



**DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA,  
UN ASPECTO AMBIENTAL QUE UMITA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Oliva, P.

Departamento de Análisis Inorgánico.

Grupo de Investigación Ambiental -GIA-.

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v18i1.163>

Licencia: CC-BY 4.0

**1. Resumen**

El Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha realizado desde el año 1994 el monitoreo de los contaminantes criterio partículas totales en suspensión -PTS- y  $\sim$ PM<sub>10</sub> dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y lluvia acida, en diferentes puntos ubicados en la Ciudad de Guatemala. Los resultados obtenidos confirman que existe deterioro de la calidad del aire, provocado por todos los contaminantes analizados. Esto sumado a la significativa prevalencia de enfermedades de carácter respiratorio, la cual puede estar relacionada con la mala calidad del aire, como principal causa de visita al sistema de salud pública del país, hace que una considerable cantidad de recursos públicos se destinen a la curación de personas enfermas, debilitando o eliminando la asignación presupuestal para la implementación de proyectos y políticas de desarrollo sostenible de beneficio a nivel local y regional.

**Palabras Clave:** Ciudad de Guatemala, contaminación atmosférica, partículas totales en suspensión, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, lluvia acida, contaminante criterio, desarrollo sostenible.

**Abstract**

The Laboratory of Air Monitoring of the Universidad de San Carlos de Guatemala, has made from year 1994 the monitoring of the polluting agents: total particles in suspension - PTS and - PM<sub>10</sub>-, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and acid rain, in different points located in Guatemala City. The results confirm that the air quality is deteriorated and is caused by all the analyzed air pollutants. The significant prevalence of respiratory diseases can be relationated with the air quality, probably is the main cause of visit to the system of public health of the country, does that a considerable one amount of resources public is destined to the treatment of ill people, debilitating their use in projects and policies of sustainable development of benefit at local and regional level.

Guatemala City, atmospheric contamination, total particles in suspension. Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, acid rain, polluting agents, sustainable development.

## 2. Metodología

**Ubicación:** El Laboratorio de Monitoreo del Aire forma parte de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El monitoreo se realizó en algunos puntos ubicados en el área centro y sur de la Ciudad de Guatemala (ver Tabla No.1), la cual se encuentra localizada entre las cuencas del río Las Vacas y del río Villa Lobos, con una altura promedio de 1500 metros sobre el nivel del mar, prevaleciendo dos épocas climatológicas al año, una época seca de

noviembre a abril, y una época lluviosa de mayo a octubre. Respecto al viento, prevalece la dirección noreste al sur la mayor parte del año. La Ciudad de Guatemala se encuentra rodeada al oriente y occidente por diferentes montañas que alcanzan más de 2000 msnm.

**2.2 Puntos de muestreo:** se localizan en el área centro y sur de la Ciudad de Guatemala, en zonas de abundante, regular y leve flujo vehicular.

Tabla No.1 Puntos de muestreo

Nombre del Punto	Ubicación geográfica	Altitud msnm	Flujo vehicular	Parámetros medidos
INCAP	N14°36.968' W 90°32.393'	1527	Abundante	PTS, PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> y lluvia ácida.
EFPEM	N14°35.264' W 90°32.731'	1504	Abundante	NO <sub>2</sub> .
Calzada San Juan	N14°37.362' W 90°32.885'	1540	Abundante	NO <sub>2</sub> .
Centro Histórico	N14°38.326' W 90°30.657'	1508	Regular	PTS, PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> y lluvia ácida.
INSIVUMEH	N14°35.243' W 90°31.959'	1516	Leve	PTS, PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> y lluvia ácida.
USAC	N14°35.101' W 90°33.284'	1522	Leve	PTS, PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> y lluvia ácida.

(Oliva 2009)

**2.3 Muestreo y Análisis:** a continuación se presenta la Tabla No.2, en relación a los contaminantes y la metodología empleada para el muestreo y el análisis en el laboratorio.

