

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“DETERMINACION DE PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS EN EL AREA
DEL CENTRO DE SAN SALVADOR DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE
2001-ENERO 2002 Y LAS REPERCUSIONES EN LA SALUD”

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

JAIME VLADIMIR ALVAREZ MEJIA

LUZ TERESA LOPEZ ALAS

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

16 DE FEBRERO

DE 1841

MAYO, 2003

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOS VELA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. MARIA ISABEL RAMOS RODAS

SECRETARIA

LICDA. ANA ARELY CACERES MAGAÑA

JURADO CALIFICADOR

LIC. MARTHA ALICIA TORRES DE PORTILLO

LIC. SANDRA GUADALUPE PERAZA DE RAMIREZ

DRA. GLORIA RUTH CALDERON

ASESORES

LIC. CECILIA HAYDEE GALLARDO DE VELASQUEZ

ING. BENJAMIN LANG

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de forma muy especial a todas aquellas personas que con su colaboración y apoyo nos ayudaron a la realización de este trabajo de graduación, entre ellos:

LIC. CECILIA HAYDEE GALLARDO, por su total disponibilidad y apoyo durante la coordinación y asesoramiento de este trabajo.

ING. BENJAMIN LANG, por su total disponibilidad y apoyo durante la coordinación y asesoramiento de este trabajo.

SWISSCONTACT, por proporcionarnos el equipo y el financiamiento económico para realizar el estudio.

ING. BENJAMIN FUNES, por facilitarnos la construcción de la jaula de protección para el equipo y por permitirnos el acceso a las instalaciones del Distrito Centro Histórico.

ING. LANDAVERDE, por permitirnos la colocación del equipo de medición dentro de los predios del Palacio Nacional.

FUSADES, por brindarnos su colaboración en facilitarnos el uso del laboratorio.

OPS, por proporcionarnos información bibliográfica la cual nos ayudo a finalizar nuestro trabajo de graduación.

DEDICO ESTE TRIUNFO

A DIOS PADRE TODO PODEROSO: por regalarme el don mas preciado que es la vida y por haberme permitido cumplir un sueño; por guiarme e iluminarme con su Espiritu Santo cada día de mi vida y lograr así este triunfo tan anhelado.

A MIS PADRES: María Rubenia Mejía de Álvarez y José Adalberto Álvarez; por sus sacrificios durante el desarrollo de mis estudios y por brindarme su amor, comprensión, confianza, apoyo espiritual, moral y económico.

A MIS HERMANOS: Roxana Evelyn, Oscar René y Kevin Adalberto Álvarez Mejía, por apoyarme siempre en esos momentos mas difíciles de mis estudios.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS: especialmente los Presbíteros Mario Aguilar y José Adán Hernández, por su apoyo espiritual, amistad y por darme ánimos en esos momentos mas difíciles y seguir siempre adelante.

A MI AMIGA: Luz Teresa López Alas, por ser una persona muy especial, por su amistad, comprensión y por darme la oportunidad de realizar juntos el trabajo de graduación.

Jaime Vladimir Alvarez Mejia

DEDICO ESTE TRIUNFO

A DIOS PADRE TODO PODEROSO: por permitirme obtener este triunfo ya que solo el da la sabiduría y fortaleza para enfrentar los retos que en la vida se nos presentan a diario y por guiarme con su Espíritu Santo todos los días.

A MIS PADRES: Maria Teresa de Jesús Alas de López y Andrés Santiago López por su apoyo incondicional durante mis estudios y brindarme su confianza, cariño, comprensión y amor en los momentos mas difíciles de mi vida.

A MIS HERMANOS: Sara de Jesús López Alas y Juan Andrés López Alas, por apoyarme brindarme su apoyo en el transcurso de mis estudios.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS: por ser un apoyo en mi vida y en especial a mis pastores Reina y Antonio Salazar por ser mis guías espirituales y apoyarme.

A MI AMIGO: Jaime Vladimir Álvarez Mejía, por ser muy especial, por ser comprensivo y por brindarme su amistad y la oportunidad de realizar juntos el trabajo de graduación.

Luz Teresa López Alas

INDICE

INTRODUCCION

OBJETIVOS

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO.....1

1.0 CLASIFICACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.....2

2.0 FENOMENOS DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.3

3.0 CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES5

3.1 Desde el Punto de Vista Químico.....5

3.2 Desde el Punto de Vista Físico.....6

4.0 FUENTES DE LA CONTAMINACION DEL AIRE.....8

4.1 Clasificación.....8

5.0 FACTORES TOPOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS QUE INFUYEN EN LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	16
6.0 PARTICULAS CONTAMINANTES.....	17
6.1 Definición de Partícula.....	17
6.2 Clasificación.....	17
7.0 EFECTOS EN LA SALUD PROVOCADOS POR EL MATERIAL PARTICULADO.....	20
7.1 El Sistema Respiratorio y la Contaminación por Partículas.....	22
7.2 Deposito de las Partículas en el Tracto Respiratorio de acuerdo a sus diámetros	25
8.0 VICTIMAS DE LA CONTAMINACION VEHICULAR.....	27
9.0 INSTRUMENTOS REGULATORIOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	29

CAPITULO II	
PARTE EXPERIMENTAL.....	35
1.0 TRABAJO DE CAMPO.....	36
1.1 Determinación de las PM10.....	36
1.2 Selección de Puntos de Muestreo.....	36
1.3 Descripción de los Puntos de Muestreo.....	37
1.4 Obtención de la Muestra.....	38
1.5 Periodo y Frecuencia de Muestreo.....	39
2.0 MUESTREO.....	39
2.1 Tiempo de Muestreo.....	39
2.2 Recolección de las Muestras.....	40
2.3 Material y Equipo.....	40
2.4 Laboratorio donde se Realizaron los Análisis.....	42
3.0 METODOLOGIA ANALITICA.....	42
3.1 Método.....	42

4.0 ESTUDIO SOBRE LAS REPERCUSIONES DE LAS PM10 EN LA SALUD..	49
4.1 Entrevistas.....	49
4.2 Encuesta.....	49
CAPITULO III	
RESULTADOS Y DISCUSION.....	52
1.0 RESULTADOS.....	53
1.1 Resultados del Método Analítico.....	53
1.2 Resultados de la Encuesta.....	68
1.3 Resultados de la Entrevista.....	89
2.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	93
2.1 Resultados de la Determinación de PM10.....	93
2.2 Resultados de la Encuesta.....	95
CAPITULO IV	
CONCLUSIONES.....	98

CAPITULO V

RECOMENDACIONES.....102

CAPITULO VI

GLOSARIO.....106

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA.....111

ANEXOS.....116

RESUMEN

RESUMEN

La investigación se realizó en el centro capitalino, específicamente en la avenida España en el área de los predios del palacio nacional y calle cementerio, 12 calle poniente distrito centro histórico de la alcaldía municipal durante los meses de Septiembre 2001 a Enero del 2002.

El método utilizado para la cuantificación de las PM10 fue el método activo el cual se basa en la gravimetría ya que este es un método utilizado en muchos países del mundo adaptados a las condiciones ambientales centroamericanas.

Para el monitoreo de estas partículas se utilizó una bomba de succión de aire de flujo constante en donde la captación del contaminante se realizó periódicamente en el tiempo establecido.

Mediante encuestas y entrevistas se determinaron las repercusiones de este contaminante en la salud; logrando determinar que a exposiciones altas de PM10 y por períodos largos aumentan en forma muy rápida las crisis asmáticas y

diversas patologías respirables agudas en los grupos de mayor riesgo como lo son: sector formal e informal de comerciantes, niños y ancianos.

Finalmente se puede concluir que el centro capitalino es una zona de alto flujo vehicular en donde la cantidad de estas partículas que son emitidas a la atmósfera se encuentran en niveles altos por lo que estas afectan la calidad de vida y salud de la población expuesta; por lo tanto es necesario que se implementen nuevas políticas ambientales para lograr disminuir esta problemática.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

EL Salvador, al igual que otros países de América Latina en la actualidad se caracterizan por una población urbana en crecimiento y un parque de vehículos cada vez mayor.

La contaminación del aire es uno de los principales problemas socio-ambientales del país: la presencia de una nube gris o bruma marrón, sobre la ciudad de San Salvador es la evidencia del deterioro de la calidad del aire, al cual todos los habitantes están expuestos de manera que la tasa de problemas respiratorios, problemas en el corazón y sistema circulatorio es cada vez mayor.

La calidad del aire se ve afectada por un número de factores tanto naturales tales como erupciones volcánicas, incendios forestales, erosión del suelo, emisiones producidas por plantas y animales y antropogénicos como las emisiones vehiculares, emisiones industriales y las emisiones causadas por cocinar alimentos (con cocina de leña), otras labores relacionadas con tareas hogareñas.

La contaminación atmosférica es una alteración a la composición natural del aire provocada por la presencia en la atmósfera de una o más sustancias que

han sido incorporadas directa o indirectamente por el hombre o por fuentes naturales en cantidades suficientes, características y duración; tal que puedan afectar adversamente a la flora, fauna, materiales y al hombre mismo.

Lo expuesto anteriormente ha sido motivo para la presente investigación la cual pone de manifiesto la presencia de partículas menores de 10 micras en los puntos de muestreo ubicados en el Centro histórico y Palacio Nacional del Centro de San Salvador, utilizando para las mediciones Bombas Thomas, cuyo método se basa en las técnicas gravimétricas.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

1.0 OBJETIVO GENERAL

Determinar Partículas Menores de 10 Micras (PM 10) en el centro de San Salvador durante el período de Septiembre 2001- Enero 2002 y su repercusión en la salud.

2.0 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.1 Cuantificar las Partículas Menores de 10 micras utilizando el método activo.

2.2 Verificar si los datos obtenidos están dentro de los valores guías permisibles por la Norma Salvadoreña y La Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos (EPA).

2.3 Dar a conocer mediante referencias bibliográficas, encuestas y entrevistas, los posibles efectos que sobre la salud provocan los contaminantes identificados.

2.4 Proporcionar a las instituciones involucradas un documento con datos actualizados sobre las condiciones en que se encuentra la calidad del aire en el centro de San Salvador.

CAPITULO I
FUNDAMENTO TEORICO

1.0 CLASIFICACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

El problema de la contaminación atmosférica en El Salvador no es un problema nuevo; los contaminantes ambientales se han relacionado con emisiones vehiculares así como a otras fuentes de contaminación.

Es necesario centrar la atención a la causa principal de las emisiones de compuestos no deseables a la atmósfera como lo es la combustión, ya que los contaminantes generados inician su ciclo por la emisión de los mismos, seguido de su transporte y difusión en la atmósfera y dependiendo de las condiciones topográficas y meteorológicas del lugar conducen a la acumulación y concentración de los contaminantes que al finalizar su ciclo se depositan sobre la vegetación, animales, superficie del suelo y del agua, objetos y finalmente afectan la salud humana.

Existen dos tipos de contaminación atmosférica (11):

- a) Contaminación de la atmósfera confinada: en general se da en interiores (vivienda y lugares de trabajo), indicando los riesgos a que se exponen los trabajadores en su labor y las personas en su vivienda.

b) Contaminación de la atmósfera abierta o exterior: que es una de las características de las grandes ciudades especialmente las muy industrializadas, afectan en forma general a todas las personas sin importar su edad y estado, así como también animales, edificios y monumentos.

2.0 FENOMENOS DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Emisiones Atmosféricas: son las liberaciones o descargas a la atmósfera de partículas, gases o formas de energía; provenientes de una fuente fija o móvil.

Depende casi exclusivamente de:

- Fuente emisora
- Naturaleza y los procesos que en ella se lleven acabo.

Transmisión: incluye la dispersión del contaminante en la masa de gases, su transporte de una región a otra y su transformación química y/o física.

Depende de:

- Naturaleza del contaminante
- La meteorología
- La topografía
- Ubicación de la fuente emisora
- Inversión térmica.

Inmisión: es la concentración de contaminantes en el aire cuya absorción causa daños a la salud humana y el medio ambiente.

Depende de:

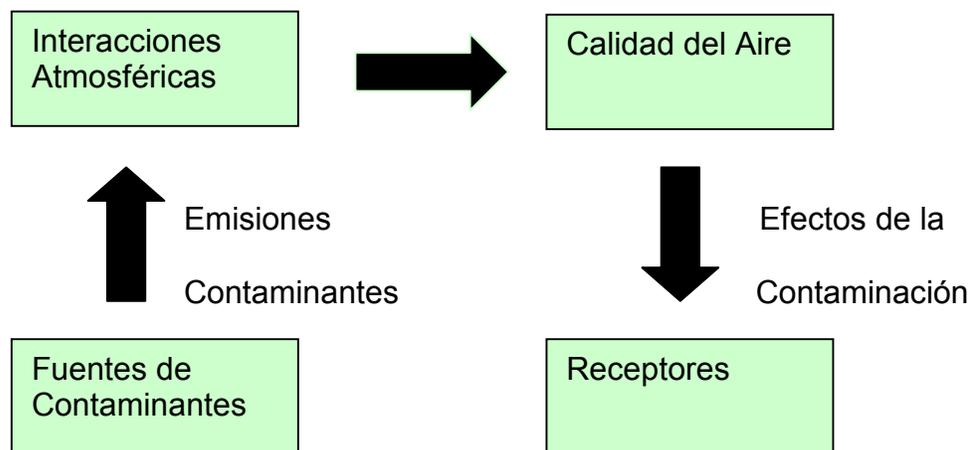
- La naturaleza del contaminante
- La meteorología
- La topografía
- La ubicación de receptores.
- Inversión Térmica.

Los contaminantes liberados en la atmósfera están sujetos a:

1. **Transporte**, constituye el efecto más claramente identificable de las condiciones meteorológicas sobre las emisiones. Es afectado por la velocidad y dirección del viento, así como por las condiciones topográficas de la zona. La velocidad del viento aumenta a medida que se mueve a mayor altura del suelo; en consecuencia, las emisiones de una chimenea elevada se dispersan más rápidamente que las que ocurren a nivel del suelo.
2. **Difusión**, los movimientos turbulentos del aire mezclan y diluyen al contaminante que entra a la atmósfera. El grado de turbulencia puede variar apreciablemente a cortas distancias en sentido horizontal, sobre todo cuando

la superficie del suelo, la temperatura o los accidentes del terreno cambian abruptamente en distancias pequeñas.

Esquema sobre la difusión y transporte de los contaminantes



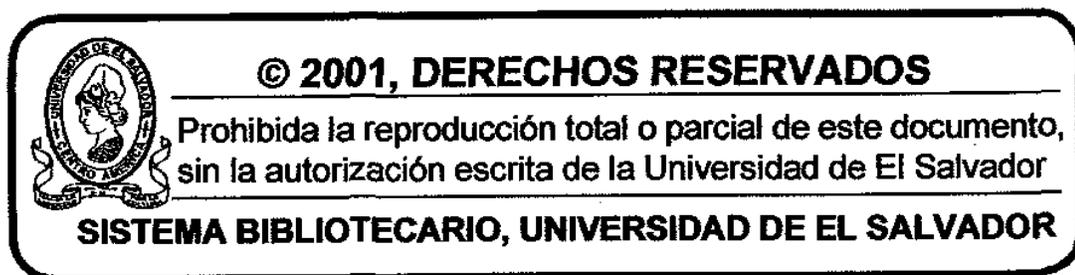
3.0 CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES

Los contaminantes los podemos clasificar desde dos puntos de vista:

3.1 Desde el punto de vista químico (18)

- a) Contaminantes primarios: son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente.

Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: Oxidos de Azufre, Monóxido de Carbono, Oxido de Nitrógeno, Hidrocarburos y Partículas.



b) Contaminantes secundarios: son las sustancias que se producen en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios o por reacción con los constituyentes normales de la atmósfera con o sin fotoactivación, ejemplo: Ozono.

3.2 Desde el punto de vista físico (18)

a) Gases y Vapores: entre los cuales están compuestos que contienen Azufre; entre estos elementos se encuentran Oxido de Azufre, Dióxido de Azufre, y Trióxido Sulfuroso.

b) Aerosoles: los sistemas formados por partículas dispersas en un medio gaseoso reciben el nombre genérico de aerosoles.

Entre las clases de aerosoles tenemos (18):

b.1) Polvo: son partículas sólidas formadas por la trituración de materiales de los cuales conservan sus propiedades químicas, ejemplo: Polvo fino (diámetro menor de 100 μm) y polvo grueso (diámetro mayor de 100 μm).

b.2) Exhalación: partículas sólidas formadas por la condensación de vapores producidas a altas temperaturas, por combustión o sublimación y con diámetros que oscilan entre 0.001 a 1 μm . Pueden tener la misma composición química de

los productos que la originan o pueden estar ya oxidadas (ej. Oxidos metálicos). También pueden formar grandes agregados de varias partículas.

b.3) Humo: partículas sólidas y/o líquidas con diámetros menores de $0.5\mu\text{m}$ producidas por la combustión de sustancias orgánicas.

b.4) Llovizna: partículas líquidas de tamaño variable (0.1 a $50\mu\text{m}$) producidas por el efecto de turbulencia en un líquido (atomización) o por su condensación.

b.5) Neblina: aerosol producido por la condensación de líquido a altas humedades; tamaños de las partículas menores de $1\mu\text{m}$.

b.6) Smog: mezcla de neblina y humo.

b.7) Núcleos de condensación: partículas muy pequeñas (diámetro menor de $0.1\mu\text{m}$) producida por procesos de combustión y conversión química de gases.

