

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS
NATURALES**

CONTRATO MARN-BID 1209-OC-ES No. 22/2006

INFORME FINAL

**MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE
EN EL GRAN SAN SALVADOR
AÑO 2006**

ANTIGUO CUSCATLÁN, 19 DE ENERO DE 2007.

INDICE

	Página
Resumen	1
I. Introducción	2
II. Antecedentes	3
III. Puntos de Muestreo	6
IV. Metodología para la Toma de Muestra	8
V. Metodología para el Análisis de los Contaminantes	9
VI. Aseguramiento de Calidad de los resultados	13
VII. Procedimientos de Análisis	14
VIII. Resultados Obtenidos	15
IX. Observaciones Ambientales Relevantes	27
X. Discusión de Resultados	28
XI. Conclusiones	29
XII. Referencias	30

RESUMEN

En este informe se presentan los resultados del Monitoreo de la Calidad de Aire en el Gran San Salvador correspondiente al año 2006, efectuado por el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES bajo contrato con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN-BID **1209-OC-ES No.22/2006**). En él se presenta la descripción de los puntos de muestreo y los métodos con los que se ha realizado este, además de una serie de datos que contribuyen a la evaluación ambiental del área metropolitana.

Los resultados obtenidos muestran la presencia de los contaminantes evaluados, de mayor a menor concentración respectivamente. En los puntos ubicados en las cercanías del Hospital de Maternidad, Soyapango, Santa Elena y Colonia Escalón en los que el material particulado en suspensión, las Partículas Menores a 10 micras (PM_{10}) y el Dióxido de Nitrógeno (NO_2) se encontraron superando el valor guía establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) y la Organización Mundial para la Salud (OMS), en gran parte del período estudiado, con valores para PM_{10} en las cercanías del Hospital de Maternidad entre 46.33 a 136.88 $\mu g/m^3$ y en Soyapango entre 35.73 a 84.93 $\mu g/m^3$; para dióxido de nitrógeno los valores encontrados en las cercanías del Hospital de Maternidad oscilaron entre 32.48 a 62.10 $\mu g/m^3$.

Las Partículas Totales en Suspensión (TPS), se encontraron en mayor concentración en el punto ubicado en Santa Elena, con valores de concentración de 86.66 a 292.69 $\mu g/m^3$; en la Colonia Escalón dichas partículas, oscilaron entre 64.31 a 200.10 $\mu g/m^3$.

El ozono (O_3), no presenta problemas de alta concentración, en los puntos de Santa Elena y Colonia Escalón lugares donde se evaluó este contaminante. La concentración más alta encontrada en la Colonia Escalón fue de 44.88 $\mu g/m^3$, en Santa Elena el valor mas alto fue el registrado en mayo de 53.73 $\mu g/m^3$.

I. INTRODUCCIÓN

El contrato firmado en diciembre de 2003 por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), el cual ha ido renovándose hasta diciembre de 2006. Para este último año el MARN, demandó los servicios de resultados de análisis de la Calidad de Aire en el periodo comprendido de enero a septiembre, presentado en un solo informe, para luego continuar mes a mes hasta completar el año 2006. En dicho contrato, el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES realizó para el MARN, monitoreos de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono (O_3), Material Particulado (PM_{10}) y Partículas Totales en Suspensión (TPS), en 4 puntos para NO_2 , y PM_{10} , y 2 puntos para Ozono (O_3) y TPS en el Gran San Salvador.

Los muestreos se realizaron entre la primera semana de enero y la última de diciembre de 2006, en los puntos ubicados en Santa Elena, las cercanías del Hospital de Maternidad, Soyapango y Colonia Escalón, según el plan de trabajo desarrollado para el año 2006 y entregado en el informe inicial de este proyecto. Siendo este el informe final de dicho contrato.

Los resultados obtenidos están limitados por los métodos utilizados, ya que estos no generan resultados continuos como en el caso de analizadores automáticos que pueden ser programados para mostrar resultados en forma continua. Sin embargo, mientras no se establezca una red con la que se puedan comparar resultados este tipo de monitoreo seguirá arrojando datos valiosos para el estudio de la calidad del aire.

En este informe, se presenta una serie de antecedentes generales sobre los contaminantes de la atmósfera, así como también se enfatiza en aquellos que se monitorearon en este contrato; además se habla sobre los puntos de muestreo, las metodologías de la toma de muestras de los contaminantes evaluados, se presenta un cuadro sobre el aseguramiento de la calidad realizado en este contrato. Los resultados de los contaminantes evaluados se presentan en cuadros, además de mostrarlos en forma gráfica, la discusión de los resultados y las conclusiones destacan aquellos contaminantes encontrados en concentraciones mayores a los valores guía.

Este informe contiene la misma información presentada en el informe final del año 2005 correspondiente a Antecedentes, Puntos de Muestreo, Metodología para el Análisis de Contaminantes, Aseguramiento de Calidad de los Resultados y Procedimiento de Análisis, ya que se sigue el mismo procedimiento de análisis utilizado en los años anteriores.

II. ANTECEDENTES

La atmósfera es esencial para la vida por lo que sus alteraciones tienen una gran repercusión en el hombre y otros seres vivos y, en general, en todo el planeta. Es un medio extraordinariamente complejo y la situación se hace todavía más complicada y difícil de estudiar cuando se le añaden emisiones de origen antropogénico en gran cantidad, como está sucediendo en estas últimas décadas. Nuestras actividades, incluso la más normal y cotidiana, dan origen a contaminación. Cuando usamos electricidad, medios de transporte, metales, plásticos o pinturas; cuando se consumen alimentos, medicinas o productos de limpieza; cuando se calienta la comida o el agua; etc. se producen, directa o indirectamente, sustancias contaminantes.