**Tabla No.2 Metodologías de muestreo y análisis de laboratorio**

Contaminante	Muestreo	Periodicidad	Análisis de Laboratorio
PTS	Impactación de alto volumen por 24 horas	Una vez al mes	Gravimétrico
PM <sub>10</sub>	Impactación de bajo volumen por 24 horas	Una vez al mes	Gravimétrico
NO <sub>2</sub>	Difusión pasiva por 30 días	Mensual	Espectrofotométrico
SO <sub>2</sub>	Difusión activa por 24 horas	Una vez al mes	Espectrofotométrico, método de la pararosanilina
Lluvia ácida	Por deposición húmeda durante 15 días	Mensual	Potenciométrico

(Oliva 2009)

**2.4 Valores guía sugeridos:** se presentan en la Tabla No.3 los valores guía sugeridos, principalmente los recomendados por la Organización Mundial de la Salud en el año 2005.

**Tabla No.3. Valores guía sugeridos.**

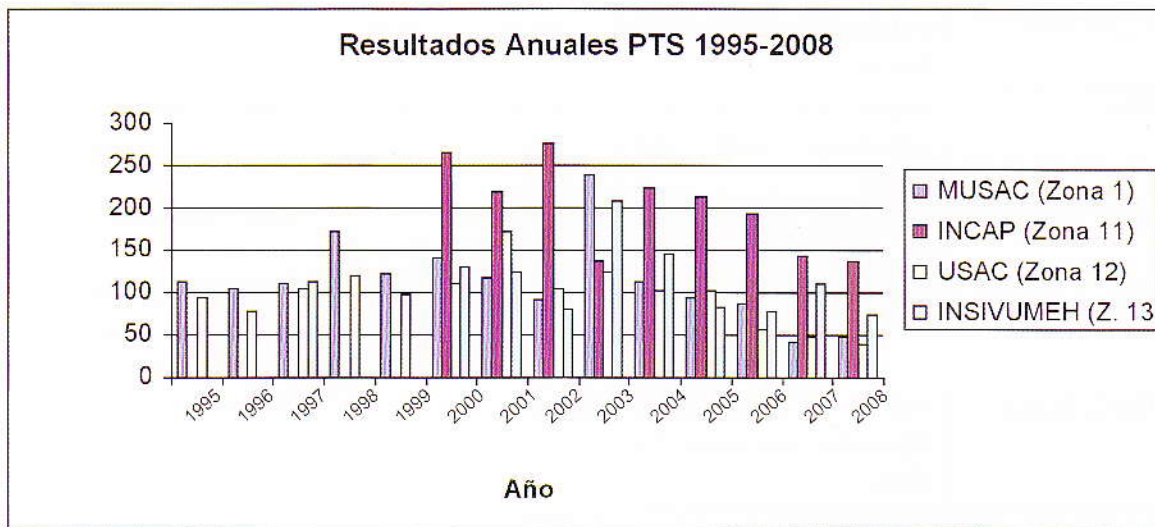
Contaminante	Valor guía
PTS	24 horas*: 240 µg/m <sup>3</sup> Promedio anual: 75 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	24 horas**: 50 µg/m <sup>3</sup> Promedio anual: 20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Promedio anual**: 40 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	24 horas**: 20 µg/m <sup>3</sup> Promedio anual: 20 µg/m <sup>3</sup>
Lluvia ácida	No rebasar un cambio de 1.75 unidades de pH

\*EPA

\*\*OMS (2005)