4.0 FUENTES DE LA CONTAMINACION DEL AIRE

4.1 Clasificación

4.1.1 Fenómenos Naturales: dentro de los cuales tenemos

a) Fenómenos Geo-químicos:

- Los volcanes cuando están en erupción: son fuentes puntuales de contaminantes atmosféricos, cuando están en erupción, vierten a la atmósfera grandes cantidades de gases y partículas sólidas a elevadas altitudes. Así por ejemplo, el volcán emite Oxidos de Nitrógeno y Azufre, así como también cenizas y partículas sólidas procedentes de los procesos de combustión que allí ocurren (9).
- Los incendios forestales: estos emiten cantidades significativas de Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Oxidos de Nitrógeno, Dióxidos de Azufre, Acido Cianhídrico, Dioxinas y Furanos. (9).

b) La erosión: la erosión del suelo por el viento produce partículas.

c) Fenómenos Biológicos: son las emisiones producidas por plantas y animales; por ejemplo hidrocarburos incluyendo Metano y Dióxido de Carbono.

d) Fenómenos Atmosféricos: Las descargas eléctricas en tormentas: son las responsables de la generación de formación de Oxidos de Nitrógeno.

Hay que señalar, que en principio y excepto algunos casos puntuales, la contaminación producida por estos fenómenos naturales es perfectamente asimilada por la naturaleza, la cual posee mecanismos físicos y químicos suficientes como para degradar los contaminantes emitidos (9).

4.1.2 Fenómenos Antropogénicos: es aquella fuente u origen de contaminación estacionaria (fija), móvil y de área, vinculadas con las actividades del hombre. Los podemos clasificar de la siguiente manera (18):

4.1.2.1 De acuerdo a la fuente u origen:

a) Fuentes fijas: Dado que los procesos industriales son tan diversos, también lo son los contaminantes atmosféricos que genera. Aunque la industria y su conjunto produce los contaminantes críticos convencionales, los Compuestos Volátiles, Plomo y Partículas en Suspensión, constituyen los contaminantes de mayor impacto en la calidad del aire local (3).

Entre los contaminantes ligados a los procesos industriales se tienen:

- El Monóxido de Carbono
- Los Oxidos de Nitrógeno
- Los compuestos gaseosos del Carbono (hidrocarburos), entre ellos están: Metano, Etano, Propano, Butano, Isobutano y Alcoholes, etc.

- Compuestos Gaseosos de Azufre: Dióxido de Azufre, Trióxido de Azufre y Acido Sulfhídrico.
- Compuestos Gaseosos del Nitrógeno: Oxido Nitroso, Oxido Nítrico y el Trióxido de Nitrógeno.
- Compuestos Halogenados: Cloro, Plaguicidas, caso de herbicidas (3).

b) Fuentes móviles: El transporte (automóviles, autobuses, aviones y trenes) son responsables de un porcentaje significativo de contaminantes básicos. Sin embargo, las emisiones de los automóviles representan la fuente de contaminación urbana más importante. Por lo general el automóvil individual contamina poco, pero las emisiones de miles de vehículos se suman, convirtiendo a los automóviles en el primer contaminante de importancia en nuestro país. De hecho, conducir el automóvil es probablemente la actividad cotidiana más contaminante del ciudadano típico.

La principal fuente de emisión de Partículas Menores de diez micras (PM 10) es el transporte (vehículos de motor diesel y gasolina en menor porcentaje).

La congestión del tráfico también juega un papel importante en la calidad del aire, cuando la congestión es alta los cambios de ciclo frecuente como es

requerido por los patrones de parar y seguir en las zonas urbanas congestionadas aumenta las emisiones contaminantes.

La Combustión

Combustión es sinónimo de oxidación y consiste en la unión del oxígeno con la sustancia combustible.

Los combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos:

- a. Sólidos: carbonos, lignitos, coques, maderas y residuos combustibles de procesos de fabricación.
- b. Líquidos: alcohol, petróleo y sus derivados, y algunas veces breas.
- c. Gases: gas natural (el que sale de la tierra) y gases fabricados obtenidos principalmente del carbón.

Los contaminantes primarios que genera el transporte son: Dióxido de Azufre, Oxidos de Nitrógeno, Compuestos Orgánicos Volátiles, Partículas, Monóxido de Carbono, Plomo, Dióxido de Carbono, Ozono (3).

c) Fuentes de área: este tipo de contaminantes incluye partículas en forma de humo provenientes de la combustión del carbón, gas natural, gas propano, leña y basura que se produce en el interior de los hogares (18).

4.1.2.2 De acuerdo a su orden de importancia las fuentes contaminantes se pueden clasificar en:

1. Transporte
2. Industria
3. Generación de energía
4. Incineración de desechos

También se incluye materia orgánica, siendo gran parte de este elemento por forma de humos provenientes de la combustión del carbón, petróleo, madera y basura. Otras partículas orgánicas transportadas por el aire son polvos, insecticidas, algunos productos liberados por la elaboración de alimentos y de manufactura química.

Descripción de la Combustión Incompleta en los Motores.

En la entrada de aire a los motores de combustión interna que utilizan gasolina o diesel, se coloca un filtro para proteger al motor de las partículas de polvo abrasivo que pueden causar desgaste a las piezas metálicas internas del motor.

La eficiencia del filtro va disminuyendo a medida que se obstruye con más y más partículas, hasta que se obstruye totalmente y no se cambia antes de que esto suceda.

A medida que el filtro de aire se va obstruyendo con polvo y toda clase de partículas y el suministro de combustible sigue siendo el mismo para cualquier régimen de carga y velocidad, el suministro de aire necesario para quemar ese combustible es cada vez menor.

El resultado es que el combustible se quema solo parcialmente, saliendo el resto no quemado por el escape en forma de hollín o Partículas de carbón en alta concentración lo cual le da el aspecto de Humo negro. La concentración de vehículos que expelen humo negro en los trayectos de mayor densidad del tráfico ocasiona un efecto multiplicador de este fenómeno ya que contribuyen a obstruir los filtros de aire de estos vehículos.

En los motores diesel el efecto multiplicador es mayor, debido a que usan un combustible, cuya combustión completa depende aun más de una buena mezcla con el aire.

Es razonable esperar que la emanación de partículas en los motores diesel es en ese caso mayor y que esta circunstancia ocasiona que los motores de gasolina contaminen también en mucho mayor grado por obstrucción prematura del filtro de aire.

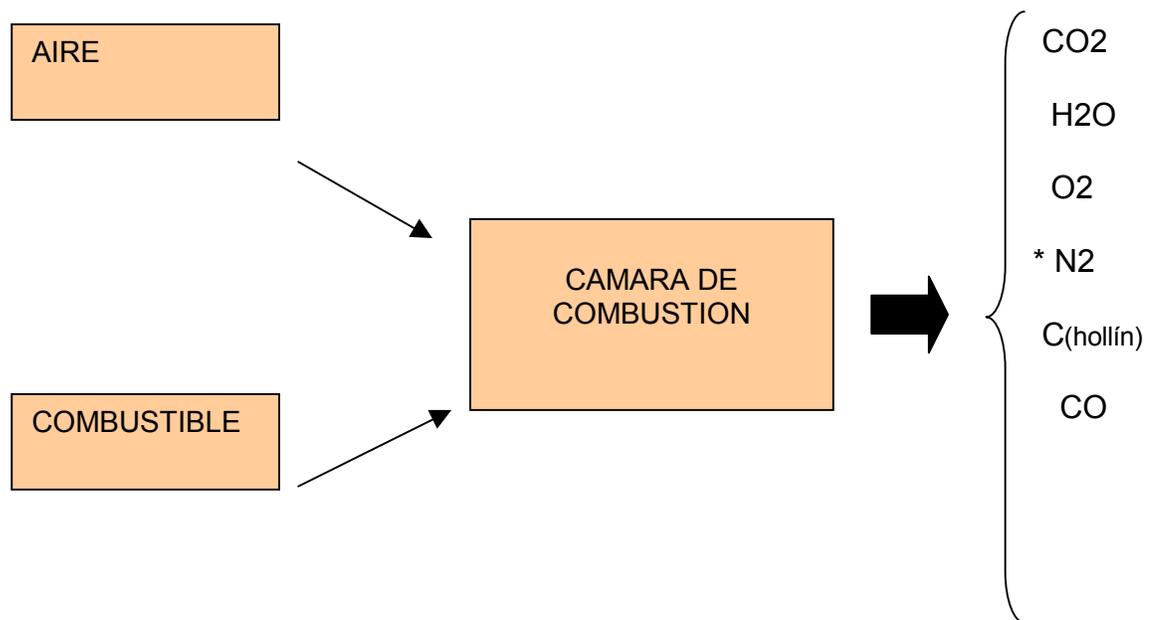
Cuando ocurre combustión completa (casi nunca ocurre en realidad).

- Todo el Carbono se transforma en CO_2
- Todo el Hidrógeno se transforma en agua
- Todo el Azufre se transforma en SO_2 (en caso del diesel)

Cuando ocurre una combustión incompleta, los productos de la combustión contienen además:

- Combustible sin quemar
- Carbono (hollín)
- Monóxido de carbono (CO)

Esquema de la Combustión Incompleta



5.0 FACTORES TOPOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS QUE INFLUYEN EN LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Los principales factores topográficos y meteorológicos que inciden en la contaminación atmosférica son:

- Topografía del terreno
- Edificaciones existentes
- Dirección y velocidad del viento
- Lluvia
- Presión Barométrica
- Espacio de dispersión (área sobre la que pueden desplazarse los contaminantes y la altura máxima que pueden alcanzar las corrientes de aire).

El comportamiento de los contaminantes es influenciado por:

1. Las características de las emisiones (cantidad, concentración, tipo de contaminante).
2. Condiciones Meteorológicas, en el punto de emisión y zona circundante.

6.0 PARTICULAS CONTAMINANTES

6.1 Definición de Partículas:

Son las sustancias atmosféricas no gaseosas, iones, conglomerados moleculares y cristales de hielo, entre las cuales están: polvo, humo, gotas de lluvia e incluso los insectos (7).

6.2 Clasificación

Este conjunto se divide de acuerdo al tamaño en:

6.2.1 Partículas Finas: con un tamaño menor de 100 μ m; entre los cuales se encuentran los polvos de carbón, polvos metálicos, silicatos, fluoruros, alquitranes, resinas, polen, hongos, bacterias, óxidos, nitratos, sulfatos y cloruros, etc.

Propiedades físicas y químicas de las Partículas finas:

- Tamaño menor de 100 μ m de diámetro
- Su origen surge de las fuentes de combustión y transporte de contaminantes gaseosos.

- Son generalmente más peligrosas que las partículas grandes, porque pueden entrar más rápidamente a los alvéolos pulmonares, alojándose allí y dañan los delicados tejidos involucrados en el intercambio de gases.
- Proporcionan una mayor área de superficie para las reacciones químicas y a las que se pueden adherir sustancias altamente tóxicas (tales como oligometales).
- Pueden permanecer en el aire durante semanas y meses por consiguiente pueden viajar grandes distancias desde sus orígenes (20).

6.2.2 Partículas Gruesas: con un tamaño mayor de $100\mu\text{m}$, poseen una masa que permiten una fácil separación del aire, en forma natural por la fuerza de gravedad que le hace sedimentar.

Propiedades físicas y químicas de las Partículas Gruesas:

- Tamaño mayor de $100\ \mu\text{m}$ de diámetro
- Se originan de las minas, construcciones, incendios naturales y el polvo del viento
- Son menos peligrosas que las partículas finas ya que estas son retenidas en la mucosa de la nariz, traquea, bronquios, siendo eliminados por los mecanismos de limpieza.

- Bajan de la atmósfera con mayor facilidad que las partículas finas y por lo tanto son un riesgo cerca del lugar donde se originan (20).

Características y Fuentes principales de las Partículas Menores de 10 micras

- Características

Partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera (su diámetro va de 0 a 10 μm) como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen. La fracción respirable de las Partículas Totales suspendidas (PST), conocida como Partículas Menores de 10 micras (PM10), está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras, que tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares.

- Fuentes principales

Combustión industrial y doméstica del carbón, combustible y diesel, procesos industriales, incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas.

7.0 EFECTOS EN LA SALUD PROVOCADOS POR EL MATERIAL PARTICULADO

Las enfermedades respiratorias son producto de la interacción de diversas fuentes, entre las que podemos mencionar como las más importantes la contaminación atmosférica. La contaminación del aire exterior se ha determinado como un factor importante, se considera que en El Salvador el sector de transporte es el responsable de la mayor parte de toda la contaminación del aire.

Otros factores que contribuyen a las enfermedades respiratorias incluyen:

- La condición nutricional
- La densidad habitacional
- Las condiciones climáticas
- Los efectos sinérgicos con otras enfermedades.

Cuando uno o varios de estos factores están presentes en la población afectada, los efectos del contaminante sobre ellos afectan aumentando más la probabilidad para padecer las enfermedades respiratorias.

Los efectos asociados con la Materia Particulada incluyen la agudización de la bronquitis en niños y adultos con males respiratorios preexistentes, así como cambios menores pero significativos en el funcionamiento pulmonar de los niños.

Si los niveles de contaminación son muy altos, ocurren muertes inmediatas entre los ancianos y quienes sufren de males cardiacos y pulmonares preexistentes.

Los asmáticos quienes sufren de alergias reaccionan especialmente a los particulados de sulfato. La exposición a largo plazo a la Materia particulada produce daños en los tejidos pulmonares, que contribuyen a enfermedades y muertes prematuras.

Los niños que viven en zonas con altos niveles de contaminación por particulados sufren mas resfriados, tos y enfermedades respiratorias tales como: neumonía, asma y bronquitis que los niños que habitan en zonas menos contaminadas.

Además, se cree que la Materia Particulada y el Dióxido de Azufre tienen efectos sinérgicos; cuando ambos contaminantes están presentes las tasas de mortalidad son mayores que la suma de los efectos individuales de cada contaminante.

La Materia Particulada Suspendeda inhalable absorben distintas clases de Oxidos de Azufre y Nitrógeno y los transportan directamente a los pulmones

causando un número de graves enfermedades respiratorias como las anteriormente mencionadas (17).

7.1 EL SISTEMA RESPIRATORIO Y LA CONTAMINACION POR PARTICULAS

El aire se inhala por la nariz que actúa como el sistema filtrante primario del cuerpo.

Las vellosidades pequeñas y las condiciones calientes y húmedas de la nariz eliminan eficazmente las partículas contaminantes de mayor tamaño. Luego el aire pasa por la faringe, esófago y laringe antes de llegar a la parte superior de la tráquea. La tráquea se divide en dos partes, en bronquios izquierdo y derecho (figura N°1). Cada bronquio se subdivide en compartimentos cada vez más pequeños llamados bronquiolos que contienen millones de bolsas de aire llamados alvéolos. Los bronquiolos y alvéolos constituyen los pulmones (14).

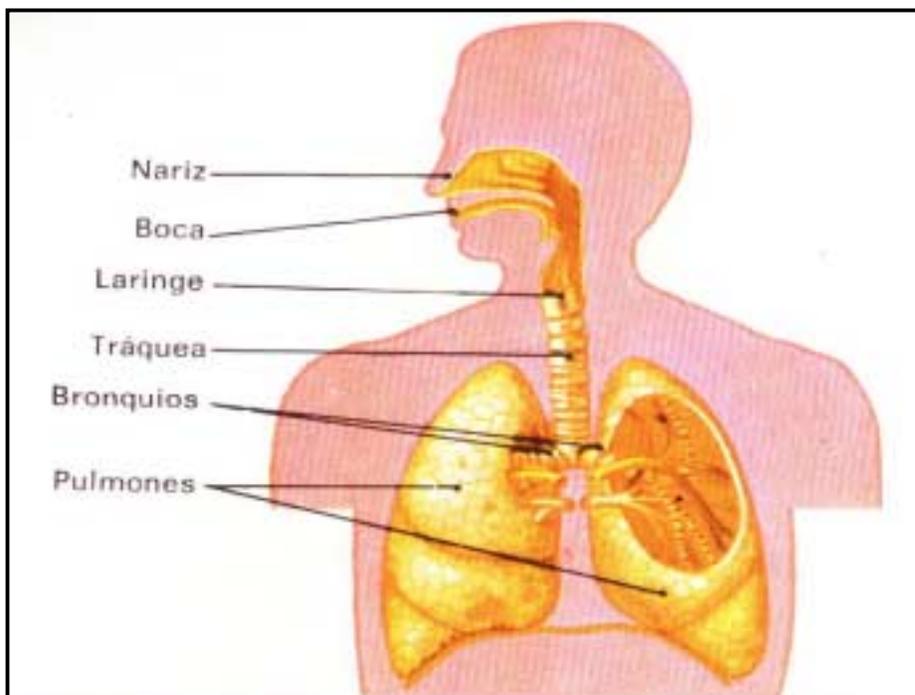


Figura N° 1: ESQUEMA DEL APARATO RESPIRATORIO
Fuente: Ciencias Naturales Autodidacta 2000, Conceptos de Anatomía y Fisiología Humana.

Los contaminantes del aire, tanto gaseosos como particulados, pueden tener efectos negativos sobre los pulmones. Las Partículas sólidas pueden impregnar las paredes de la tráquea, bronquio y bronquiolos.

La mayoría de estas partículas se eliminan de los pulmones mediante la acción de limpieza (barrido) de los cilios, pequeños filamentos de las paredes de los pulmones; esto es lo que ocurre cuando se tose o estornuda (14).

Una tos o estornudo transporta las partículas a la boca. Las partículas se eliminan cuando son ingeridas o expulsadas del cuerpo. Sin embargo, las partículas sumamente pequeñas pueden alcanzar los alvéolos (figura N°2), donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine. La respiración continua de aire contaminado disminuye la limpieza normal de los pulmones, lo que puede ocasionar que gran número de partículas lleguen a las partes inferiores del pulmón (15).