Una atmósfera contaminada puede dañar la salud de las personas y afectar a la vida de las plantas y los animales. Pero, además, los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera pueden cambiar el clima; producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos de una gran importancia global. Se entiende la urgencia de conocer bien estos procesos y de tomar las medidas necesarias para que no se produzcan situaciones graves para la vida de la humanidad y de toda la biosfera.

La contaminación del aire procede, de los sistemas de transporte, las grandes fuentes de emisiones industriales y las pequeñas fuentes de emisiones en el campo; pero no debemos olvidar que siempre, al final, estas fuentes de contaminación dependen de la demanda de productos, energía y servicios que hacemos el conjunto de la sociedad.

Los principales contaminantes de la atmósfera son las partículas, estas pueden reducir la visibilidad, y si se encuentran asociadas a otros contaminantes aumentan el riesgo en su actuar sobre el medio ambiente. El ozono es un contaminante que puede perjudicar a los materiales orgánicos y sintéticos ya que por su naturaleza es un oxidante muy reactivo. El smog fotoquímico con altas concentraciones de ozono puede causar lagrimeo. El dióxido de nitrógeno y los hidrocarburos son precursores del ozono y el NPA (nitrato de peroxiacetilo), que se forman por reacciones fotoquímicas en una capa poco profunda de la atmósfera en la superficie terrestre, además los óxidos de azufre (SO_3) y nitrógeno (NO_2), reaccionan con facilidad con la humedad atmosférica para formar los ácidos sulfúrico H_2SO_4 y nítrico HNO_3 respectivamente. Estos permanecen disociados en la atmósfera y le imparten características a la lluvia de ácida. Estos contaminantes son los más comunes y omnipresentes en los centros urbanos. Cada contaminante afecta el cuerpo humano de forma diferente a continuación se presentan los efectos de los contaminantes mayoritarios:

MATERIAL PARTICULADO

Las partículas de la atmósfera provienen de diversos orígenes, entre los cuales podemos mencionar la combustión de diesel en fuentes móviles, los combustibles fósiles, la mezcla y aplicación de fertilizantes y agroquímicos, la construcción de caminos, la fabricación de acero, la quema de rastrojos y malezas y estufas a leña.

Los efectos principales en la salud y que son causa de preocupación incluyen los efectos en la respiración y el sistema respiratorio, el agravamiento de afecciones respiratorias y cardiovasculares ya existentes, la alteración del sistema de defensa del organismo contra materiales extraños, daños al tejido pulmonar, carcinogénesis y mortalidad prematura.

OXIDOS DE NITROGENO

El monóxido de nitrógeno (NO) es un gas altamente reactivo de color pardo rojizo que desempeña un papel importante en la formación de ozono en la troposfera.

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un oxidante que unido a la hemoglobina produce meta hemoglobina y que en concentraciones altas causa bronquiolitis obliterante, fibrosis bronquiolar y efisema. Cuando se da una combinación de ozono y dióxido de nitrógeno se produce estrés oxidativo en los pulmones, especialmente en las vías aéreas pequeñas y en la región centriacinar. El estrés oxidativo también puede incrementar, en forma indirecta, la formación de iones superóxidos, peróxido de hidrógeno y otros oxidantes que son producidos por fagocitosis de las células, especialmente macrófagos alveolares y leucocitos polimorfonucleares.

OZONO

Entre los 19 y los 23 kilómetros por sobre la superficie terrestre, en la estratosfera, un delgado escudo de gas, la capa de ozono, rodea a la Tierra y la protege de los peligrosos rayos del sol. El ozono se produce mediante el efecto de la luz solar sobre el oxígeno y es la única sustancia en la atmósfera que puede absorber la dañina radiación ultravioleta (UV-B) proveniente del sol. Este delgado escudo hace posible la vida en la tierra.

Las pérdidas de ozono en la alta atmósfera hacen que los rayos UV-B incrementen los niveles de ozono en la superficie terrestre, sobre todo en áreas urbanas y suburbanas, alcanzando concentraciones potencialmente nocivas durante las primeras horas del día.

El ozono de baja altura puede causar problemas respiratorios y agravar el asma, así como también dañar a los árboles y a algunos cereales.

Este gas incoloro afecta a niños y adultos sanos además de las personas con problemas en el sistema respiratorio. El ozono reduce la función pulmonar, por lo común en asociación con tos, estornudos, dolor en el pecho y congestión pulmonar. Las concentraciones altas de ozono se asocian a menudo con irritación ocular, aunque la causa de esto puede no ser el ozono mismo.

En el año 2006 los promedios anuales de Dióxido de Nitrógeno en los diferentes puntos reflejan un comportamiento bastante similar a los obtenidos en los años 2004 y 2005, cabe destacar que en el punto ubicado en las cercanías al Hospital de Maternidad en los tres últimos años se sobre pasa el valor guía de 40 µg/m³, los valores promedio de este contaminante en Santa Elena y en Soyapango se encuentran muy cerca de este valor guía.

En cuanto a los promedios anuales de ozono, estos son muy similares a los reportados en el informe correspondiente al año 2004 y superiores a los del 2005 en los dos puntos monitoreados.