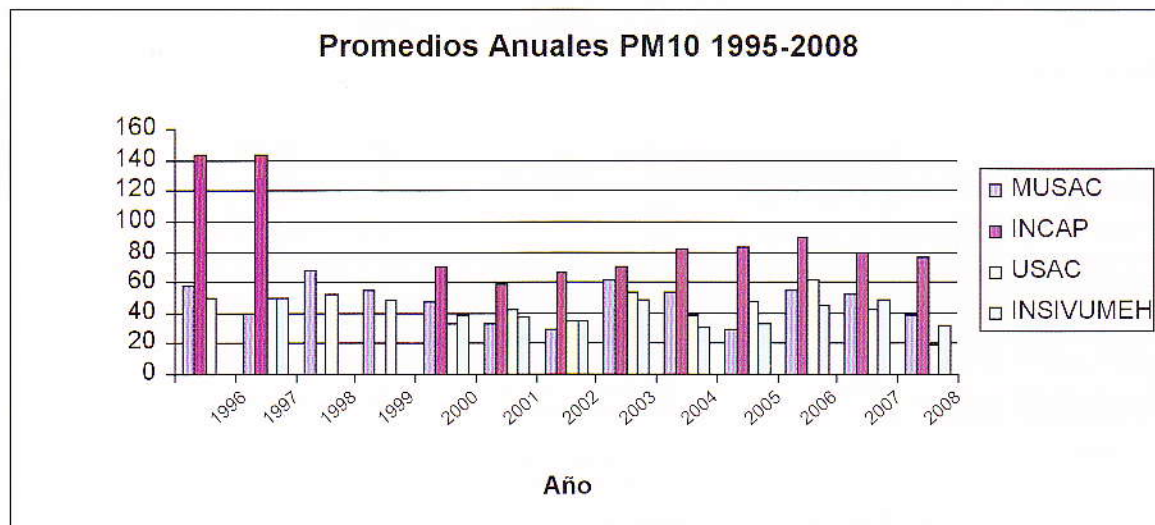
### 3. Resultados

3.1 Gráfica No.1, Resultados de promedio anual para PTS 1995-2008



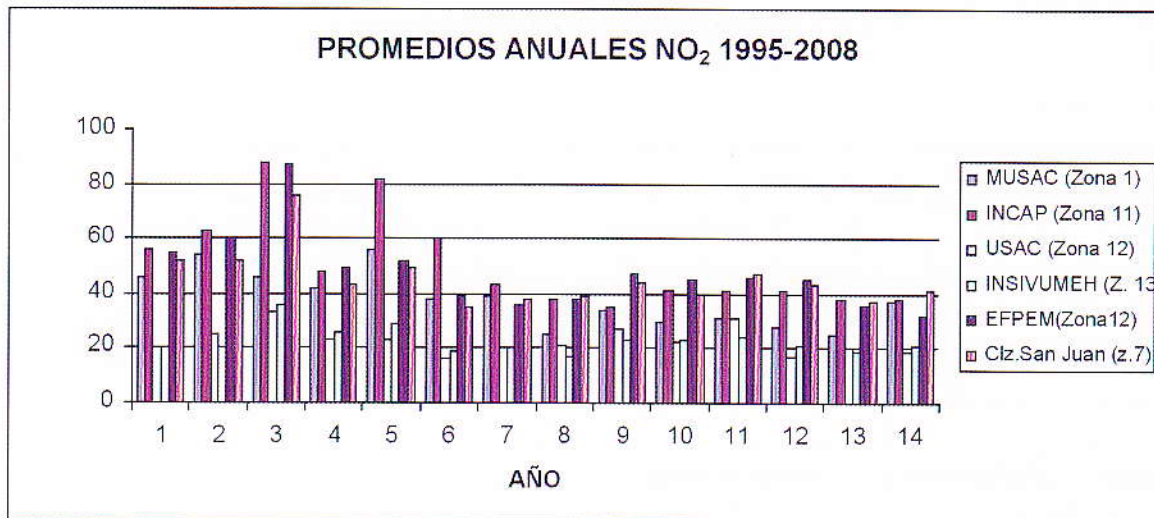
(Oliva 2009)