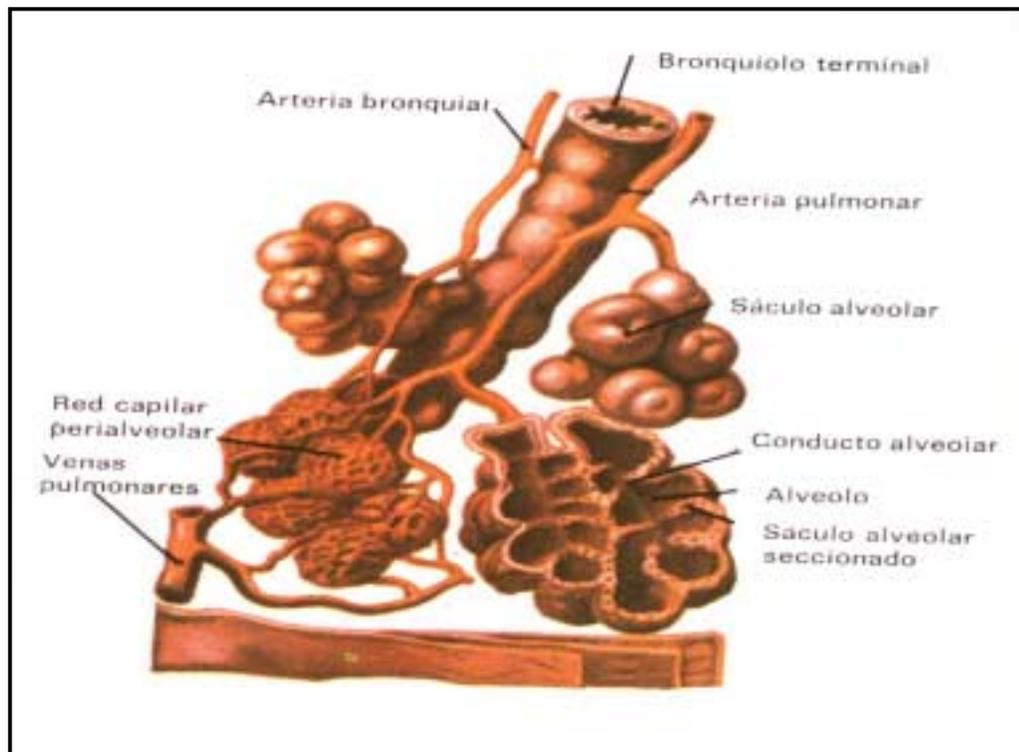


Figura N°2: ESQUEMA DEL BRONQUIO PULMONAR

Fuente: Ciencias Naturales Autodidacta 2000, Conceptos de Anatomía y Fisiología Humana.

7.2 DEPOSITO DE LAS PARTICULAS EN EL TRACTO RESPIRATORIO DE ACUERDO A SUS DIAMETROS

La fracción de partículas aerotransportadas que son inhaladas por el cuerpo humano, depende de las propiedades de las partículas, del movimiento del aire alrededor del cuerpo, velocidad y dirección, patrón de respiración y si ésta se lleva a cabo por la nariz o por la boca.

Estas partículas inhaladas pueden depositarse en el tracto respiratorio o exhalarse, la probabilidad depende de una gran cantidad de factores y varía de una persona a otra. Sin embargo es posible definir valores típicos promedio de deposito de partículas en el tracto respiratorio de acuerdo a sus diámetros (figura N°3) (8).

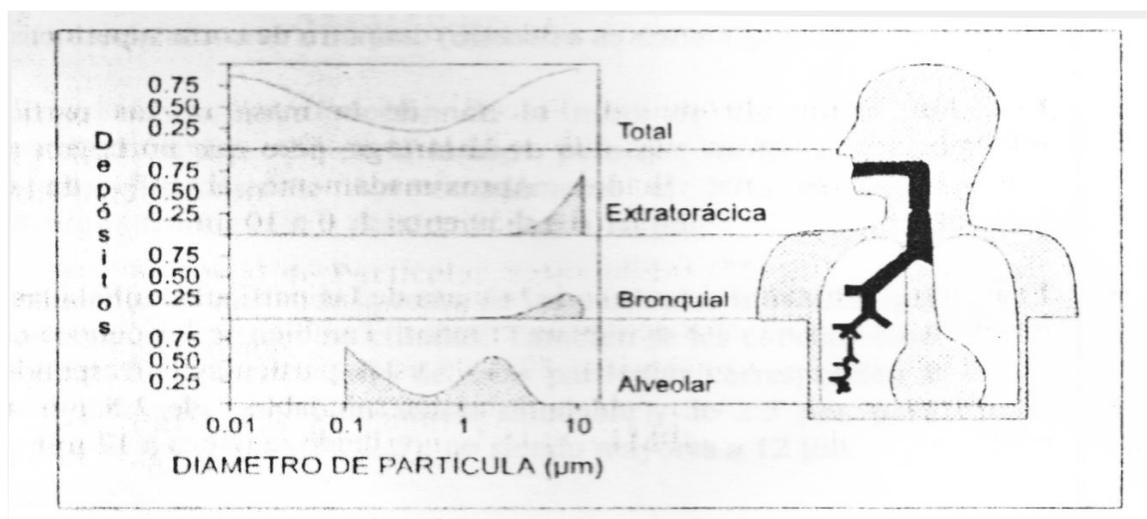


Figura N° 3: DEPOSITO DE PARTICULAS EN EL TRACTO RESPIRATORIO DE ACUERDO A SUS DIAMETROS.
Fuente: Introducción del Monitoreo Atmosférico

Debido a que el daño en la salud del individuo estará en función de donde se depositen las partículas y el tipo de partícula que entra en el tracto respiratorio, las NORMAS ISO, han dado definiciones para las diferentes fracciones de partículas suspendidas, siendo estas definiciones las que se definen a continuación:

- Total de Partículas Aerotransportadas: se definen como todas las partículas rodeadas por aire en un volumen de aire dado.
- Fracción inhalable: fracción de la masa del total de partículas aerotransportadas, el cual es inhalado por la boca o la nariz. Convención: El 50% de estas partículas corresponden a un diámetro aerodinámico de 100 μm .
- Fracción Extratorácica: Fracción de la masa de partículas inhaladas, las cuales no penetran más allá de la laringe. En esta fracción se incluye el polen.
- Fracción Torácica: fracción de la masa de las partículas inhaladas, las cuales penetran más allá de la laringe, refiriéndose a la región de los bronquios. Convención: el 50% de estas partículas corresponden a diámetros de 0 a 10 μm , conocidas como PM₁₀ (D₅₀ = 10 μm), no aceptando mayores de 30 μm . (Diámetro de corte superior).

- Fracción Traqueobronquial: Fracción de la masa de partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe, pero que no llegan a los conductos aéreos no ciliados. Aproximadamente el 50% de estas partículas corresponden también a diámetros de 0 a 10 μm .
- Fracción Respirable: Fracción de la masa de las partículas inhaladas que penetran a los conductos aéreos no ciliados. También se les conoce como Fracción Alveolar. Convención: 50% de estas partículas corresponden a diámetros de 4 μm para población adulta saludable y de 2.5 μm para población de alto riesgo (PM₄ y PM_{2.5}), no siendo mayores de 12 μm (8).

8.0 VICTIMAS DE LA CONTAMINACION VEHICULAR

Con frecuencia tendemos a ignorar el impacto de la contaminación vehicular sobre la salud, asumiendo que únicamente un pequeño grupo de personas es afectado por este fenómeno, sin embargo; la realidad es que un número mucho mayor es afectado directamente, como por ejemplo: los peatones, empleados de oficina, pasajeros rutinarios, comerciantes formales, vendedores ambulantes (comerciantes informales), gente que vive en las calles y también los residentes de casas próximas a las calles y avenidas.

Entre los más afectados por la contaminación vehicular tenemos (5):

- Los ancianos
- Los lactantes

- Mujeres embarazadas
- Enfermos crónicos del pulmón y corazón
- Las personas que hacen ejercicios al aire libre también están propensas pues respiran más rápidamente y profundamente, lo que permite el ingreso de más contaminante a los pulmones.
- Los corredores y ciclistas que se ejercitan en áreas de gran tránsito se pueden estar causando más daño que beneficio(15).

Según las estadísticas realizadas en los años 2000 y 2001 por el departamento de Epidemiología Clínica del Hospital Nacional de Niños Benjamin Bloom, para el año 2000 se atendieron 10,266 consultas, de las cuales el 13.48% fueron consultas por problemas respiratorios como: neumonía viral no especificada, neumonía bacteriana no especificada, bronconeumonía no especificada, neumonía lobar no especificada, neumonía no especificada, bronquitis aguda no especificada y asma no especificada; este porcentaje incluye a los pacientes que se ingresaron y a pacientes que fallecieron durante el ingreso. El año 2001 consultaron 4,450 pacientes de los cuales el 31.37% fueron consultas por los problemas respiratorios antes mencionados.

Lo anterior demuestra que el grupo de víctimas de la contaminación vehicular mas afectado son los niños, en donde año con año el número de afectados va en incremento.

Tampoco debemos olvidar que las emisiones vehiculares son el principal determinante de la calidad del aire urbano y afectan indirectamente a toda la población urbana.

9.0 INSTRUMENTOS REGULATORIOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

LEY DE MEDIO AMBIENTE

Art. 47 La protección de la atmósfera sé regirá por los siguientes criterios básicos:

- a) Asegurar que la atmósfera no sobrepase los niveles de contaminación permisibles de contaminantes, establecidos en las Normas Técnicas de Calidad del Aire, relacionadas con sustancias o combinación de estas partículas, ruidos, olores, vibraciones, radiaciones y alteraciones luminicas, provenientes de fuentes artificiales, fijas o móviles.

- b) Prevenir, disminuir o eliminar gradualmente las emisiones contaminantes en la atmósfera en beneficio de la salud y el bienestar humano y el ambiente.

- c) El Ministerio, con apoyo del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, elaborará y coordinará la ejecución, de planes nacionales para el cambio climático y la protección de la capa de ozono, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales ratificados por El Salvador.

REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE

TITULO IV.

De la Protección Ambiental

Capitulo Unico

De la prevención y el Control de La Contaminación

De las fuentes fijas o estacionarias de contaminación atmosférica

Art. 65.-Los responsables de emisiones de fuentes fijas, que expidan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, en cuando corresponda, estarán obligados a:

- a. Elaborar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera;

- b. Emplear equipos o sistemas que controlen o reduzcan las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles de la calidad del aire ambiente y de emisiones permisibles, establecidos en las respectivas normas técnicas;
- c. Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; y
- d. Llevar a cabo un monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes, cuando la fuente se localice en áreas urbanas o cuando colinde con áreas naturales protegidas; y además, cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos o subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas.

De las fuentes móviles de contaminación atmosférica

Art. 66.- Los concesionarios de líneas de transporte público, terrestre, marítimo y aéreo deberán garantizar que las unidades de transporte posean las condiciones necesarias para asegurar que las emisiones de sus vehículos o aeronave, en su caso, no rebasen los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera establecidos de conformidad a las Normas Técnicas correspondientes.

NORMAS TECNICAS

PROPUESTA DE LA NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00,

CALIDAD DEL AIRE

INMISIONES Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS (esta norma no esta aprobada, esta en proceso de aprobación)

Limite de Inmisión de un contaminante atmosférico: es la concentración máxima de inmisión de un contaminante atmosférico en el aire, fuera del cual se afecta perjudicialmente o causa daños a la salud huamana y al Medio Ambiente (4).

Literal 7 Características y especificaciones de las Inmisiones.

En la Tabla N°1 se especifican los límites de inmisiones de los principales contaminantes del aire, que garantizan una calidad de aire ambiente aceptable para la salud y la vida humana en particular y para la vida silvestre en general.

TABLA N°1

Limites Máximos permisibles de la Calidad del aire ambiente.

Parámetros.	Símbolos	Unidades.	Limites máximos permisibles.	Período de medición.
Dióxido de azufre	SO ₂	µg/ m ³	80	Anual
			365	24 horas
Oxido de carbono	CO	µg/ m ³	10,000	8 horas
			40,000	1 hora
Oxidos de nitrógeno	NO _x	µg/ m ³	100	Anual
			150	24 horas
Ozono	O ₃	µg/ m ³	235	1 hora
			120	8 horas
			60	Anual
Partículas inhalables	PM 10	µg/ m ³	50	Anual
			150	24 horas
	PM 2,5	µg/ m ³	15	Anual
			65	24 horas
Partículas Totales Suspendidas	PTS	µg/ m ³	75	Anual
			260	24 horas
Plomo	Pb	µg/ m ³	0,5	Anual
			1,5	Trimestral

REGLAMENTO GENERAL DE TRANSITO. DECRETO N° 13 DIARIO OFICIAL
N°227 DEL 14 DE DICIEMBRE DE 1946

Art.96."Los autobuses y camionetas accionados con motores de aceite, tendrán adaptado a su tubo de escape otro tubo que saliendo verticalmente por la parte posterior izquierda de la carrocería, sobrepase 10 cm del techo de la cubierta para salida hacia arriba del humo".

Art.105. Inciso 7."Exigir que los encargados de la reparación y conservación en buen estado de los vehículos, lo revisen antes de salir a prestar servicio al público a fin de que estén en perfecto estado de seguridad y funcionamiento".

Acuerdo Ministerial N° 348 del Ministerio de Economía Mayo 1974.

Art.2."Los empresarios quedan obligados a acondicionar los equipos de transporte de su empresa en tal forma que puedan prestar servicio eficiente de acuerdo a las regulaciones establecidas por la autoridad competente.

Cada una de las unidades que se condicionen o se renueve, deberá mantener la bomba de inyección, las tuberías, los filtros y el escape de altura, en tales condiciones que no expela humo negro" (16).

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

1.0 TRABAJO DE CAMPO

1.1 DETERMINACION DE LAS PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS.

1.2 SELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

El aire es una mezcla de gases que constituyen la atmósfera; es un fluido incoloro, inodoro, constituido por nitrógeno (78% del volumen total del aire); oxígeno (21%), argón (0.93%) y anhídrido carbónico (0.03%). Además de estos componentes tiene vapor de agua en porciones variables.

Todos estos componentes de la atmósfera se encuentran en equilibrio dinámico y al romperse este equilibrio se dice entonces que la atmósfera está contaminada. Por tal razón la investigación se realizó en el centro capitalino de San Salvador, específicamente en la Avenida España (en los predios del Palacio Nacional) y Calle Cementerio, 12 calle Poniente Distrito Centro Histórico de la Alcaldía Municipal. Debido a que solo se tenían a disposición dos equipos para la medición de PM10 se eligieron 2 puntos de muestreo.

1.3 DESCRIPCION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de muestreo se eligieron de acuerdo a los siguientes criterios:

Densidad de la población afectada.

Grupo de personas de alto riesgo que permanece en zonas donde ocurren las más altas concentraciones de material particulado en donde este se encuentra directa o indirectamente expuesto por un periodo significativo en relación con el periodo promedio de los valores límite.

Densidad vehicular.

Tráfico vehicular promedio que deberá exceder los 10 mil vehículos/día, con velocidades promedio inferiores a las 15 mph.

Altura y Distancia.

El equipo de muestreo debe localizarse a 0.5 mt de la orilla de la banqueta (asera) y a una altura de 3 +/- 0.5 mt.

Condiciones del Sitio.

Fácil acceso, infraestructura, protección contra el vandalismo.

1.4 OBTENCION DE LA MUESTRA

Las muestras se obtuvieron colocando los dispositivos para la determinación de PM₁₀ en los puntos de muestreo seleccionados.

Ubicación del dispositivo en Palacio Nacional (anexo N°7).

El dispositivo fue colocado dentro de una jaula de protección la cual estaba ubicada en el jardín del ala derecha del edificio el cual da a la Avenida España y calle Rubén Darío específicamente donde ambas se interceptan y esta se colocó a una altura de aproximadamente 1.5 mt. de la altura del suelo ya que a esta altura se considera que la mayoría de personas respiran.

Ubicación del dispositivo en Distrito Centro Histórico (D.C.H.) Cementerio General de San Salvador (anexo N°8).

El dispositivo se colocó igualmente en una jaula de protección la cual estaba a una altura de 3.5 mt sobre la superficie del suelo (Techo de las oficinas D.C.H. de la Alcaldía Municipal); el cual da a la calle Cementerio; el equipo fue colocado a esta altura ya que la velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración del material particulado; mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración del material particulado. El viento diluye y

dispersa rápidamente las partículas en el área circundante y las partículas de mayor tamaño sedimentan más rápidamente.

1.5 PERIODO Y FRECUENCIA DE MUESTREO.

El muestreo se realizó en los meses de Septiembre 2001 – Enero 2002, con una frecuencia mínima de captación de una muestra cada seis días.

2.0 MUESTREO.

La medición de las PM₁₀ se realizó utilizando dos equipos que consisten en: una bomba marca Thomas, un orificio crítico, una torre de impactación (con protector contra lluvia y dos placas impactadores) (anexo N°4); a ambos equipos se les calibro mensualmente para chequear el flujo de aire de la bomba.

2.1 TIEMPO DE MUESTREO.

Para las Partículas Menores de 10 micras es de 24 horas, dicho lapso de tiempo garantiza valores representativos, ya que la posibilidad de que los filtros de teflón se tapen es mínima en 24 horas.