Las Partículas Totales Suspendidas, se incrementaron en Santa Elena y la Colonia Escalón, superando el valor guía en los dos puntos, siendo mucho mayores a los reportados en los años 2004 y 2005.

Los promedios anuales del Material Particulado PM 10 en los puntos monitoreados mantuvieron la misma tendencia, superando el valor guía de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las cercanías del hospital de Maternidad y en Soyapango.

III. PUNTOS DE MUESTREO

Se continuó monitoreando en los puntos establecidos en Santa Elena, las cercanías del Hospital de Maternidad, Soyapango y Colonia Escalón, los cuales se ubican en la figura 1

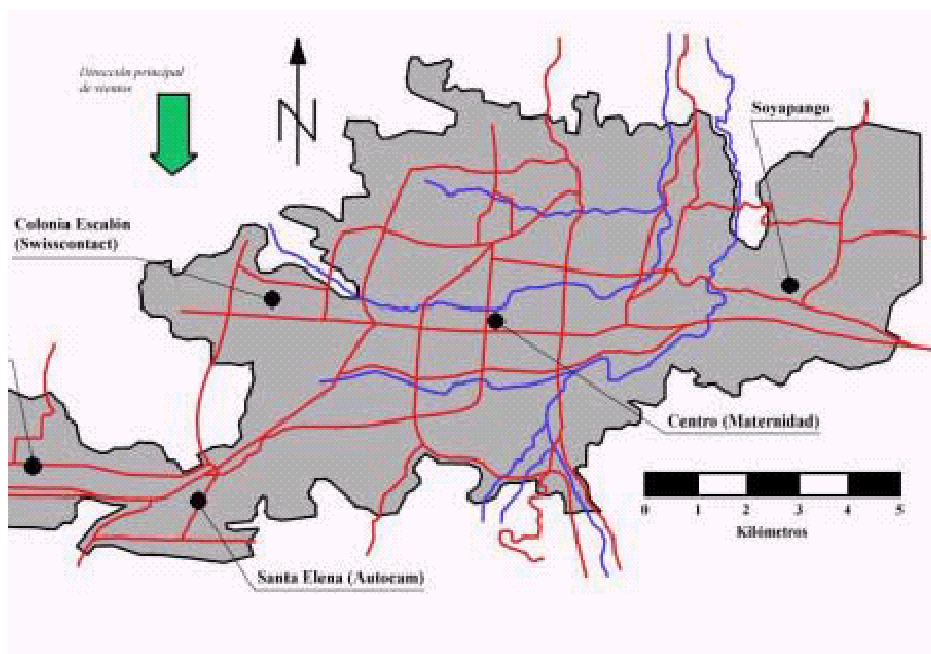


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo.

Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron tomadas por personal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, las que se detallan a continuación:

Sitio	COORD_N (Latitud N)	COORD_W (Longitud W)
Santa Elena	13.6708888889	-89.2628888889
Maternidad	13.7002222222	-89.2046944444
Soyapango	13.7018888889	-89.1512222222
Colonia Escalón	13.7050000000	-89.2448055556

Entre las características climáticas y edáficas que presenta San Salvador se encuentra una temperatura media anual de 23 °C, una precipitación pluvial promedio de 146.17 mm. El promedio diario de permanencia de luz solar es de 12.18 horas; la velocidad media anual del viento en de 7.8 Km/h; con un rumbo dominante hacia el norte y una velocidad máxima absoluta de 115.9 Km/h. La

presión atmosférica promedio anual es de 943.1 milibares. San Salvador tiene una altura de 650 metros sobre el nivel del mar.

SANTA ELENA

Ubicado en Autocam (Grupo Q), Urbanización y Boulevard Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, a una altura de 850 msnm. En este punto se tienen árboles al centro de la vía, el espacio donde se realizan las mediciones es abierto, este punto se escogió en los inicios del monitoreo por contar con bajo flujo vehicular. En un principio este punto tenía las características de zona residencial pero en los últimos años se ha incrementado el comercio en esta zona, elevando así el flujo vehicular. Teniendo acceso únicamente dos líneas de transporte colectivo. En los alrededores de este punto existen colonias, un Hotel, talleres de reparación de vehículos.

CERCANÍAS DEL HOSPITAL DE MATERNIDAD

Ubicado en Calle Arce y 25 Avenida Norte, a una altura de 690 msnm. Edificio de tres plantas, rodeado de edificios, cerca del Parque Cuscatlán. Este punto está clasificado como de mediano flujo vehicular pero de alto congestionamiento, ya que el centro de San Salvador está a pocos metros. Acceso y salida de aproximadamente 15 líneas de autobuses y microbuses. En los alrededores al sector existe gran número de comedores improvisados.

SOYAPANGO

Ubicado en la Alcaldía Municipal de Soyapango, Calle Roosevelt y 1era. Ave. Sur, Soyapango, a una altura de 640 msnm. Se encuentra en un área industrial y comercial, caracterizada por tener una alta densidad poblacional. Se considera como un punto de mediano flujo vehicular, con influencia industrial.

COLONIA ESCALON

Ubicado en Calle Nueva No 1 Pasaje 5 Casa No 130, Colonia Escalón, a una altura de 850 msnm, con característica de zona residencial, de bajo flujo vehicular. Este punto se considera el de comparación para el resto de puntos ya que es el de menor contaminación debido al tránsito de vehículos que transitan en esta zona.

