 80, N° 39, pp. 1 – 22.

López, B. F. 2000, Impactos Regionales del cambio climático, valoración de la vulnerabilidad, papeles geografía, 32, Universidad de Murcia, pp. 83 – 85.

Lenntech, 2004. (En línea), dióxido de carbono. (http://www.lenntech.com/espanol/formulario-de_consulta.ht) (consultado el 12 de octubre del 2006).

Myhre, G. 1998, (En línea) New estimates of radiative forcing due to well mixed greenhouse gases. (<http://homepage.mac.com/uriarte/tco2.html>) (Consultado el 10 de noviembre del 2006).

Martínez, C. y D. Vázquez. 2002. emisiones de CO₂ y crecimiento económico en países de los UE, Estudios Económicos de Desarrollo Internacional, Vol. 2, N° 1, pp. 69 – 91.

Martínez, J., F. A. Bremauntz y P. Osney. 2004. Cambio Climático: una visión desde México, Instituto de Medio Ambiente y Recursos Naturales, instituto nacional de ecología, primera edición, ISBN impreso en México, pp. 29 -41.

- Mackerenzie, L. D. y S. J. Masten. 2005. ingeniería y ciencias ambientales. Primera edición. Editorial McGraw – Hill, México, pp. 482 – 483.
- Maslin, M. 2004. (En línea). Global warning. (<http://www.lenntech.com/espanol/Efectoinvernadero/Historia-calentamiento-global.htm>) (Consultado el 29 de septiembre del 2006).
- Maisonnave, R. 1997. (En línea). El efecto invernadero y el clima. (<http://www.artech.com.uy/aniu/confaca.htm>) (Consultado el 30 de septiembre del 2006).
- Mundo, C. 2005. (En línea) Nivel récord de CO2 (http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_4396000/4396389.stm) (consultado el 5 de noviembre del 2006).
- Mundo, B. 2005. (En línea) grandes emisores. (http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/2005/kioto/newsid_4242000/4242661.stm) (Consultado el 12 de noviembre del 2006).
- Nebel, J. B. y T. R Wriqth. 1999. Ciencias Ambientales, ecología y desarrollo sostenible, Sexta edición, Editorial Prentice Hall, México, pp. 408 – 409.
- OCDE, (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2002. CO2 emissions from fuel combustion 1971-2000. France.
- Ordóñez, B. A. y O. Masera. 2001. Captura del carbono ante el cambio climático, Madera y Bosques, Vol. 7, Nº 1, pp. 3 – 12.
- Pabón, D. J. y S. R. Nicholls. 2005. El cambio climático y la salud humana, Biomédica Instituto Nacional de Salud, Vol. 25, Nº 1, pp. 1 – 4.
- Peñaloza, M. A. 2001. Recalentamiento global terrestre: Introducción básica al “efecto invernadero” por la contaminación antropogénica del aire. Geenseñanza. Vol. 6. Nº 2. pp. 215 – 234.

- Pardo, O. F. 2003. (En línea). La acción de los gases de efecto invernadero (<http://www.voltairenet.org/article123829.html>) (Consultado el 28 septiembre del 2006).
- Pearce, F. 2001. (En línea). Sube la temperatura. (http://www.redcross.int/ES/mag/magazine2001_2/sube.html) (Consultado el 29 de septiembre del 2006).
- Programa de Inventarios de Emisiones de México, 1996. Técnicas de estimación de emisiones recomendadas, Volumen IV- Fuentes Puntuales pp. 3 – 4.
- Ríos, N. J. 2004. Cambio climático global antropogénico: el efecto invernadero, E-newsletter, IFP Aresc, Vol. 1, Nº 2, pp. 3 – 4.
- Sala, Q. J. y M. E. Chiva. 1996. Dióxido de carbono y el clima en el litoral mediterráneo. Instituto Universitario Geografía, Universidad de Jaume I de Castellón, España. pp.1 – 9.
- Strauss, W. y S. J. Marinwang. 2001. Contaminación del aire, causas, efectos y soluciones, editorial Trillas S. A. de C. V., cuarta reimpresión, pp. 76 – 79.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1976. (En línea) Dirección General de Normas. (http://www.semamat.gob.mx/ssfna/acercaSSFNA/PW/CD_MX/NORMAS_MEXICANAS/NMX-AA-035_1976.pdf) (Consultado el 20 de octubre del 2006).
- Suri, S. 2004. (En línea) AMBIENTE: Otra señal de alarma por dióxido de carbono. (http://www.tierramerica.net/2004/1016/noticias_1.shtml) (Consultado el 30 de octubre del 2004).
- SEMARNAT, 2006. (En línea) Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994, Contaminación Atmosférica, para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. (<http://www.semarnat.gob.mx>) (Consultado el 23 de octubre del 2006)

Turk, A., J. Turk, J. T. Wittes. 2004. Ecología Contaminación Medio Ambiente, primera edición, editorial McGraw – Hill, México. pp. 87 – 93.

Tazza, M. C. 2004. Estudio del Cambio Climático, Lluvia Acida y Turbidez Ambiental, Revista de Trabajos de Investigación. CNDG – Biblioteca, Instituto Geofísico del Perú, pp. 7 – 14.

Turk, A., J. Turk, J. T. Wittes. 2004. *Ecología Contaminación Medio Ambiente*, primera edición, editorial McGraw – Hill, México. pp. 87 – 93.

Tazza, M. C. 2004. Estudio del Cambio Climático, Lluvia Acida y Turbidez Ambiental, *Revista de Trabajos de Investigación*. CNDG – Biblioteca, Instituto Geofísico del Perú, pp. 7 – 14.