2.2 RECOLECCION DE LAS MUESTRAS.

Los filtros de teflón se recolectaron en cajas petris plásticas especiales, luego fueron transportadas al laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia y se colocaron en un desecador conteniendo silica gel por su tendencia a acumular humedad.

2.3 MATERIAL Y EQUIPO.

2.3.1 MATERIAL

Filtros de teflón, MSI, Weftboro, MA 01581 800-444-8212, Tessel teflón,
10 micrón, 37 mm, 50/pk.

Porta filtros amarillos

Cajas petri de plástico 60 x 15 mm.

Prefiltros AP 10037 mm

Pinzas para filtros

Cinta de teflón

Desecador de vidrio

Papel Glassin

Papel Pergamino

Aceite Mineral liviano

Extensiones de 75 y 50 pies

2.3.2 EQUIPO

a) Bomba Thomas (S/N 1099 – 00006450)

Orificio Critico (4 L/min.)

Unidad de impactación.

b) Bomba Thomas (S/N 1099 – 00006419)

Orificio Critico (4 L/min.)

Unidad de impactación.

c) Estufa

d) Balanza Analítica

e) Flujometro wohlgroth AG-Zurich.

2.4 LABORATORIO DONDE SE REALIZARON LOS ANALISIS

Las determinaciones se realizaron en:

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

Laboratorio de Bioquímica y Contaminación Ambiental

Laboratorio de Calidad Integral FUSADES

Calibración del equipo.

3.0 METODOLOGIA ANALITICA

3.1 METODO: Gravimétrico

3.1.1 FUNDAMENTO DEL METODO

El método que se aplica para la evaluación de la contaminación del aire por partículas es el método activo; el cual se basa en la aplicación de técnicas gravimétricas que consiste en la captura de las sustancias contaminantes en el aire que es bombeado a través de un orificio crítico formado por un tubo metálico

entre la manguera y la bomba, el cual por una restricción mecánica garantiza un flujo constante de cuatro litros por minuto.

3.1.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIONDE MUESTRAS

a) Calibración del equipo para determinar el flujo real de la bomba; el flujometro:

marca Wohlgroth AG-Zurich

con $V= 2d \text{ m}^3$,

$Q_{\min}= 0.04 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{\max}= 6 \text{ m}^3/\text{h}$ Tip G-4 (C-0)

$P_{\max}= 0.05\text{bar}$, Precisión +1.5%,

Privatey Gentum

Se toma la lectura inicial, se conecta el equipo al toma corriente de la electricidad, dejándolo encendido durante por lo menos 5 min.; al concluir el tiempo especificado, se realiza la lectura final, luego se desconecta el equipo y se realizan los cálculos respectivos.

b) Preparación del filtro:

- Numeración de filtros, teniendo cuidado de que este no se contamine o se rompa (No tocar o manipular directamente los filtros).
- Colocar filtro patrón en estufa por 24 horas a 28 – 30°C.

- Pesar filtro patrón y colocar en estufa durante 24 horas a 28 – 30°C.
- Colocar el filtro en un desecador por 24 horas y pesar el filtro patrón.
- Colocar el filtro (muestra) en estufa durante 24 horas para eliminar la humedad adquirida por efectos del ambiente y luego pesar.
- Después de haber llenado la hoja de muestreo (hoja de control) correspondiente, colocar el filtro en el porta filtro haciendo uso de la pinza y luego transportar el filtro dentro de una caja petri al sitio de muestreo.

c) Exposición del filtro:

- Se coloca el filtro con su portafiltro en la unidad de impactacion, siguiendo la dirección del macho en la parte superior, sobre el soporte (también conocido como PADS de Millipore, tipo AP10) (anexos N° 5 y 6).
- Ubicar el equipo de medición en cada punto de muestreo (anexos N° 7 y 8)
- Accionar el equipo y anotar la hora de inicio de medición dejándolo funcionar por 24 horas.

d) Recolección del filtro y Análisis:

- Anotación del tiempo final de la medición de 24 horas.
- Retirar el filtro expuesto de su portafiltro con una pinza de disección y colocar dentro de una caja petri debidamente etiquetada.

- La caja petri con el filtro se coloca en una estufa a 28 – 30°C por 24 horas, para eliminar la humedad ambiental y luego se coloca en un desecador durante 30 min.
- Pesar tres veces el filtro y sacar el valor promedio.

La ecuación matemática general utilizada para obtener la concentración de las PM₁₀ en microgramos por metro cúbico (µg/m³) es la siguiente:

$$PM_{10}[\mu g/m^3] = \frac{(P_{final} - P_{inicial}) - (P_{final\ blanco} - P_{inicial\ blanco})}{V_{real}}$$

En la que: **P**_{final}: peso final del filtro (µg)

P_{inicial}: peso inicial del filtro (µg)

V_{real}: volúmen real del muestreo (m³)

En donde:

V_{real} = flujo real de la bomba (Q_{real}) X Tiempo de muestreo

Flujo de bomba (m³/min.) = $\frac{\text{lectura final} - \text{lectura inicial}}{\text{tiempo de medición}}$

Para realizar el análisis de resultados se utilizo la Media Aritmética que es un valor promedio cuya formula es la siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Donde:

\bar{X} : es la media.

$\sum X$: es la suma de las puntuaciones o medidas.

N: es el número de casos.

El análisis de los resultados se realizó por mes obteniéndose la Media Aritmética por cada punto de muestreo.

e) Cálculos

Determinación del flujo de las bombas (calibración del equipo)

La medición del flujo de las bombas se realizó una vez al mes utilizando un flujómetro, obteniéndose una lectura inicial y final durante un tiempo determinado.

$$\text{Flujo de bomba (m}^3\text{/min.)} = \frac{\text{lectura final} - \text{lectura inicial}}{\text{tiempo de medición}}$$

$$\text{Flujo de bomba} = \frac{569.8 \text{ L} - 505.8 \text{ L}}{15 \text{ min.}}$$

$$\text{Flujo de bomba} = 3.8 \text{ L/min.}$$

Conversión a metros cúbicos:

$$1\text{L} \text{ ————— } 0.001 \text{ m}^3$$

$$3.8\text{L/min} \text{ — } X$$

$$X = 0.0038 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Ejemplo de cálculo de PM10 en El Palacio Nacional

Datos:

Flujo de Bomba: 0.0038 m³/min.

Tiempo de muestreo: 1440 min.

Peso inicial: 175.1mg = 175,100 µg

Peso final: 176.5mg = 176,500 µg

Peso inc. Blanco: 176.2mg = 176,200 µg

Peso fin. Blanco: 176.3 mg = 176,300 µg

Fórmula:

$$PM_{10}[\mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{(\mathbf{P}_{\text{final}} - \mathbf{P}_{\text{inicial}}) - (\mathbf{P}_{\text{final blanco}} - \mathbf{P}_{\text{inicial Blanco}})}{V_{\text{real}}}$$

V_{real} = flujo real de la bomba (Q_{real}) X Tiempo de muestreo

$$V_{\text{real}} = 0.0038 \text{ m}^3/\text{min} \times 1440 \text{ min.}$$

$$V_{\text{real}} = 5.472 \text{ m}^3$$

$$PM_{10}[\mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{(176,500 \mu\text{g} - 175,100 \mu\text{g}) - (176,300 - 176,200)}{5.472 \text{ m}^3}$$

$$PM_{10}[\mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{1,300 \mu\text{g}}{5.472 \text{ m}^3}$$

Entonces:

$$PM_{10}[\mu\text{g}/\text{m}^3] = 237.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

3.1.3 MEDIDAS DE MANTENIMIENTO

-Él impactador debe estar bien limpio. Con un gotero se depositó aceite mineral liviano en la superficie de la placa céntrica de impactador, luego se utilizaron toallas de papel fino para limpiar el exceso del aceite mineral.

-Asegurarse que el flujo sea constante, dar limpieza al equipo.

-Dar una vez al mes tratamiento especial a la unidad de impactacion. Sumergir los impactadores en una solución de detergente suave que tenga una temperatura entre 40 y 50°C.

4.0 ESTUDIO SOBRE LAS REPERCUSIONES DE LAS PM10 EN LA SALUD.

4.1 ENTREVISTA.

Se diseño una entrevista como parte de un sondeo para lograr establecer cuales son las principales causas de los problemas respiratorios y determinar cuales son los síntomas característicos de cada tipo de problema respiratorio, dicho documento estuvo dirigido a médicos especialistas en el área de Neumología del Hospital Nacional Neumológico y Medicina Familiar realizando un total de 14 entrevistas (anexo N°9).

4.2 ENCUESTA.

La encuesta (anexo N°10) se realizó en el centro capitalino de San Salvador fue dirigida hacia los comerciantes del sector formal e informal que laboran en dicha

zona, con esta encuesta se pretendía hacer un diagnóstico sobre cuanto las PM₁₀ afectan la salud de la población que se expone diariamente a estas partículas las cuales son emitidas por el transporte urbano y privado.

Se realizaron 141 encuestas al sector informal y 63 al sector formal en las principales calles y avenidas en donde fueron distribuidas las encuestas: Calle Rubén Darío, 4ta. Calle Poniente, 11Ave. Sur, Calle Delgado, Calle Arce, Ave. España y 6ta.Calle Poniente.

4.2.1 TIPO DE ESTUDIO.

Prospectivo

4.2.2 TIPO DE MUESTREO.

Por Conglomerados en donde:

Tamaño del universo: 10,243 comerciantes.

En el último censo realizado por la alcaldía municipal de San Salvador en el Centro Histórico se obtuvieron los resultados siguientes:

7,085 vendedores informales

3,158 comerciantes formales

Unidades de la muestra: a) Comerciantes informales

b) Comerciantes formales

Tamaño de la Muestra: $n= 204$

Tiempo de muestreo: Realizado en los meses de Octubre 2001 a Enero 2002.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

1.0 RESULTADOS

1.1 RESULTADOS DEL METODO ANALITICO

METODO GRAVIMETRICO: PARA CUANTIFICAR PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM₁₀)

SITIO PALACIO NACIONAL

Contaminante: Partículas Menores de 10 micras (PM 10)

TABLA N°2
Período: Septiembre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 (µg /m ³)	Observaciones
		Inicio	Final				
28-09-01	24.00	175.1	176.4	3.8	VIERNES	237.57	
30-09-01	24.00	174.8	176.2	3.8	DOMINGO	255.80	Filtro dañado
						246.68	Promedio

TABLA N°3
Período: Octubre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 (µg /m ³)	Observaciones
		Inicio	Final				
05-10-01	24.00	178.1	179.2	3.8	VIERNES	201.02	
10-10-01	24.00	173.7	174.5	3.8	MIERCOLES	146.20	Filtro dañado
15-10-01	24.00	171.5	171.6	3.8	LUNES	31.10	*Filtro se rompió
21-10-01	24.00	171.0	171.4	3.8	DOMINGO	73.10	*Filtro se rompió
25-10-01	24.00	171.5	171.9	3.8	JUEVES	73.10	
30-10-01	24.00	169.7	170.0	3.8	MARTES	54.82	
						118.78	Promedio

***Nota:** En la sumatoria total promedio, los datos de filtros rotos no se incluyen debido a que al romperse el filtro se observa una pérdida de partículas las cuales eran depositadas en el prefiltro. Los filtros dañados se toman en cuenta en la sumatoria ya que no hay pérdida de partículas observadas en el prefiltro.

TABLA N°4
Período: Noviembre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
05-11-01	24.00	172.47	172.7	3.8	LUNES	42.03	
09-11-01	24.00	172.3	172.6	3.8	VIERNES	54.82	
14-11-01	24.00	170.87	170.4	3.8	MIERCOLES	85.89	Filtro dañado
19-11-01	24.00	172.0	172.36	3.8	LUNES	65.10	
24-11-01	24.00	173.96	174.96	3.8	SABADO	104.16	Filtro dañado
29-11-01	24.00	177.6	178.1	3.8	JUEVES	91.37	
						73.89	Promedio

TABLA N°5
Período: Diciembre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
04-12-01	24.00	179.2	180.0	3.8	MARTES	146.20	
06-12-01	24.00	179.9	180.9	3.8	JUEVES	158.99	Filtro se rompió
10-12-01	24.00	182.0	182.7	3.8	LUNES	127.92	
13-12-01	24.00	174.8	175.6	3.8	JUEVES	146.20	Filtro dañado
17-12-01	24.00	177.8	178.0	3.8	LUNES	182.74	Filtro dañado
						150.76	Promedio

***Nota:** en la sumatoria total promedio los datos de filtros rotos no se incluyen debido a que al romperse el filtro se observa una pérdida de partículas las cuales eran depositadas en el prefiltro. Los filtros dañados se toman en cuenta en la sumatoria ya que no hay pérdida de partículas observadas en el prefiltro.

TABLA N°6

Período: Enero 2002.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} /\text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
07-01-02	24.00	178.8	179.4	3.76	LUNES	110.81	Filtro dañado
12-01-02	24.00	181.5	182.2	3.76	SABADO	129.28	
18-01-02	24.00	181.5	182.2	3.76	VIERNES	129.28	
24-01-02	24.00	178.7	179.6	3.76	JUEVES	166.22	
28-01-02	24.00	182.0	182.7	3.76	LUNES	129.28	
						133.08	Promedio

SITIO DISTRITO CENTRO HISTORICO

Contaminante: Partículas Menores de 10 micras (PM 10)

TABLA N°7

Período: Septiembre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} /\text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
28-09-01	24.00	170.9	171.0	3.8	VIERNES	18.2	Filtro se rompió
30-09-01	24.00	170.9	171.3	3.8	DOMINGO	73.1	
						73.1	Promedio

TABLA N°8

Período: Octubre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
05-10-01	24.00	171.3	171.7	3.8	VIERNES	73.1	Filtro dañado
10-10-01	24.00	173.2	173.3	3.8	MIERCOLES	18.3	Filtro dañado
15-10-01	24.00	175.1	175.2	3.8	LUNES	18.2	Filtro se rompió
21-10-01	24.00	173.16	173.3	3.8	DOMINGO	25.6	
25-10-01	24.00	174.0	174.1	3.8	JUEVES	18.2	Filtro dañado
30-10-01	24.00	174.0	174.1	3.8	MARTES	18.27	
						30.69	Promedio

***Nota:** en la sumatoria total promedio los datos de filtros rotos no se incluyen debido a que al romperse el filtro se observa una pérdida de partículas las cuales eran depositadas en el prefiltro. Los filtros dañados se toman en cuenta en la sumatoria ya que no hay pérdida de partículas observadas en el prefiltro.

TABLA N°9

Período: Noviembre 2001

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
05-11-01	24.00	171.1	171.3	3.84	LUNES	36.16	Filtro dañado
09-11-01	24.00	169.9	170.2	3.84	VIERNES	54.25	
14-11-01	24.00	172.97	173.0	3.84	MIERCOLES	73.33	Filtro dañado
19-11-01	24.00	169.9	170.0	3.84	LUNES	18.27	Filtro se rompió
24-11-01	24.00	175.2	175.6	3.84	SABADO	72.33	
29-11-01	24.00	176.1	176.4	3.84	JUEVES	41.01	
						55.41	Promedio

***Nota:** en la sumatoria total promedio los datos de filtros rotos no se incluyen debido a que al romperse el filtro se observa una pérdida de partículas las cuales eran depositadas en el prefiltro. Los filtros dañados se toman en cuenta en la sumatoria ya que no hay pérdida de partículas observadas en el prefiltro.

TABLA N°10
Período: Diciembre 2001.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
04-12-01	24.00			3.84	MARTES		*N.M.
06-12-01	24.00	179.5	179.7	3.84	JUEVES	36.17	Filtro dañado
10-12-01	24.00	181.7	182.3	3.84	LUNES	108.50	
13-12-01	24.00	182.1	182.47	3.84	JUEVES	65.93	Filtro dañado
17-12-01	24.00	174.4	174.5	3.84	LUNES	18.10	Filtro dañado
						57.17	Promedio

***N.M** = No Medido, debido a que el equipo fue desconectado por la seguridad del Distrito Centro Histórico

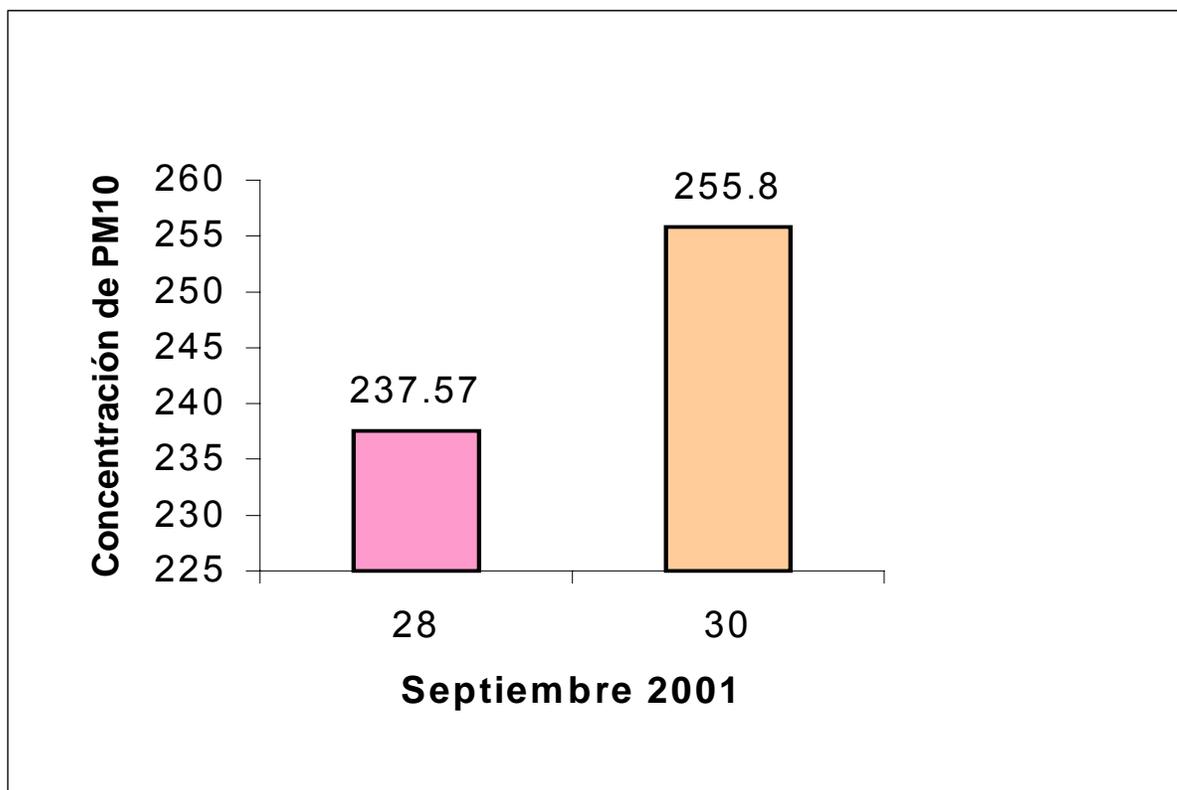
TABLA N°11
Período: Enero 2002.