IV. METODOLOGIA PARA LA TOMA DE MUESTRAS.

La selección de puntos de muestreo se realizó con base al objetivo principal del monitoreo de la calidad de aire en cuanto a fuentes móviles se refiere. Así para la selección de puntos de muestreo se contó con la colaboración de un especialista Suizo, quien dio las sugerencias de los puntos seleccionados, tomando en cuenta la topografía del lugar, las barreras naturales, los edificios de los alrededores, el flujo vehicular, las líneas de buses y microbuses que transitan por las zonas.

El muestreo de los contaminantes gaseosos: ozono y dióxido de nitrógeno se realiza por la técnica de difusión pasiva para lo cual se necesitan colectores o tubos pasivos que se colocan en pequeños contenedores hechos de PVC no transparentes con medidas preestablecidas con una fisura inferior y superior de 5 mm para la libre circulación del aire, estos se fijan en columnas o postes como se muestra en la figura 2, con el fin de minimizar la influencia de vientos fuertes, la luz y lluvia, dichos contenedores se exponen en una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo en ubicaciones sin restricciones del libre flujo de aire. Los tubos pasivos se colocan sin el tapón inferior.

Los equipos medidores de partículas totales en suspensión y los impactadores de PM_{10} se colocan dentro de instalaciones que permitan la seguridad de estos, además por requerir de instalaciones eléctricas para su funcionamiento por lo que se trasladan lo más cerca posible a calles o carreteras pero dentro de instalaciones privadas.



Figura 2. Contenedor para tubos pasivos de ozono y dióxido de nitrógeno utilizados en monitoreo de la calidad de aire.

V. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES

Contaminantes Particulados

Partículas Totales en Suspensión

El equipo utilizado para la determinación de las partículas totales en suspensión es el medidor de alto volumen o “High Vol” (figura 3). Los filtros de fibra de vidrio colocados en él, retienen partículas con diámetros hasta aproximadamente 100 μm , el tiempo de muestreo es de 24 horas. Dicho tiempo garantiza valores representativos, ya que la posibilidad de que los filtros se tapen es mínima en 24 horas y los resultados se pueden comparar con los valores guía diarios estipulados en normas de calidad de aire.



Figura 3. Medidor de Alto Volumen utilizado en la medición de partículas totales en suspensión.

Partículas menores a 10 micras (PM_{10})

El equipo para la determinación de las partículas menores a 10 micras se distingue del de TPS por la utilización de un impactador diseñado para la separación de las partículas PM_{10} de aquellas con un diámetro mayor a 10 micras.

A continuación se presenta en la figura 4 el diseño y funcionamiento del impactador mini vol, especialmente como se logra la separación de las partículas según su diámetro aerodinámico.

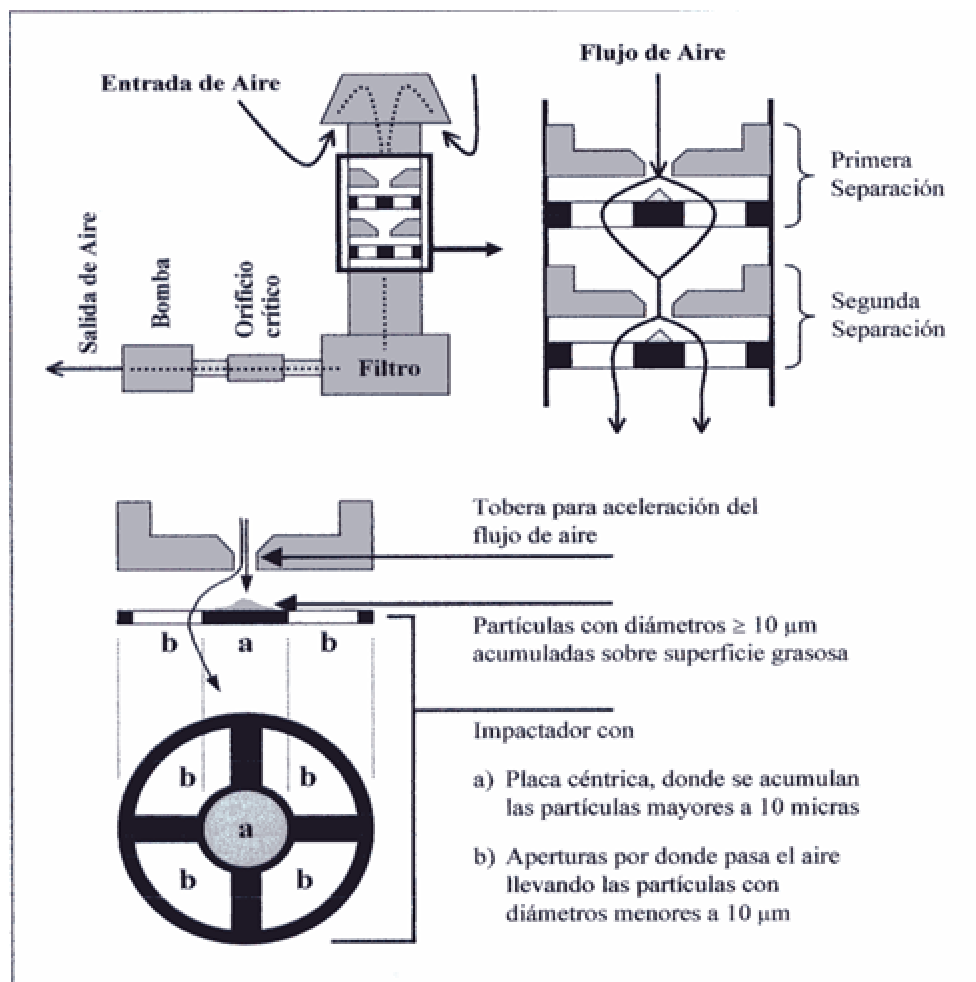


Figura 4 .Diseño y funcionamiento del impactador minivol utilizado en la determinación de PM_{10}