3.2 Gráfica No.2. Resultados de promedio anual para PM<sub>10</sub> 1996-2008



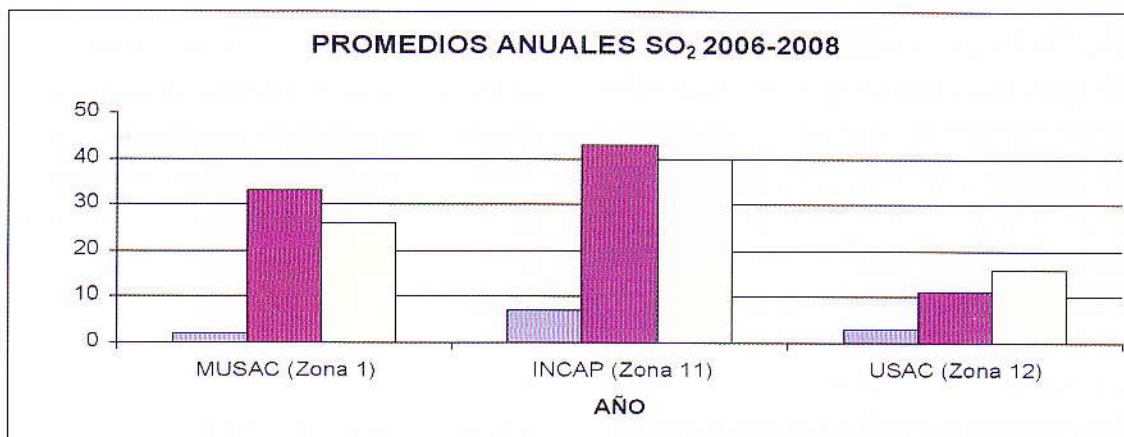
(Oliva 2009)

3.3 Gráfica No.3. Resultados de promedio anual para NO<sub>2</sub> 1995-2008



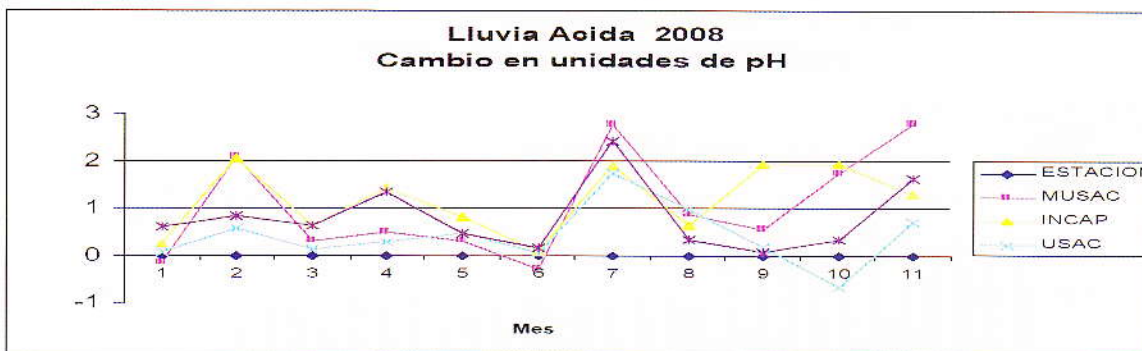
(Oliva 2009)

3.4 Gráfica No.4 Resultados de promedio anual para SO<sub>2</sub> 2006-2008



(Oliva 2009)

3.5 Gráfica No.5 Resultados mensuales de cambio de acidez para 2008



4. Discusión, conclusiones y recomendaciones

Como se puede observar en la Gráfica No.1, los resultados de partículas totales en suspensión PTS, rebasan, como promedio anual, el valor guía que fue utilizado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Los principales factores de emisión de partículas para la Ciudad de Guatemala son el parque automotor, emisiones industriales, calles no asfaltadas, las erupciones del volcán de pacaya, la erosión y los incendios forestales en ciertas épocas del año (Oliva P, 2008). A pesar de que actualmente este parámetro ya casi no es utilizado a nivel internacional como contaminante criterio, sigue siendo útil como un registro histórico para realizar otro tipo de estudios de caracterización de partículas o determinación de algunos metales pesados como el plomo, entre otros parámetros. Las principales medidas que se sugieren para disminuir la emisión de partículas totales al ambiente son: El control de emisiones de fuentes móviles y fijas, prevenir y controlar oportunamente los incendios forestales, controlar las emisiones provocadas por actividades agrícolas, evitar la quema de basura y asfaltar calles de terracería localizadas en centros urbanos.