Fecha de exposición	Duración (horas)	Peso(miligramos)		Flujo (litros/min.)	Día de semana	PM 10 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	Observaciones
		Inicio	Final				
07-01-02	24.00	175.6	175.7	3.83	LUNES	18.13	Filtro se rompió
12-01-02	24.00	178.8	179.3	3.83	SABADO	90.66	
18-01-02	24.00	179.5	179.7	3.83	VIERNES	36.26	Filtro dañado
24-01-02	24.00	178.7	179.0	3.83	JUEVES	54.40	
28-01-02	24.00	178.8	179.3	3.83	LUNES	90.66	
						68.00	Promedio

***Nota:** en la sumatoria total promedio los datos de filtros rotos no se incluyen debido a que al romperse el filtro se observa una pérdida de partículas las cuales eran depositadas en el prefiltro. Los filtros dañados se toman en cuenta en la sumatoria ya que no hay pérdida de partículas observadas en el prefiltro.

GRAFICO N° 1

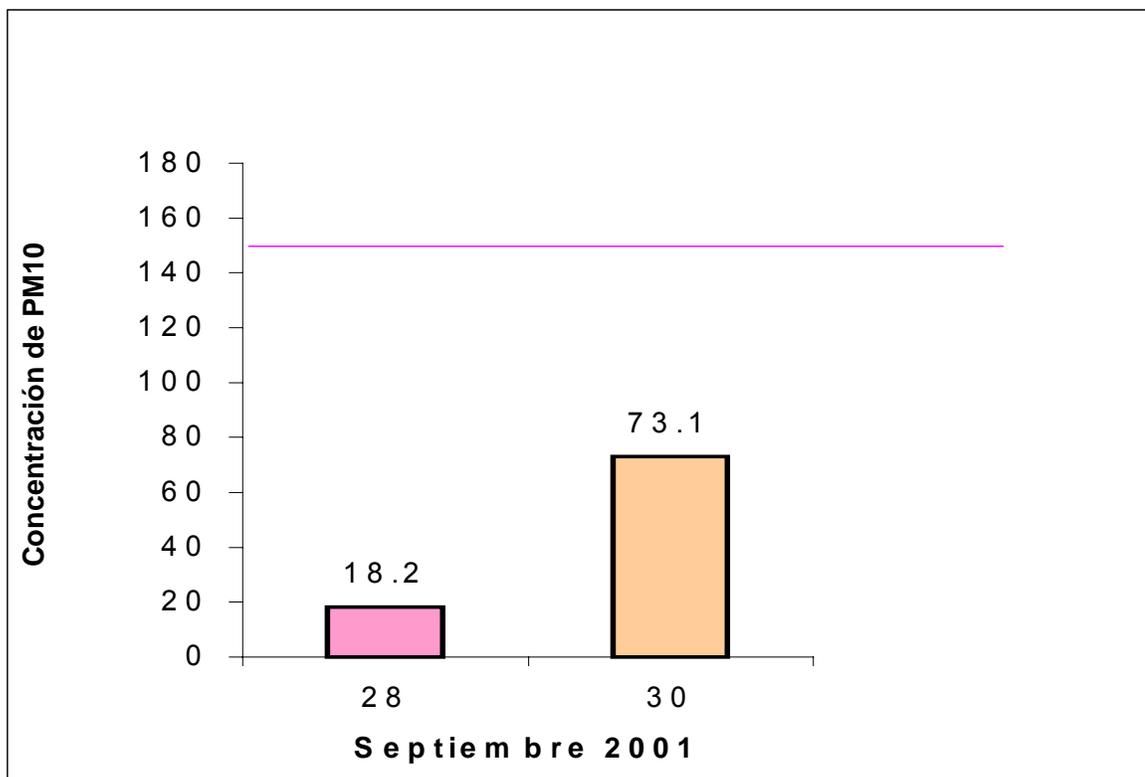
Resultados obtenidos del monitoreo de PM₁₀ durante el mes de septiembre del 2001, en el Palacio Nacional (Alto flujo vehicular)



Interpretación: se observa que los resultados sobrepasan el límite máximo permisible (150 $\mu\text{g} / \text{m}^3$). para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993).

GRAFICO N° 2

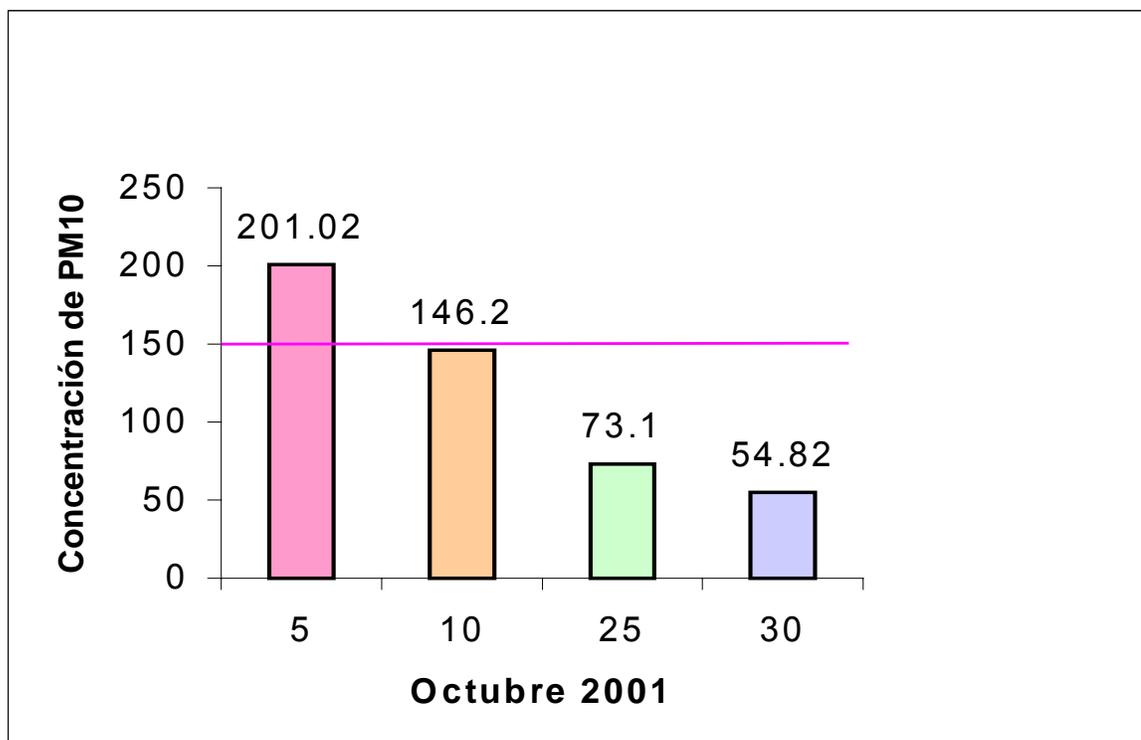
Resultados obtenidos del monitoreo de PM₁₀ durante el mes de septiembre del 2001, en el Distrito Centro Histórico (Bajo flujo vehicular)



Interpretación: se observa que los resultados no sobrepasan el límite máximo permisible (150 µg / m³). para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993).

GRAFICO N° 3

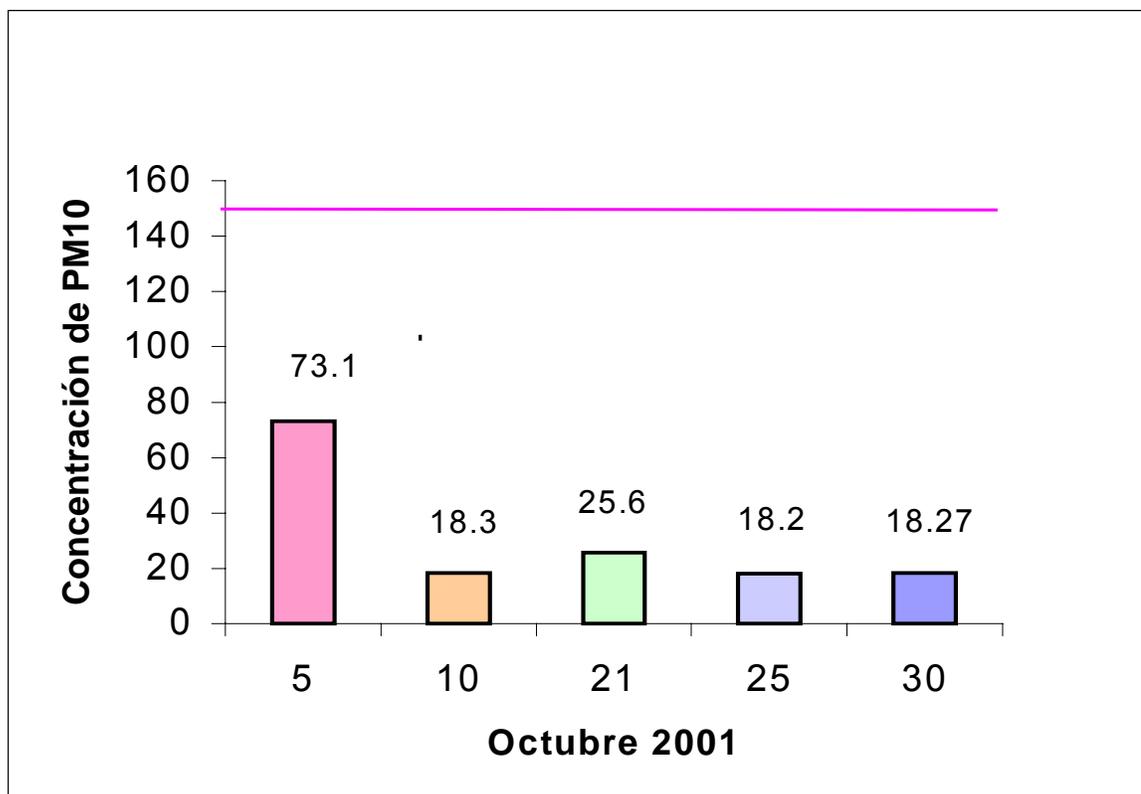
Resultados obtenidos del monitoreo de PM₁₀ durante el mes de octubre del 2001, en el Palacio Nacional (Alto flujo vehicular)



Interpretación: se observa que el resultado del 5 de octubre sobrepasa el límite máximo permisible (150 µg / m³). para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993). Los resultados del 15 y 21 de octubre no se incluyen en la gráfica ya que los filtros se rompieron.

GRAFICO N° 4

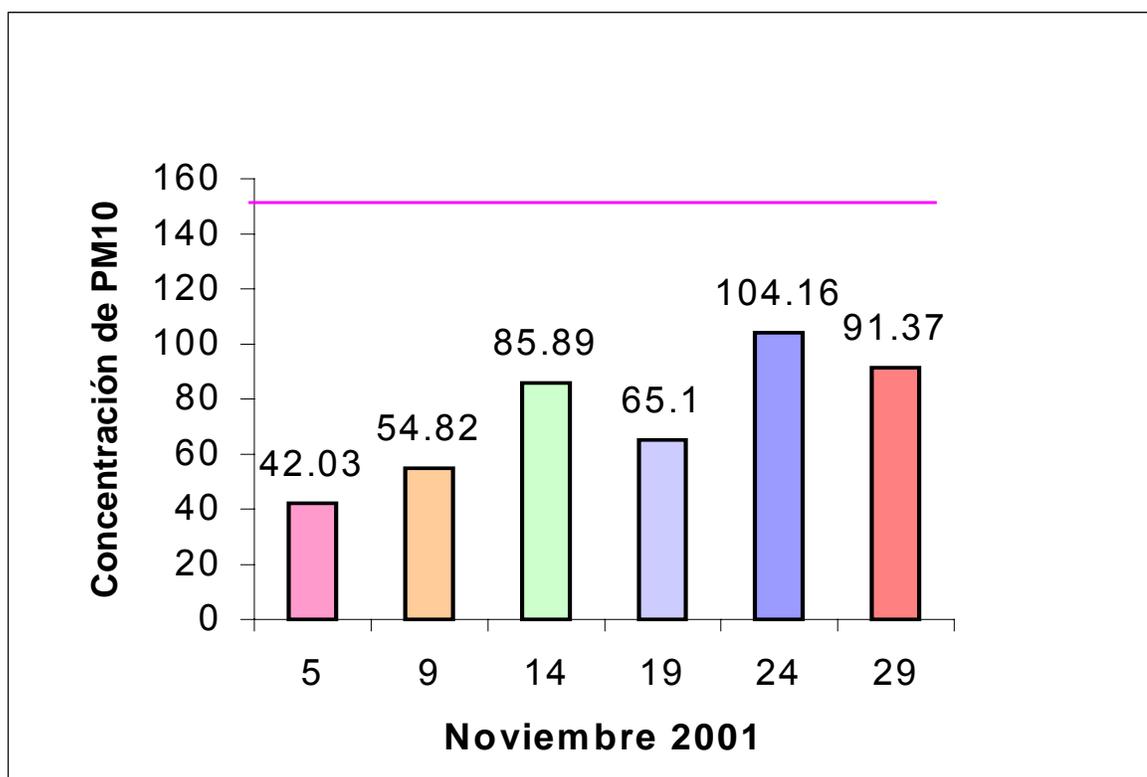
Resultados obtenidos del monitoreo de PM₁₀ durante el mes de octubre del 2001, en el Distrito Centro Histórico (Bajo flujo vehicular)



Interpretación: se observa que los resultados no sobrepasan el límite máximo permisible (150 $\mu\text{g} / \text{m}^3$). para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADORAÑA NSO, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993)

GRAFICO N° 5

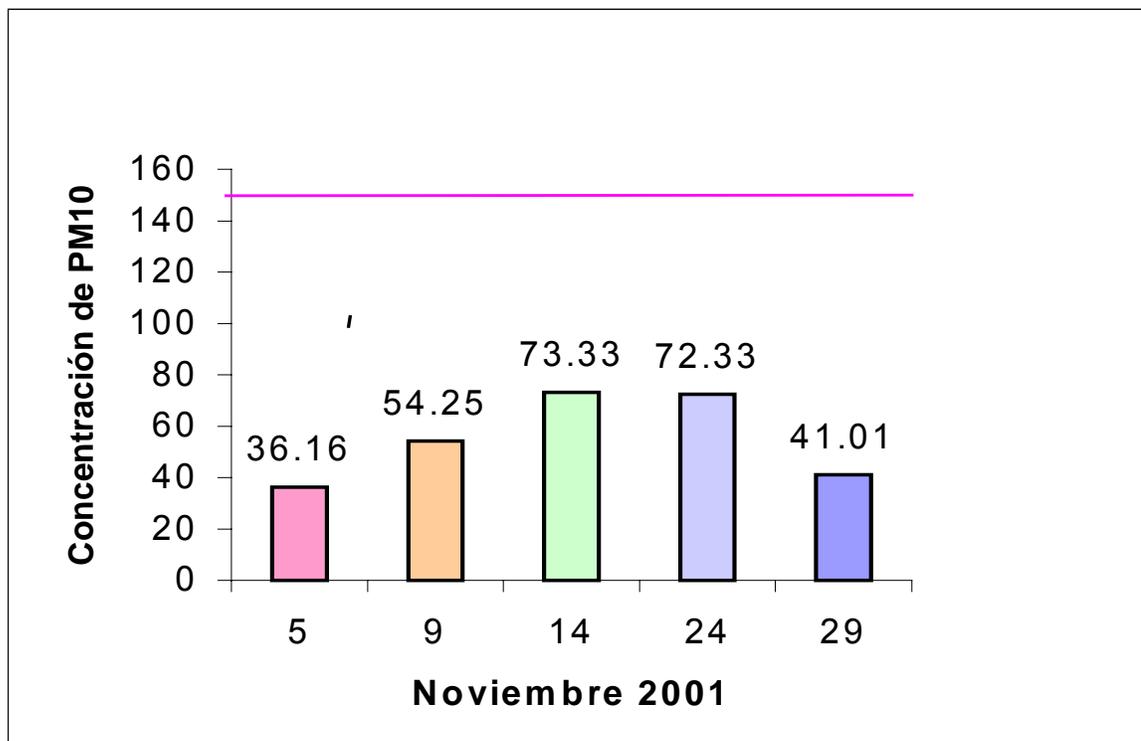
Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de noviembre del 2001, en el Palacio Nacional (Alto flujo vehicular)