Además de la unidad de impactación, el equipo para la determinación de PM_{10} consiste en una bomba y un orificio crítico. Dicho orificio crítico es un tubo metálico entre la manguera y la bomba lo que se puede observar en la figura 5, el cual por una restricción mecánica garantiza un flujo constante de 4 litros/minuto. Igual que para la determinación de las TPS, el tiempo de muestreo para PM_{10} con el minivol es de 24 horas. Este lapso de tiempo garantiza valores representativos, ya que la posibilidad de que los filtros de teflón se tapen es mínima en 24 horas y los resultados se pueden comparar con los valores guía diarios estipulados en normas de calidad de aire.

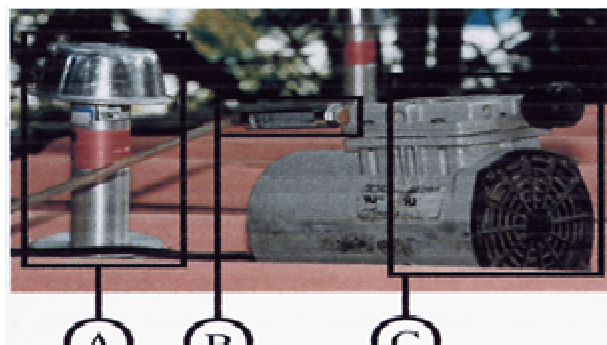


Figura 5. Equipo utilizado para la determinación de partículas menores de 10 micras PM_{10} . (A: Impactador de partículas, B: Restrictor y C: Bomba)

Contaminantes Gaseosos

Métodos Pasivos

Tanto el muestreador utilizado para la determinar el dióxido de nitrógeno como para el ozono estan basados en el método de Palmer, ambos son dispositivos pasivos que no requieren de energía eléctrica para su operación. Los dispositivos tienen la forma de tubos, los cuales colectan las moléculas del contaminante a investigar por difusión molecular a lo largo del tubo inerte hacia un medio absorbente, como se explica esquemáticamente en la figura 6.

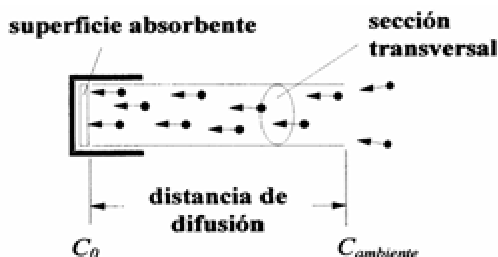


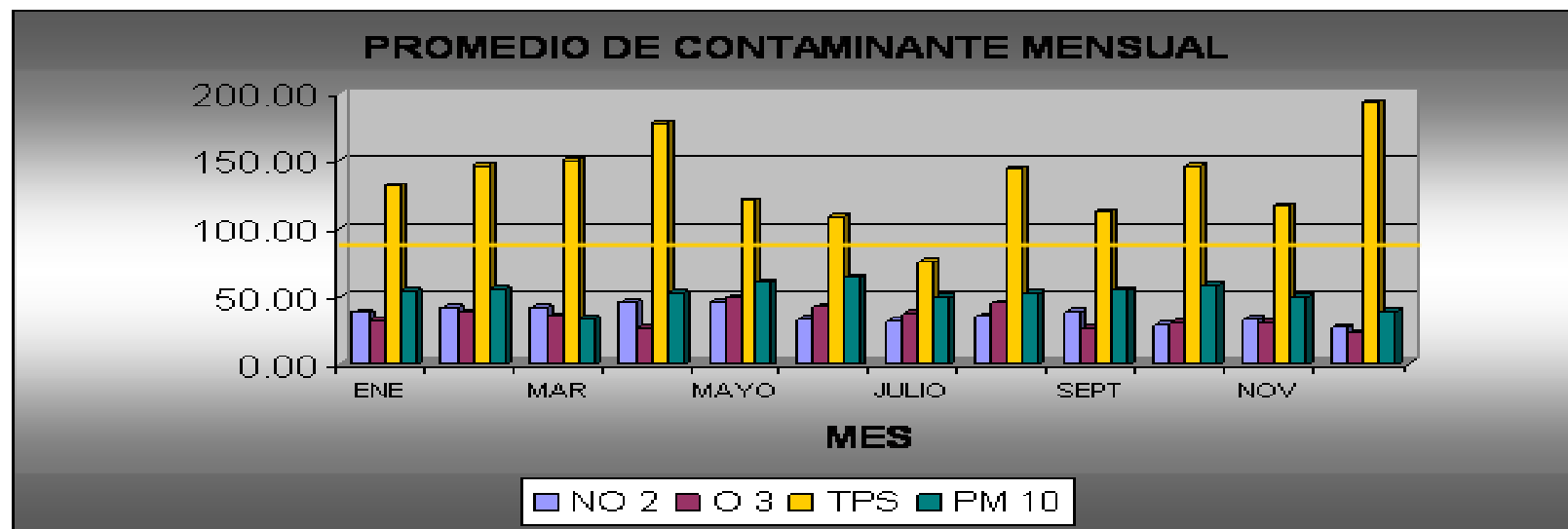
Figura 6. Esquema de la difusión molecular hacia un medio absorbente (difusión pasiva).