Para las partículas totales en suspensión en su fracción  $PM_{10}$ , se puede observar en la Gráfica No. 2, que los resultados como promedios anuales rebasan el límite sugerido por la OMS. Para este contaminante los resultados observados representan un significativo deterioro de la calidad del aire de los sitios en donde se realizaron los muestreos, lo cual representa un deterioro de la calidad de vida de las personas que viven o trabajan en dichas áreas. En la Ciudad de Guatemala este tipo de partículas es generado principalmente por los vehículos automotores, los cuales actualmente no tienen ningún tipo de control, confirmándose dicha tendencia en el hecho de que en los puntos de muestreo localizados en las área de alta circulación vehicular, se han obtenido los valores de concentración más altos, los cuales para ciertos lugares ha rebasado más del 300% el límite sugerido. Por el tamaño de las partículas  $PM_{10}$ , estas pueden ingresar al sistema respiratorio superior del ser humano, provocando irritación y susceptibilidad a padecer inflamación, procesos alérgicos u otro tipo de enfermedades infectocontagiosas del tracto respiratorio. Aunque no se observe una tendencia al alza para este parámetro, a lo largo de los años estudiados, los valores obtenidos representan un

serio deterioro de la calidad del aire de los lugares muestreados. Las principales medidas que se sugieren para disminuir la emisión de partículas  $PM_{10}$  al ambiente son: el control de emisiones de fuentes móviles y fijas, la regulación de caleras e industrias de cemento y molienda de rocas, prevenir y controlar oportunamente los incendios forestales, controlar las emisiones provocadas por actividades agrícolas, evitar la quema de basura y asfaltar calles de terracería localizadas en centros urbanos.

Las exposiciones directas al dióxido de nitrógeno pueden incrementar la susceptibilidad a infecciones respiratorias y disminuyen la eficiencia respiratoria y la función pulmonar en asmáticos. Las exposiciones cortas provocan problemas respiratorios principalmente en niños, siendo los síntomas más comunes la tos, resfriados e irritación de garganta. El dióxido de nitrógeno causa daños a bosques y sistemas acuáticos así como a edificios y monumentos históricos. También provoca la corrosión de metales debido a la lluvia ácida. Como se puede observar en la gráfica No.3 durante los años estudiados, los puntos localizados en las zonas de alto tráfico vehicular mostraron los resultados más elevados respecto a este contaminante en comparación con los puntos de leve circulación vehicular. Al igual que las partículas en suspensión, el dióxido de nitrógeno presenta un marcado incremento en los meses de la época seca y un descenso en los meses de época lluviosa. Rebasar el límite sugerido para este gas también es un motivo de riesgo para la salud de las personas, animales y vegetación expuestas a dicho contaminante. El dióxido de nitrógeno puede reaccionar con la humedad del aire y dependiendo de las condiciones meteorológicas predominantes, convertirse en un componente de la lluvia ácida. Las principales

medidas que se sugieren para disminuir la emisión de dióxido de nitrógeno al ambiente son el control de emisiones vehiculares e industriales. También se sugiere implementar todas las medidas necesarias para contrarrestar o por lo menos disminuir los incendios forestales y la quema de basura.