Interpretación: se observa que los resultados no sobrepasan el límite máximo permisible (150 µg / m³), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993)

GRAFICO N° 6

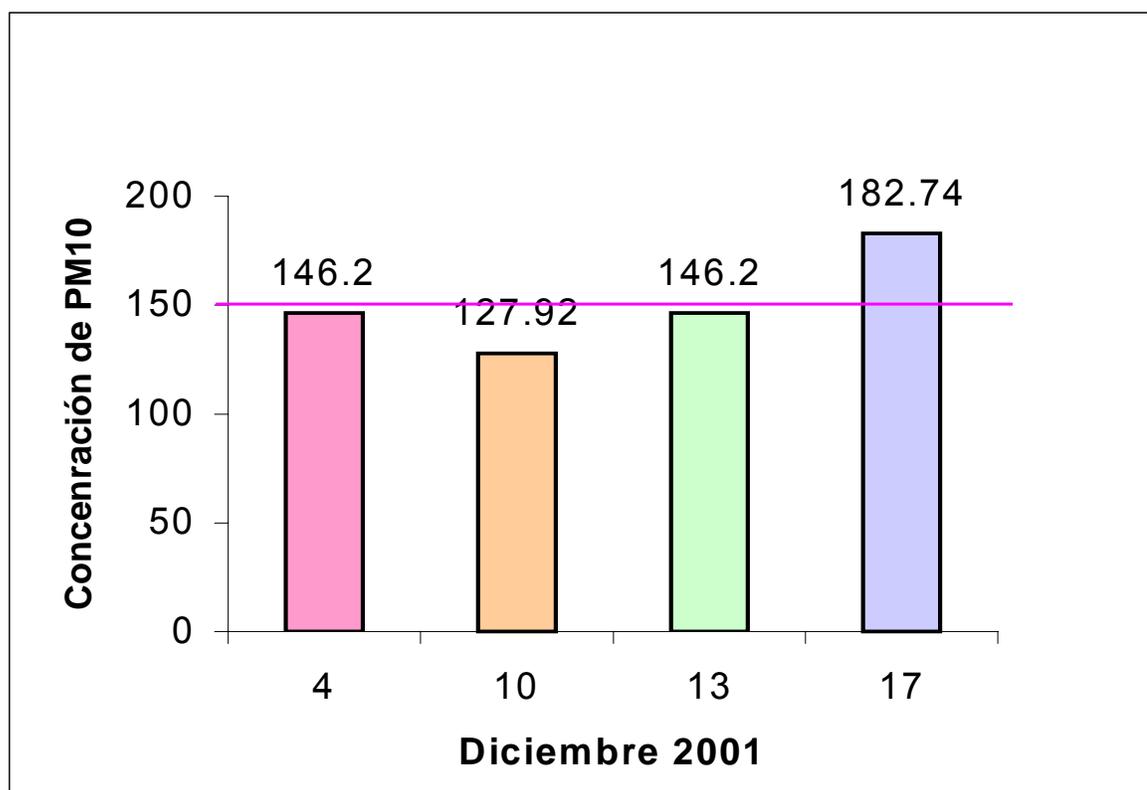
Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de noviembre del 2001, en el Distrito Centro Histórico (Bajo flujo vehicular).



Interpretación: se observa que los resultados no sobrepasan el límite máximo permisible (150 µg / m³), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993). El resultado del 19 de noviembre no se incluye en el gráfico ya que el filtro se rompió.

GRAFICO N° 7

Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de diciembre del 2001, en el Palacio Nacional (Alto flujo vehicular)

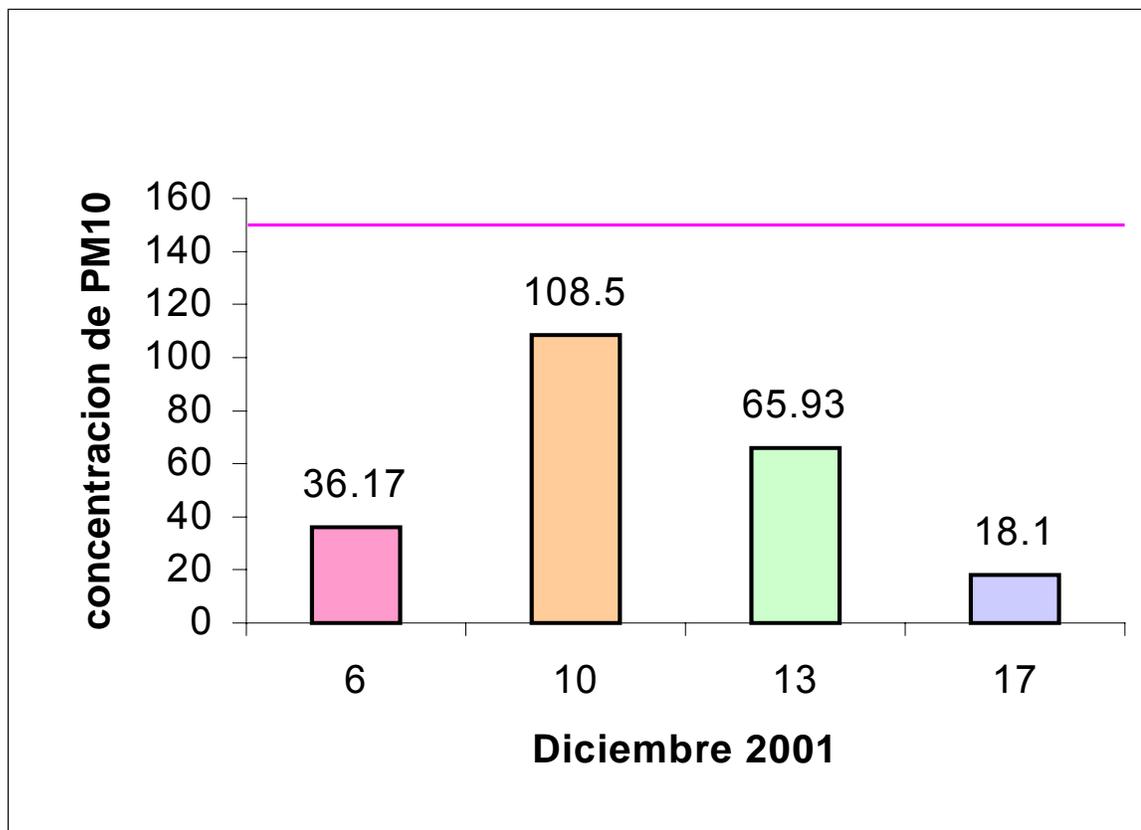


Interpretación: se observa que el resultado del 17 de diciembre sobrepasa el límite máximo permisible (150 µg / m³), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSP, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993).

El resultado del 6 de diciembre no se incluye en el gráfico ya que el filtro se rompió.

GRAFICO N° 8

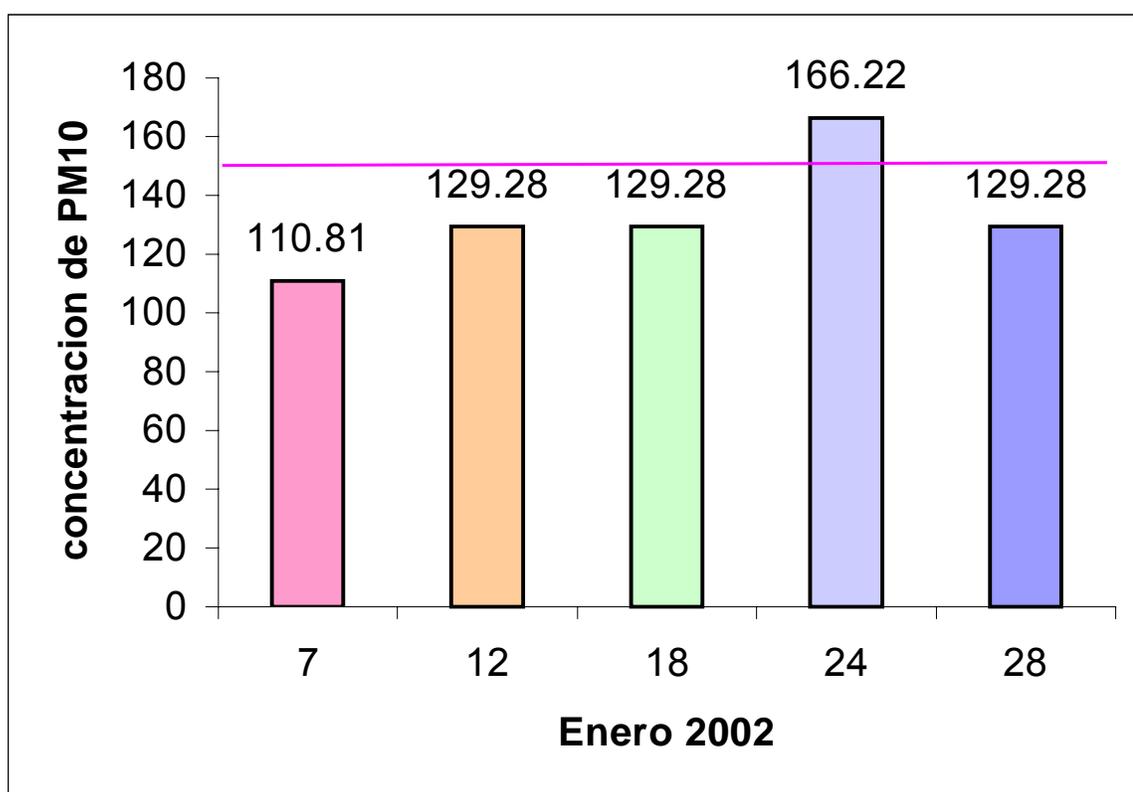
Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de diciembre del 2001, en el Distrito Centro Histórico (Bajo flujo vehicular).



Interpretación: se observa que los resultados no sobrepasan el límite máximo permisible (150 $\mu\text{g} / \text{m}^3$), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993).

GRAFICO N° 9

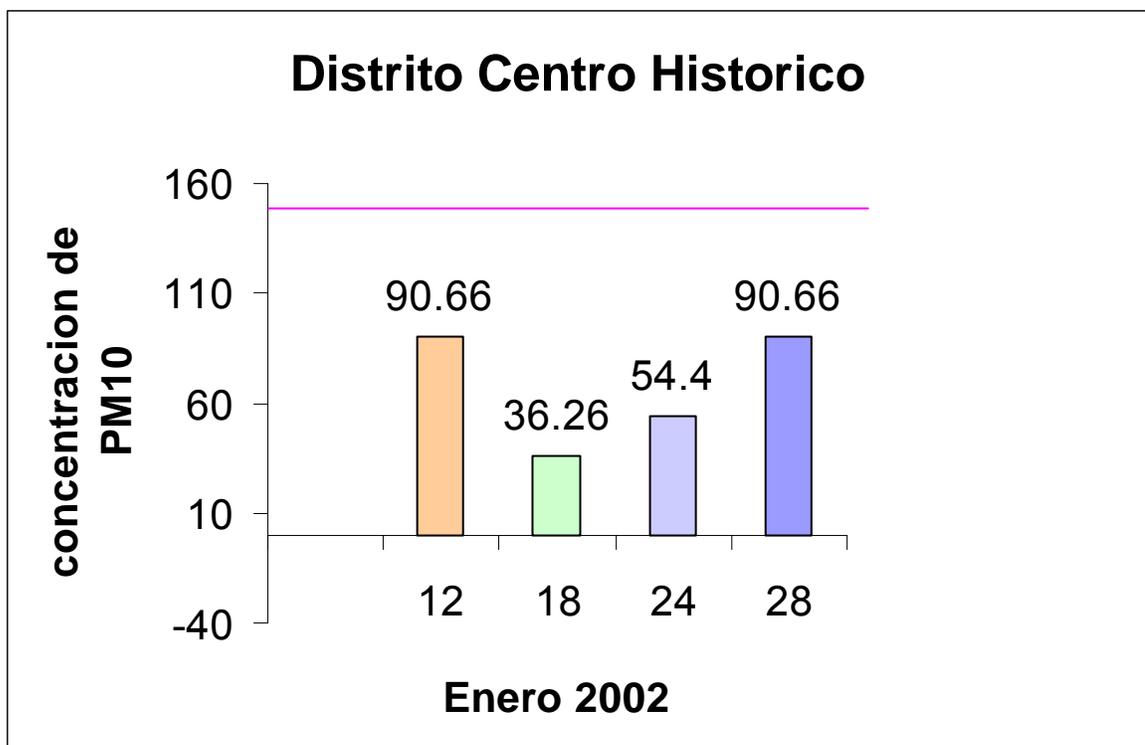
Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de enero del 2002, en el Palacio Nacional (Alto flujo vehicular).



Interpretación: se observa que el resultado del 24 de enero sobrepasa el límite máximo permisible ($150 \mu\text{g} / \text{m}^3$), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993).

GRAFICO N° 10

Resultados obtenidos durante el monitoreo de PM₁₀ en el mes de enero del 2002, en el Distrito Centro Histórico (Bajo flujo vehicular).



Interpretación: se observa que los resultados obtenidos no sobrepasan el límite máximo permisible ($150 \mu\text{g} / \text{m}^3$), para 24 hrs. dado por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00, sobre la calidad del aire Ambiental, editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA 1993). El resultado del 7 de enero no se incluye en el gráfico ya que el filtro se rompió.

1.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA.

VICTIMAS DE LA CONTAMINACION VEHICULAR

Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud varían enormemente de persona en persona de manera que el material particulado (PM₁₀) puede tener efectos en la salud y bienestar del hombre; pudiendo contribuir a aumentar las enfermedades respiratorias como la bronquitis y exacerbar los efectos de otras enfermedades cardiovasculares. Asimismo, afecta la visibilidad y velocidad de deterioro de muchos materiales.

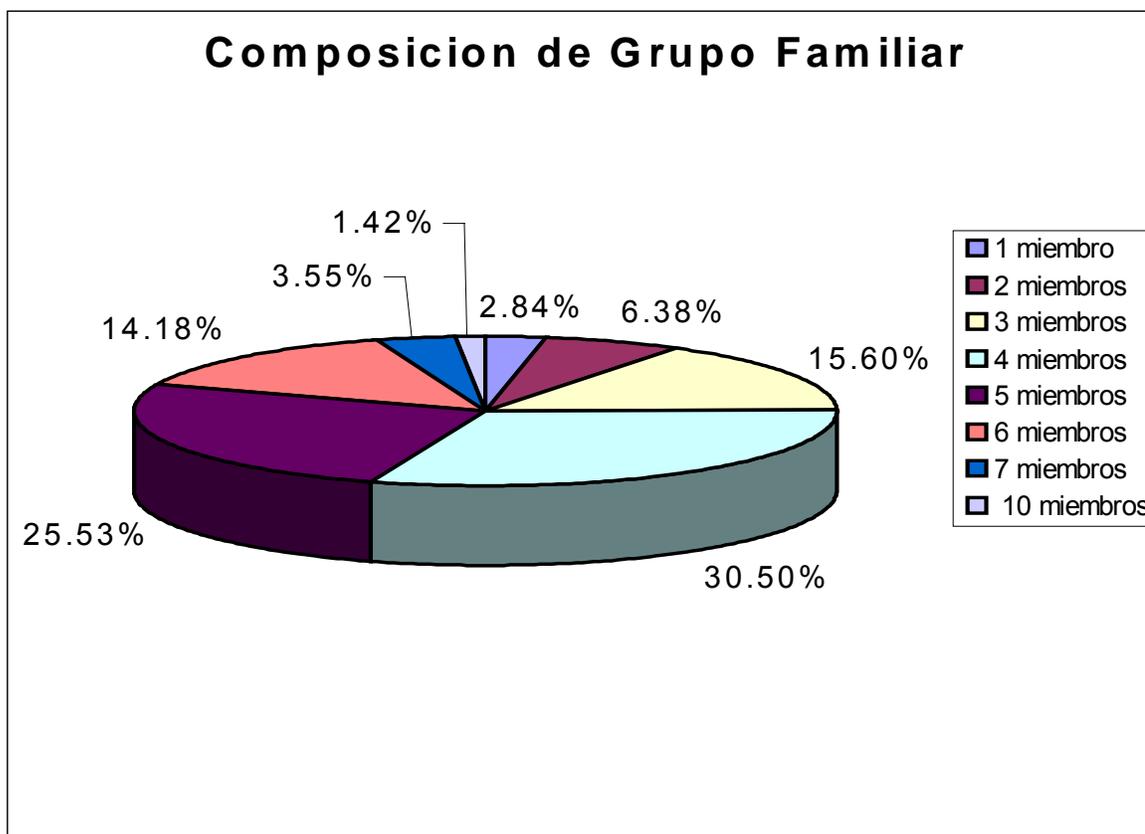
Los grupos que se estudiaron fueron: los vendedores formales (son los que se encontraban trabajando como empleados en micro y pequeñas empresas) e informales (son los que se encontraban en calles y aceras ocupando espacios públicos); estos fueron motivo de estudio ya que ellos permanecen expuestos por largos periodos de tiempo (horas, días y meses) a este tipo de contaminante emitido por los automotores.

A continuación se presentan los porcentajes de personas que permanecen en las calles y avenidas del centro capitalino; así como el porcentaje de individuos que se ven afectados por las emisiones de los automotores que transitan por esta zona y los principales efectos en la salud.