Para dióxido de nitrógeno se utiliza un tubo de polipropileno de 9.5 mm de diámetro interno y 7.4 cm de largo, el medio absorbente consiste en tres redcillas de acero inoxidable cargadas de trietanolamina. Luego de la exposición del tubo durante 30 días, se somete al análisis químico por determinación colorimétrica por formación de un diazo compuesto el método utilizado es Griess-Saltzman, al compuesto formado se le lee la absorbancia en un espectrofotómetro a 540 nm

**CUADRO 6. PROMEDIOS MENSUALES DE LOS CONTAMINANTES DE LA CALIDAD DEL AIRE
DEL GRAN SAN SALVADOR, AÑO 2006 EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

CONTAMINANTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO ANUAL	VALOR GUIA
NO 2	38.04	41.46	41.25	45.37	45.55	33.00	32.04	35.29	39.02	29.15	33.18	27.05	36.70	40.00
O 3	32.11	38.34	35.60	26.33	48.81	42.29	37.04	44.95	26.93	30.70	30.74	23.19	34.75	60.00
TPS	132.03	146.61	150.22	177.18	121.02	109.90	75.49	144.06	112.89	146.49	117.15	193.04	135.51	75.00
PM 10	53.89	55.08	33.43	52.19	59.85	63.79	49.53	52.20	54.59	57.76	49.79	38.63	51.73	50.00

Grafico 5. PROMEDIOS DE CONTAMINANTES POR MES.



**CUADRO 7.PROMEDIO GEOMETRICO ANUAL DE LOS CONTAMINANTES
POR SITIOS DE MUESTREO EN µg/m3 AÑO 2006**

SITIO	Dióxido de Nitrógeno	Ozono	TPS	PM 10
Santa Elena	36.95	33.89	153.46	43.23
Cercanías Hospital Maternidad	48.16			75.34
Soyapango	35.43			57.65
Colonia Escalón	26.26	35.61	117.55	30.69
Valor Guía	40.00	60.00	75.00	50.00

A continuación se presentan los contaminantes evaluados por sitio de muestreo a lo largo del periodo muestreado en el año 2006 en forma grafica.