Tomando en cuenta los nuevos valores de referencia sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), se puede observar en la Gráfica No.4, que varios puntos sobrepasaron el límite recomendado para el dióxido de azufre, lo cual puede constituirse en un indicativo de deterioro de la calidad del aire en el sector, debido a la presencia de dicho contaminante. En los valores de promedio anual se observa que el punto con más circulación vehicular resultó con los valores más altos en comparación con los otros dos puntos de muestreo, observándose también una diferencia importante en relación con los resultados obtenidos en el año 2006, referente al incremento de la concentración determinada para dicho contaminante. Al igual que el dióxido de nitrógeno, este gas puede reaccionar con la humedad del ambiente y pasar a formar parte de lluvia ácida. Se recomiendan las siguientes medidas para el control de dicho contaminante: el control de emisiones de fuentes móviles y fijas, principalmente aquellas que utilizan derivados del petróleo como combustible, regulación más estricta en lo referente a la cantidad de azufre en los combustibles y evitar la quema de llantas y cualquier otro material que contenga azufre.

La lluvia ácida causa irritación de ojos, piel y tracto respiratorio y agrava las enfermedades respiratorias. Causa corrosión en los metales y deterioro en monumentos históricos. Provoca lesiones en las hojas de las plantas y limita su crecimiento,

tornándolas de un color amarillento. Como se puede observar en la gráfica No. 5, del total de mediciones para el año 2009, 9 resultaron con valores positivos para lluvia ácida, principalmente en los meses de julio a noviembre para casi todos los puntos de muestreo, lo cual es un indicativo de que en ciertas épocas del año existe lluvia ácida en dichos puntos. Lo anterior significa que existe emisión significativa de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, los cuales son los precursores de la lluvia ácida. Estos resultados son un indicativo importante para confirmar el deterioro de la calidad del aire en la ciudad, siendo un llamado de atención para implementar a la brevedad posible las medidas necesarias (políticas, técnicas y culturales) para mitigar y controlar la emisión de contaminantes al aire. Para disminuir o controlar la lluvia ácida se deben considerar las sugerencias indicadas para los contaminantes dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

La situación geográfica de la Ciudad de Guatemala cuenta con la condición de poseer una vía libre para la circulación del viento proveniente del noreste la mayor parte del año, lo cual representa una adecuada dilución de los contaminantes gaseosos y particulados, ya que los mismos pueden ser transportados por el viento, lo que favorece un continuo sistema de limpieza del aire de la ciudad, sin embargo dicha circulación puede no ser suficiente corriendo el riesgo de que se sucedan inversiones térmicas que inmovilicen temporalmente algunos contaminantes del aire, principalmente en la época seca.

En la época lluviosa se tiene un promedio de precipitación pluvial de 1100 a 1200 mm de lluvia para el centro del valle de la ciudad, lo cual puede

provocar que algunos contaminantes del aire se depositen en el suelo (Oliva P, 2008). Esto se puede corroborar en los resultados obtenidos desde 1995 en donde para algunos contaminantes se observa un descenso de los valores en la época lluviosa.

Según los indicadores básicos de análisis de la situación de salud en Guatemala, presentados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para el año 2007 se contaba con una población de 13.344.770 habitantes, de los cuales 5.246.633 pertenecían al área urbana y 8.098.137 al área rural. En relación a la morbilidad general, las infecciones respiratorias agudas ocuparon el primer lugar, con un total de 1.087.988 casos reportados. Las neumonías y bronconeumonías ocuparon el octavo lugar con 161.633 casos. Respecto a la morbilidad infantil, las infecciones respiratorias agudas ocuparon el primer lugar con el 37.84% de casos, y las neumonías y bronconeumonías el cuarto lugar con el 5.69% de los casos reportados. La tasa de mortalidad general para niños menores de un año fue del 20.46 y para adultos mayores de 60 años fue del 27.98. Para las causas de mortalidad general en Guatemala, las neumonías y bronconeumonías ocupan el primer lugar con un total de 8.464 muertes y una tasa de mortalidad de 60.44. Respecto a la morbilidad hospitalaria en el área de pediatría, las neumonías y bronconeumonías ocupan el primer lugar y las infecciones respiratorias agudas el tercer lugar como principales causas. En las principales causas de mortalidad en dicha área hospitalaria, las neumonías y bronconeumonías ocupan el primer lugar y el síndrome de dificultad respiratoria el sexto lugar. (Memoria de Vigilancia Epidemiológica 2007:523-546). La neumonía es la causa número uno de muertes en Guatemala, tanto en servicios de salud estatales como privados, afecta sobre todo a



niños menores de cinco años y a adultos mayores de 60. Esta infección respiratoria grave la produce principalmente la bacteria del neumococo, propiciada por afecciones respiratorias no tratadas a tiempo.