SECTOR INFORMAL

GRAFICO N° 11

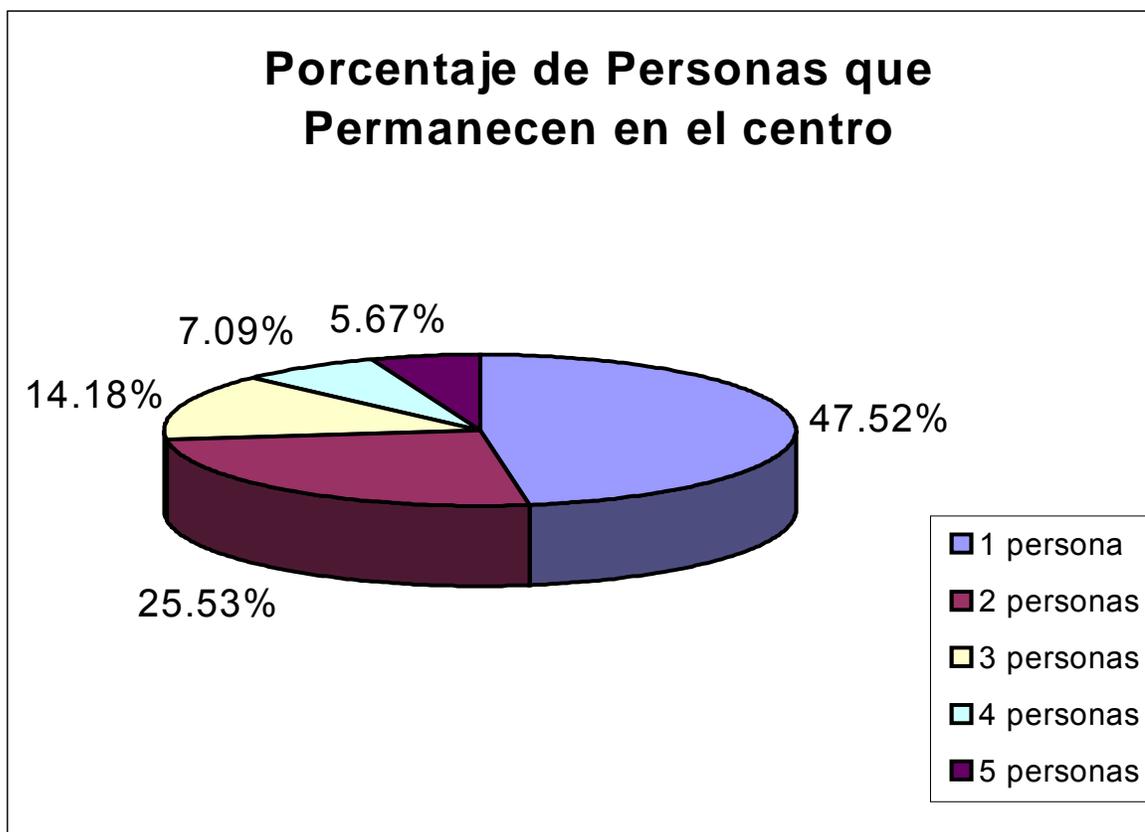
¿Cuántos miembros forman su familia?



Interpretación: del total de los encuestados el 30.5% corresponde a las familias conformadas por 4 miembros y el 25.53% constituye la familia formada por 5 miembros.

GRAFICO N° 12

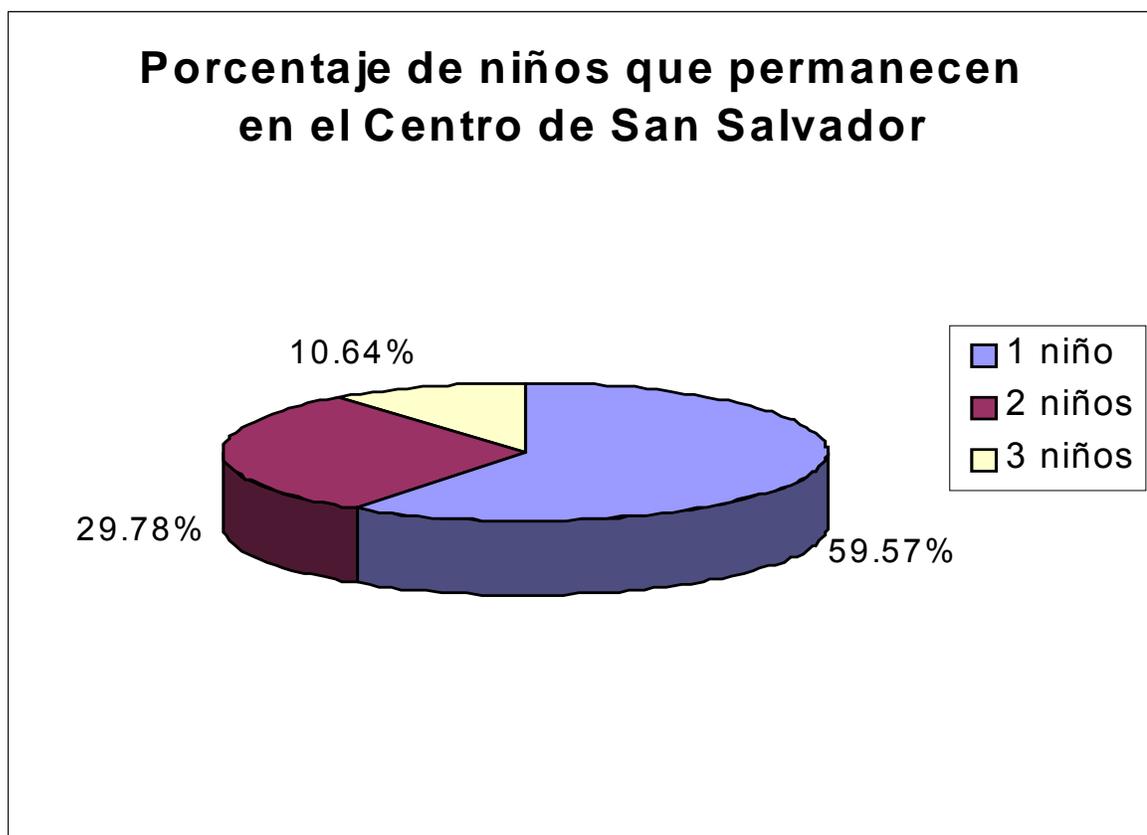
¿Cuántos miembros de su familia permanecen en este lugar?



Interpretación: De cada familia encuestada se observa que de acuerdo a los resultados en la mayoría de los casos es un miembro el que permanece en el centro capitalino y este resultado corresponde al 47.52%.

GRAFICO N° 13

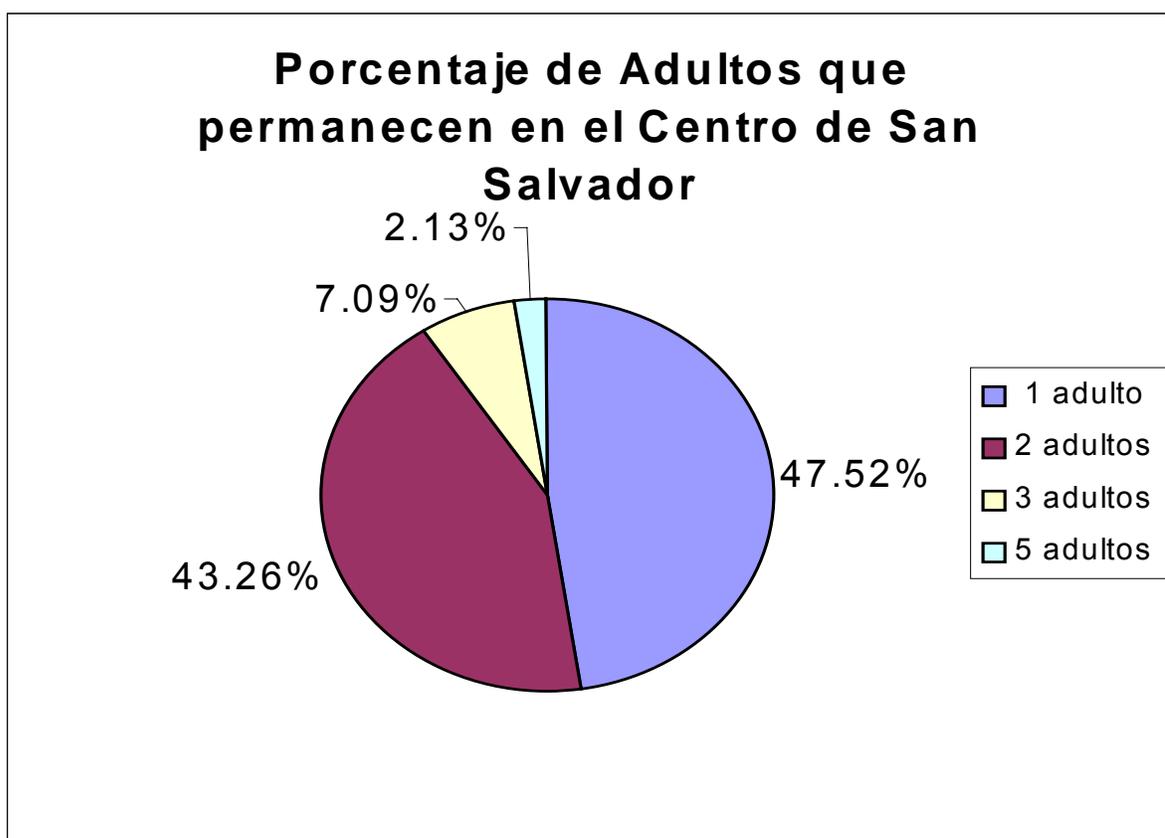
¿De los miembros de su familia que permanecen en este lugar, indicar cuantos son: niños, adultos y ancianos?



Interpretación: de 141 familias encuestadas solo 47 son niños los que permanecen en la zona, de los cuales 28 corresponden al 59.57% de un niño por familia y 29.78% a dos niños por familia.

GRAFICO N° 14

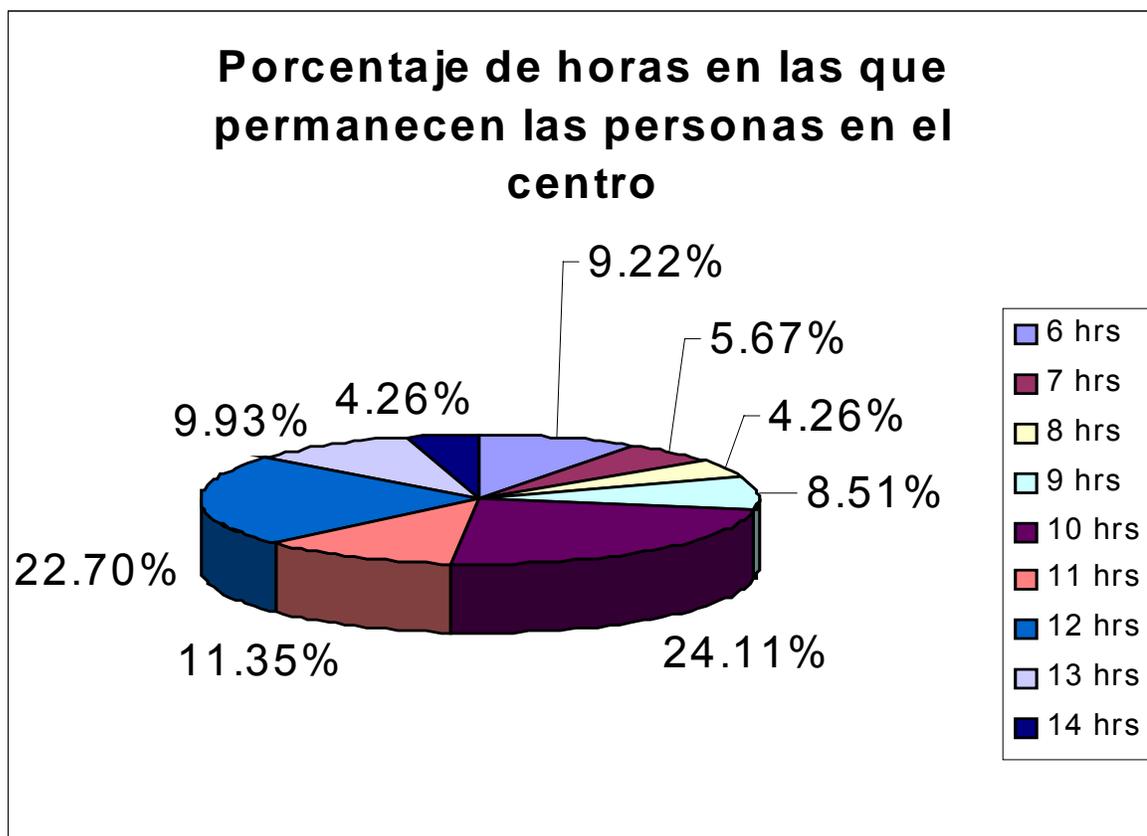
¿De los miembros de su familia que permanecen en este lugar, indicar cuantos son: niños, adultos y ancianos?



Interpretación: De las 141 familias encuestadas el 47.52% corresponden a un adulto que permanece en el centro de San Salvador y el 43.26% corresponde a dos adultos que permanecen en el centro.

GRAFICO N° 15

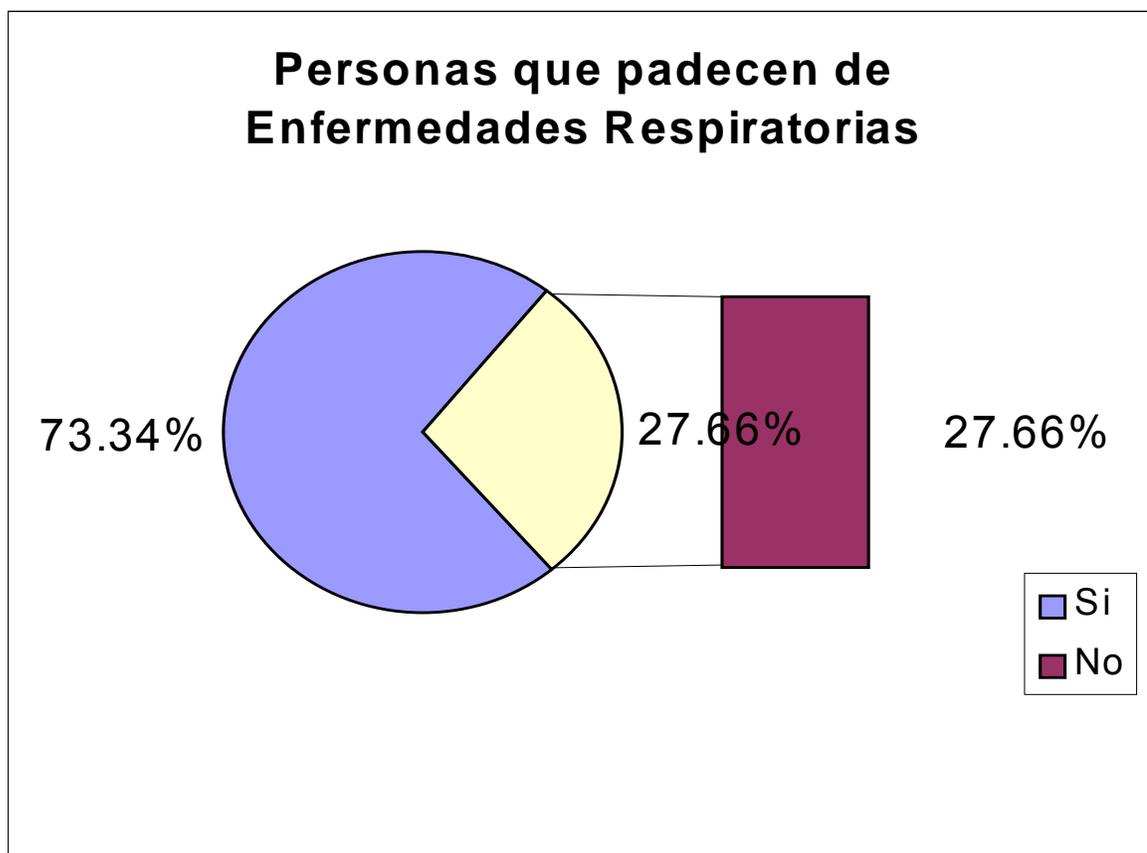
¿Cuántas horas permanecen en este lugar?



Interpretación: De acuerdo a los resultados obtenidos las horas en que permanecen las personas en el centro capitalino se encuentran entre 6 a 14 horas y el porcentaje mayor corresponde a 10 horas.