Grafico 6

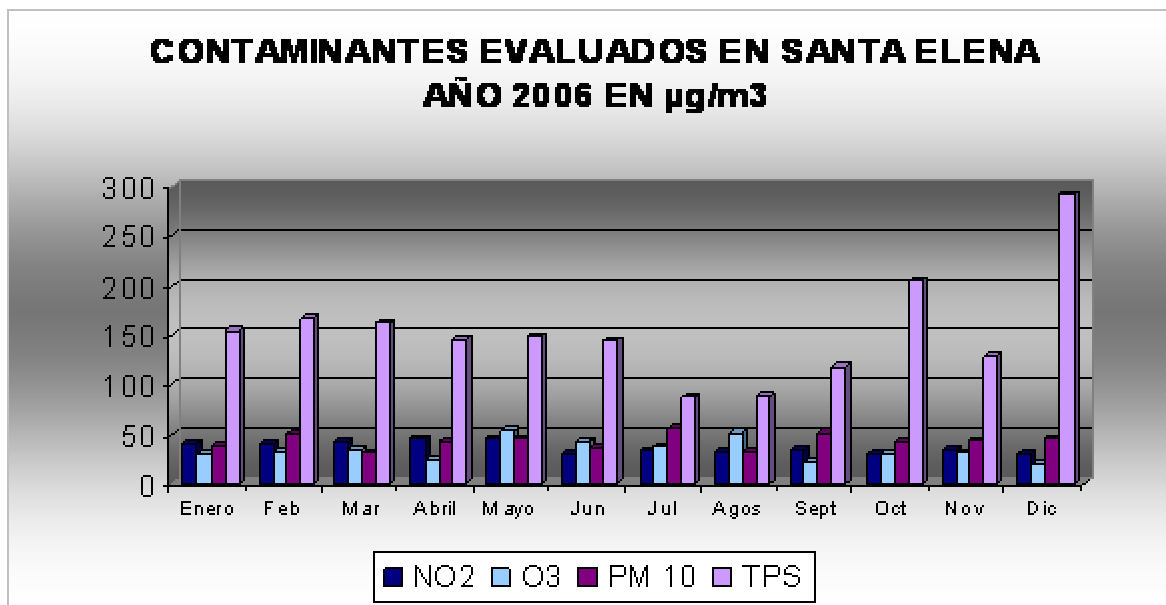


Grafico 7

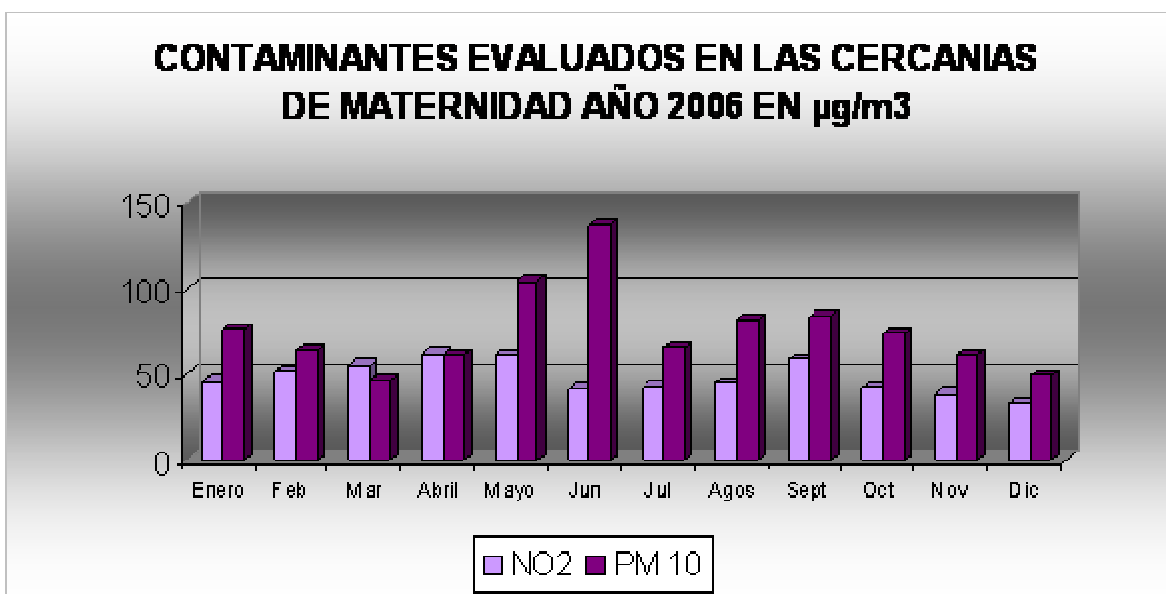


Grafico 8.

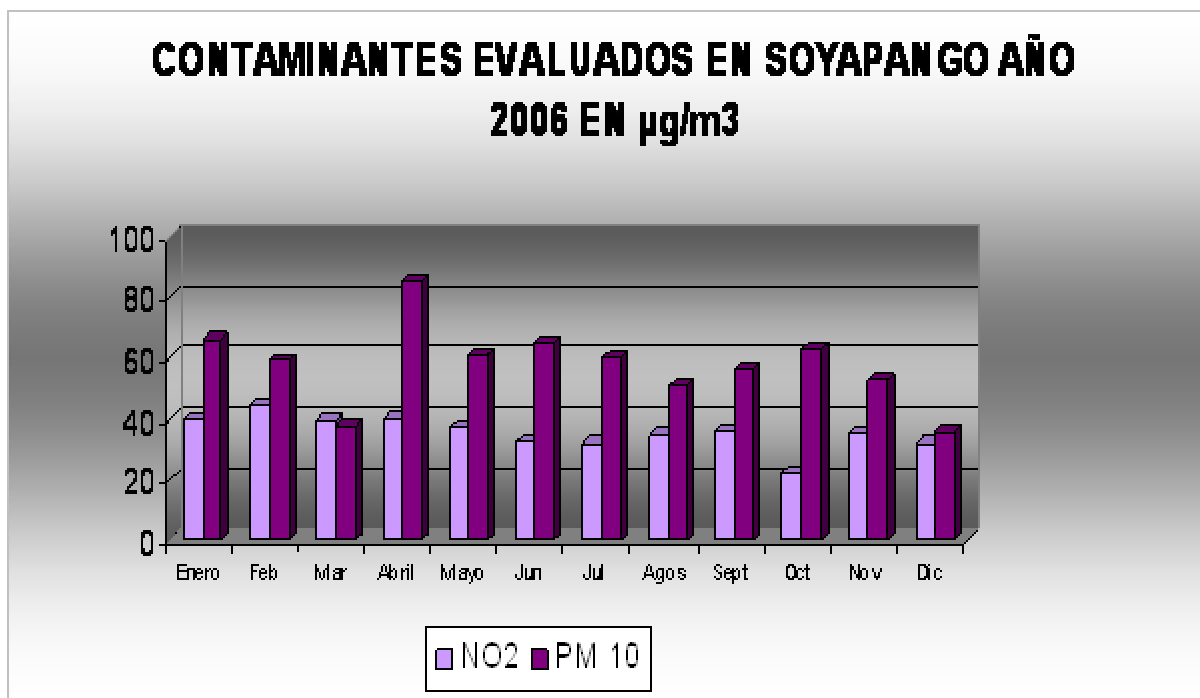
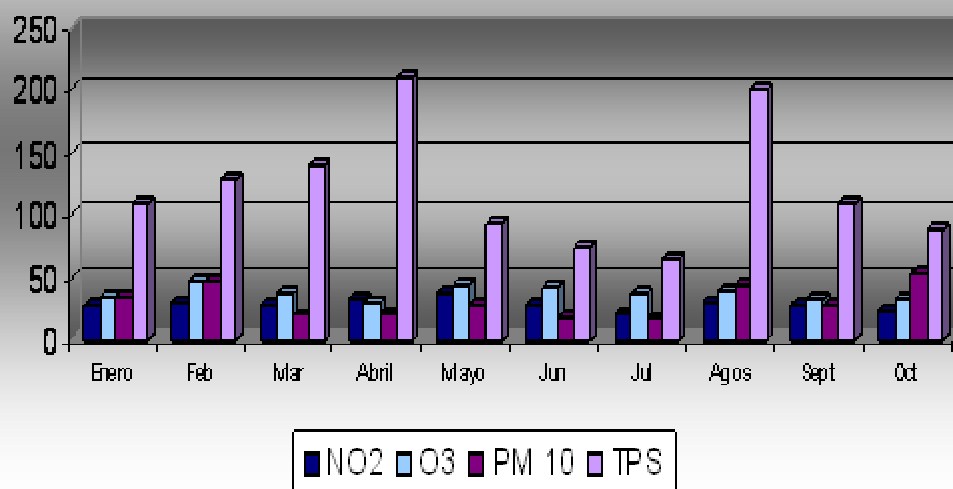


Grafico 9.