Los contaminantes criterio del aire en su conjunto, tienen una marcada tendencia de afectar en primera instancia el tracto respiratorio del ser humano, dependiendo de su naturaleza y composición pueden afectar directamente las membranas y mucosas de dicho sistema o a través de la disminución de la potencia del sistema de defensas del organismo, haciendo que la población afectada por el deterioro de la calidad del aire sea susceptible a padecer infecciones respiratorias agudas, así como neumonías y bronconeumonías. La alta incidencia y prevalencia de enfermedades del tracto respiratorio que aquejan a la población guatemalteca, genera un impacto negativo en la calidad de vida, en la economía y el desarrollo del país. La ausencia escolar y laboral por padecer este tipo de enfermedades representa un atraso para el desarrollo personal de los afectados, así como para la productividad de las empresas e instituciones. La inversión en el sector salud que debe realizar el gobierno representa un alto porcentaje del presupuesto general de la nación, recursos utilizados principalmente para fines de curación. Esta tendencia a la remediación en lugar de la prevención hace que no se tenga disponibilidad de recursos económicos para promover e implementar proyectos de desarrollo sostenible, a nivel local y regional.

Para mitigar y controlar la contaminación del aire en la ciudad de Guatemala, se recomienda como primera acción de carácter urgente, reactivar el

Reglamento de Emisiones Vehiculares así como implementar un reglamento para emisiones de fuentes fijas. También se hace necesario fortalecer el monitoreo del aire en la Ciudad de Guatemala y otras ciudades en todo el territorio nacional, implementando nueva tecnología para la obtención de datos en forma continua, así como para ampliar la cantidad de contaminantes que se estudian actualmente. Se recomienda también que se implemente un sistema de vigilancia de la calidad del aire a nivel interinstitucional y con cobertura regional.

## 5. Referencias Bibliográficas

1. Alfaro, R., Alvarado, T. 1998. Manual de Laboratorio para Determinar Emisiones Vehiculares en el Ambiente. Swisscontact/ProEco. San Salvador.
2. Alvarado, Th. *et.al.* 1999. Informe anual 1999 de Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala. Laboratorio de Monitoreo del Aire, Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Alley, R, *et.al.* 2002. Manual de Control de la Calidad del Aire. McGraw-Hill. México, D.F.
4. De Nevers, N, 1997. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw-Hill. México.
5. Diagnóstico de la Normativa Técnica sobre Calidad del Aire en Centro América. Serie Política Ambiental. 2007. Comisión

- Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), San Salvador.
6. Martínez. A, 1997. Introducción al Monitoreo Atmosférico. ECO/OPS. México. D.E
  7. Memoria Anual de Vigilancia Epidemiológica.2007. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. Disponible en <http://epidemiologia.mspas.gob.gt>
  8. Indicadores Básicos de Salud. 2005. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. Disponible en <http://epidemiologia.mspas.gob.gt>
  9. Liu, D. B. Liptak.2000. Air Pollution. CRC Press LLC. USA.
  10. Oliva. P. Alvarez.2008. Informe anual 2008 Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala. Laboratorio de Monitoreo del Aire, Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
  11. QMS.2005. Guías de Calidad del Aire. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud.
  12. Rivas O., Guzmán. 2005. Apuntes de Legislación Ambiental e Instrumentos Técnicos Ambientales. Guatemala.

Copyright (c) 2010 P. Olivia



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)