CONTAMINANTES EVALUADOS EN COLONIA ESCALON AÑO 2006 EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$



IX. OBSERVACIONES AMBIENTALES RELEVANTES

En los informes mensuales, presentados durante el desarrollo del contrato se mostraron las observaciones más relevantes, las cuales influyen en la contaminación del aire. En el cuadro 8, se resumen las observaciones realizadas a lo largo del tiempo de duración de este monitoreo.

Cuadro 8. OBSERVACIONES AMBIENTALES RELEVANTES

MES	OBSERVACIONES
Enero	Este mes seco, caluroso. Propio de esta época
Febrero	Mes característico de época seca, algunas influencias de vientos y frente fríos, en general mes con calor
Marzo	Mes muy seco, clima calido, característico de la época.
Abril	Mes con temperaturas características calidas, algunas lluvias ocasionales

Mayo	En este mes se han tenido algunas lluvias, Transición de época lluviosa
Junio	Mes con abundantes lluvias, característico de época lluviosa, algunos días muy calurosos
Julio	Época de muchas lluvias, algunos días calurosos, Algunas calles y avenidas en trabajos de ampliación y obras de mitigación al problema de drenajes.
Agosto	Este mes contó con lluvias, algunos días calurosos, en especial en el punto de la Colonia Escalón, la casa contigua al punto de muestreo esta en construcción.
Septiembre	Mes con lluvias características de época lluviosa.
Octubre	A finales de este mes el tráfico disminuyó, por la salida de algunos colegios. Este mes se tuvieron lluvias características de la época
Noviembre	Algunas lluvias fuera de época, en este mes se tuvo el ingreso de un frente frío con muchos vientos.
Diciembre	El mes de diciembre se tuvieron temperaturas agradables, en un par de ocasiones un poco de lluvia y algunos vientos

X. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dióxido de Nitrógeno

De acuerdo a los resultados obtenidos de los sitios de muestreo, los valores más altos se reportan en las cercanías del Hospital de Maternidad, en este punto, nueve de los diez meses muestreados, se superó el valor guía establecido por la Organización Mundial para la Salud (OMS). Estos resultados están influenciados por los congestionamientos vehiculares característicos de la zona, el promedio anual en este punto es de $48.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representando un 20 % arriba del valor guía, siendo en promedio el único punto que lo supera; se encontró además que los promedios anuales de Soyapango y Santa Elena se encuentran muy cerca del valor de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el punto ubicado en la colonia Escalón (característico de zona residencial), se encontró en menor concentración este contaminante, durante los meses analizados, no se superó el valor guía, sin embargo en esta zona se tuvo un incremento del 8 % respecto al año 2005, cabe destacar que en este punto se registro para el año 2005 un incremento del 30 % con respecto al año 2004.

Ozono

Este contaminante secundario no superó el valor guía establecido por la OMS de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los dos puntos muestreados durante doce meses, sin embargo es de

hacer notar que los meses de febrero, mayo y agosto se encontraron las concentraciones más altas de este contaminante; en Santa Elena como en la Colonia Escalón los promedios anuales fueron similares, difiriendo muy poco con los obtenidos en el 2004 y en el 2005.

Partículas Totales en Suspensión

En Santa Elena, las partículas totales en suspensión, se cuantificaron en mayor concentración durante el período en estudio, superando el valor guía establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (US-EPA) de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ además de encontrarse en un 50 % arriba respecto al año 2004, respecto al año 2005 se incrementaron en un 45%. En la Colonia Escalón se encontró en dos de los meses muestreados por debajo del valor guía incrementándose en un 100% con respecto al 2005, estos incrementos más que todo son debido a construcciones muy próximas a los puntos de muestreo..

Material Particulado PM_{10}

En los cuatro puntos muestreados el material particulado PM_{10} se encontró en mayor concentración en las cercanías del Hospital de Maternidad, siguiendo Soyapango donde el promedio anual esta superando el valor guía establecido por la US- EPA de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, En este año en las cercanías del Hospital de Maternidad se superó once meses de los 12 muestreados el valor guía. El Material Particulado PM_{10} presento una leve disminución en la concentración en todos los puntos con respecto al año 2005. En Santa Elena en los meses de febrero y julio se superó el valor guía, sin embargo su promedio anual se mantuvo por debajo de este.

XI. CONCLUSIONES

- El punto ubicado en las cercanías del Hospital de Maternidad es el que presenta mayor contaminación de los parámetros de dióxido de nitrógeno y material particulado PM_{10} , considerados de mayor peligrosidad en la salud humana.
- Según los resultados obtenidos, de los contaminantes evaluados, las partículas totales en suspensión presentaron un incremento muy considerable con respecto a los obtenidos en los años 2004 y 2005, en los puntos monitoreados
- A nivel de centros urbanos y zonas residenciales, el ozono no presenta problemas de concentración, como se estableció en los años anteriores.

XII. REFERENCIA

1. Manual de Laboratorio, Monitoreo del Aire, Programa Aire Puro, Swisscontact, 2001, 85p.