GRAFICO N° 16

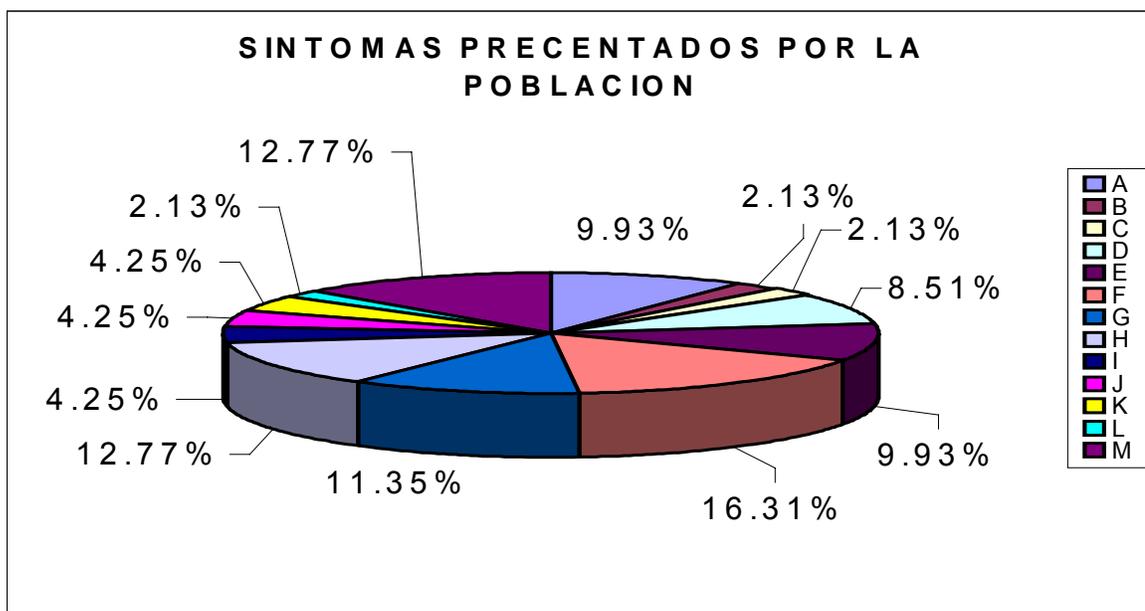
¿Padecen de enfermedades respiratorias?



Interpretación: Como se puede observar en el gráfico el 73.34% corresponde a las personas que expresaron padecer de enfermedades respiratorias y el 27.66% no padecen de estas.

GRAFICO N° 17

¿Qué tipo de síntomas es mas frecuente?

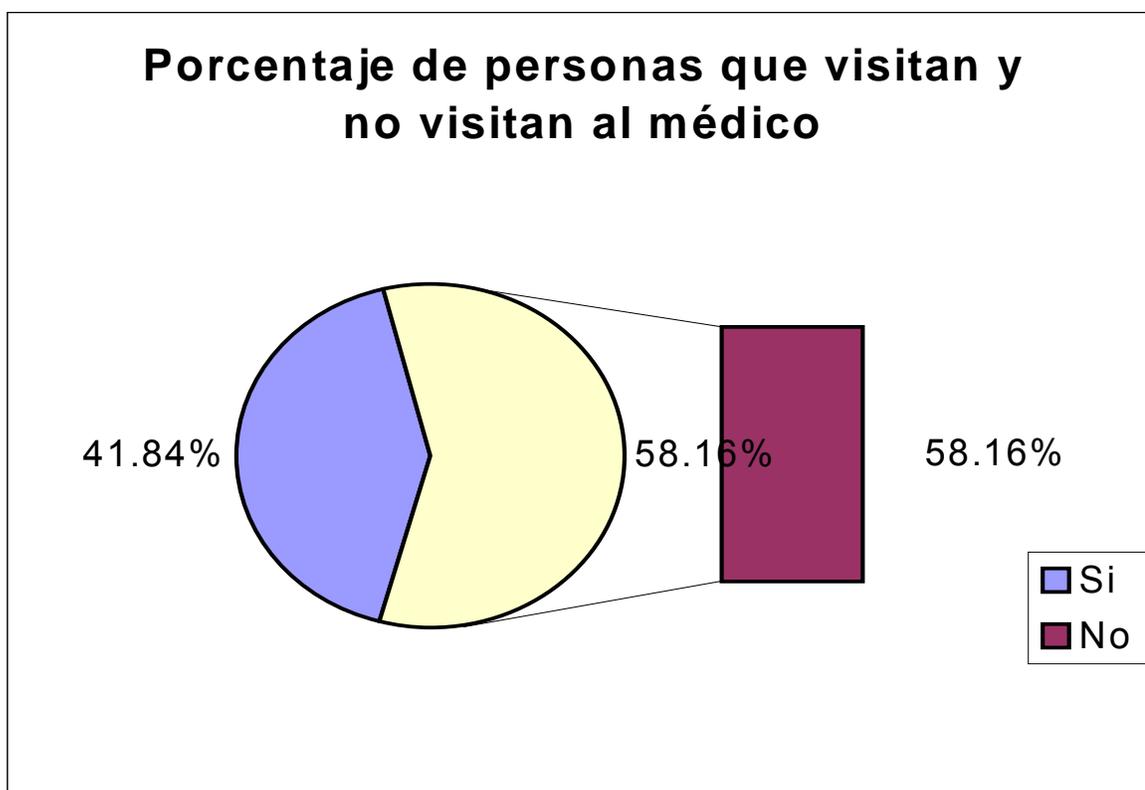


Principales síntomas presentados por la población en estudio:

- A = Tos
- B = Resfriado
- C = Tos, dolor de cabeza e irritación de ojos
- D = Tos y resfriado
- E = Tos e irritación de ojos
- F = Irritación de ojos
- G = Ninguno
- H = Tos, resfriado, dolor de cabeza e irritación de ojos
- I = Tos, resfriado, problemas cardiacos
- J = Congestión nasal e irritación de ojos
- K = Bronquitis y tos
- L = Tos, resfriado, dolor de cabeza, irritación de ojos y problemas cardiacos
- M = Tos, resfriado e irritación de ojos

GRAFICO N° 18

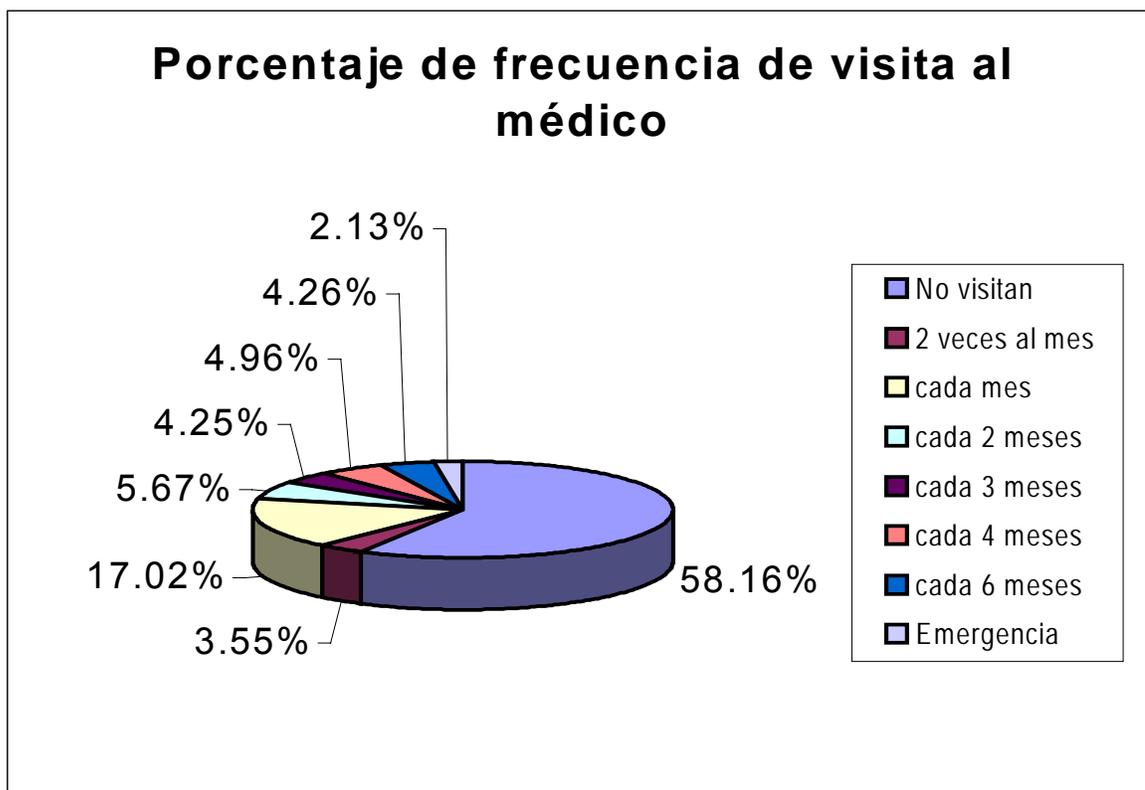
¿Va al médico debido a estos problemas respiratorios?



Interpretación: El gráfico muestra que el 58.16% de los encuestados no visita al médico debido a problemas económicos y otras causas que ellos manifestaron.

GRAFICO N° 19

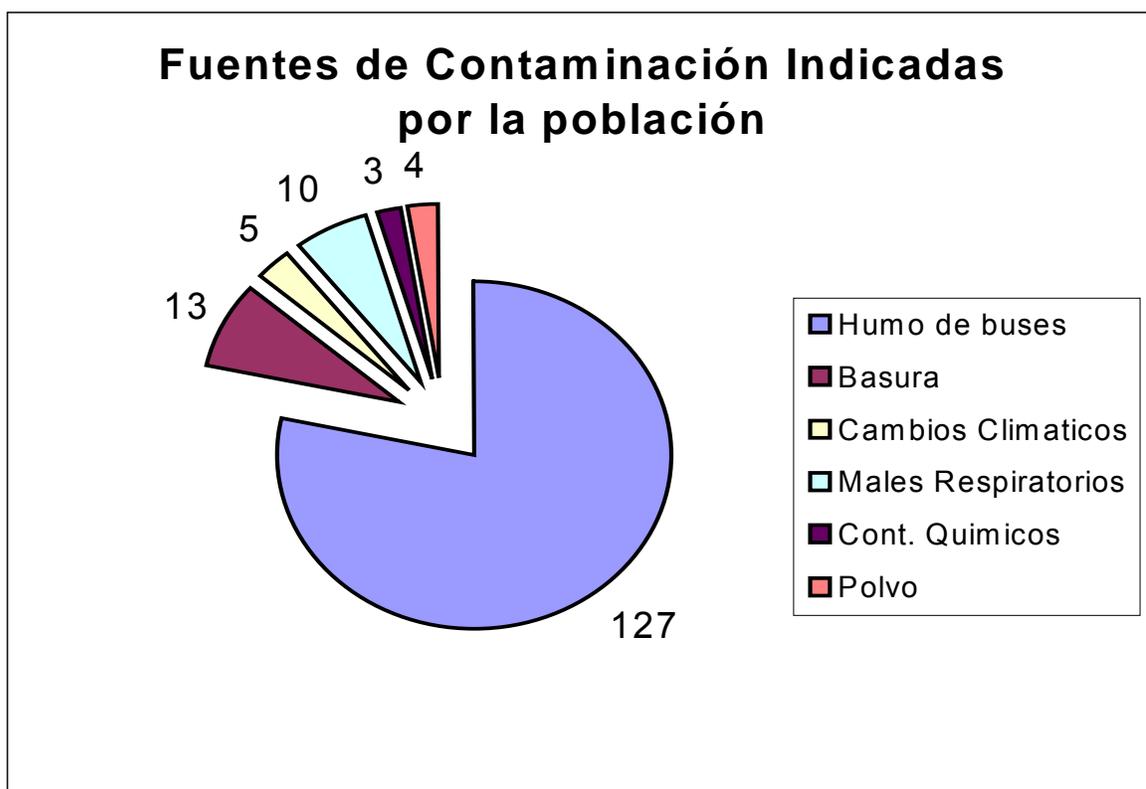
¿Con que frecuencia visita al médico por causa de estas enfermedades respiratorias?



Interpretación: Del 41.84% que visitan al médico el 17.02% lo hace con una frecuencia de una vez al mes y la población restante varía entre una vez cada dos meses a seis meses.

GRAFICO N° 20

¿Cuál cree que es la causa de estas enfermedades?

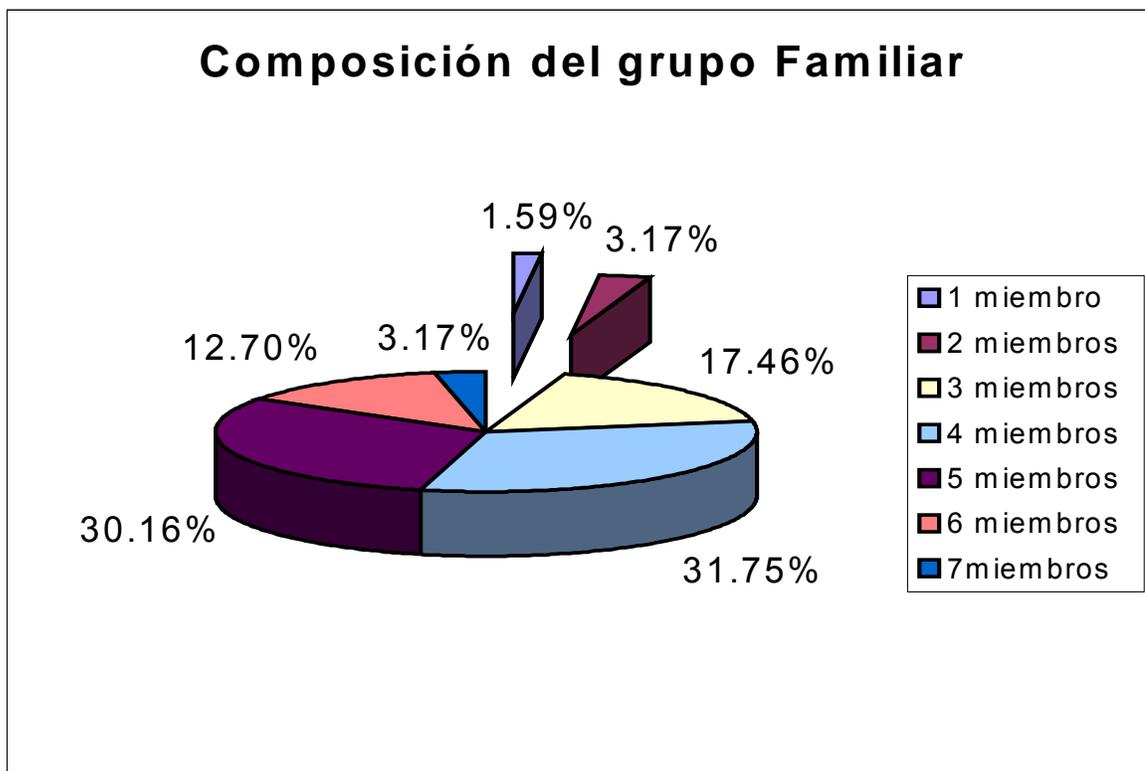


Interpretación: Como se puede observar la mayoría de los encuestados expuso que la principal fuente de contaminación causante de las enfermedades respiratorias es el humo que emiten los buses.

SECTOR FORMAL

GRAFICO N° 21

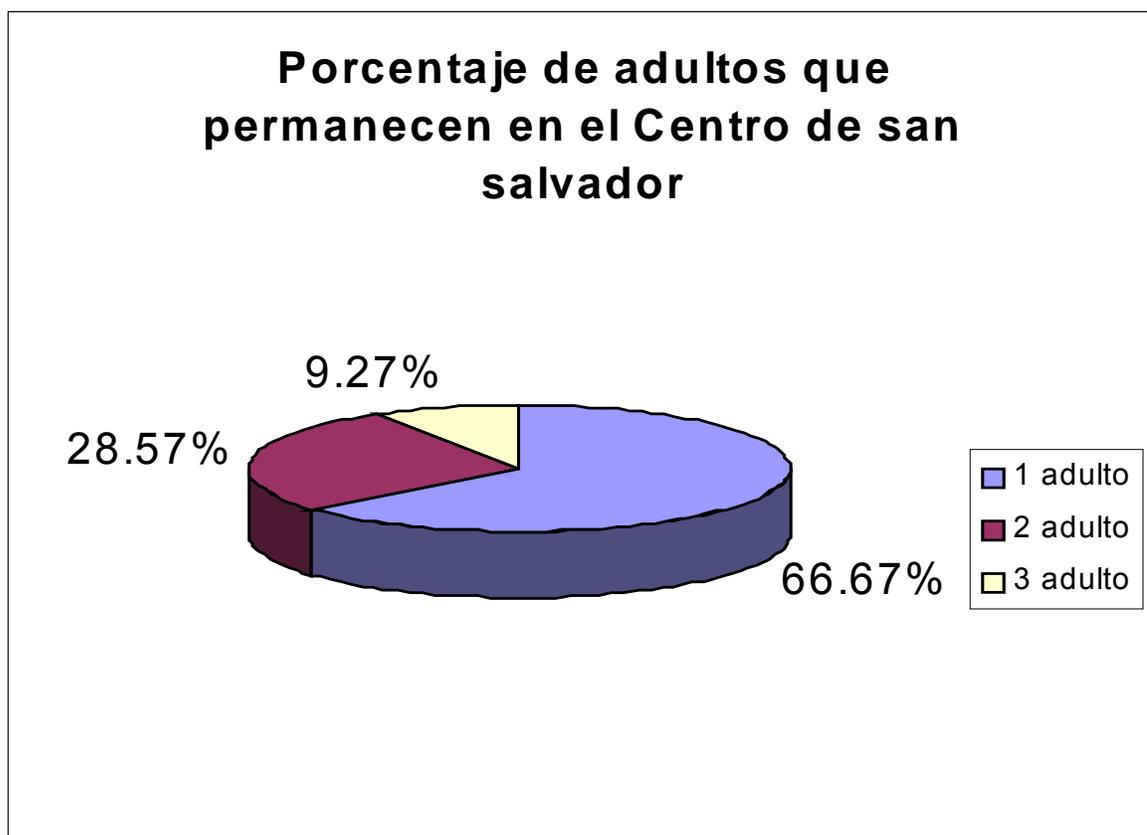
¿Cuántos miembros forman su familia?



Interpretación: del total de los encuestados el 31.75% corresponde a las familias conformadas por 4 miembros y el 30.16% constituye la familia formada por 5 miembros.

GRAFICO N° 22

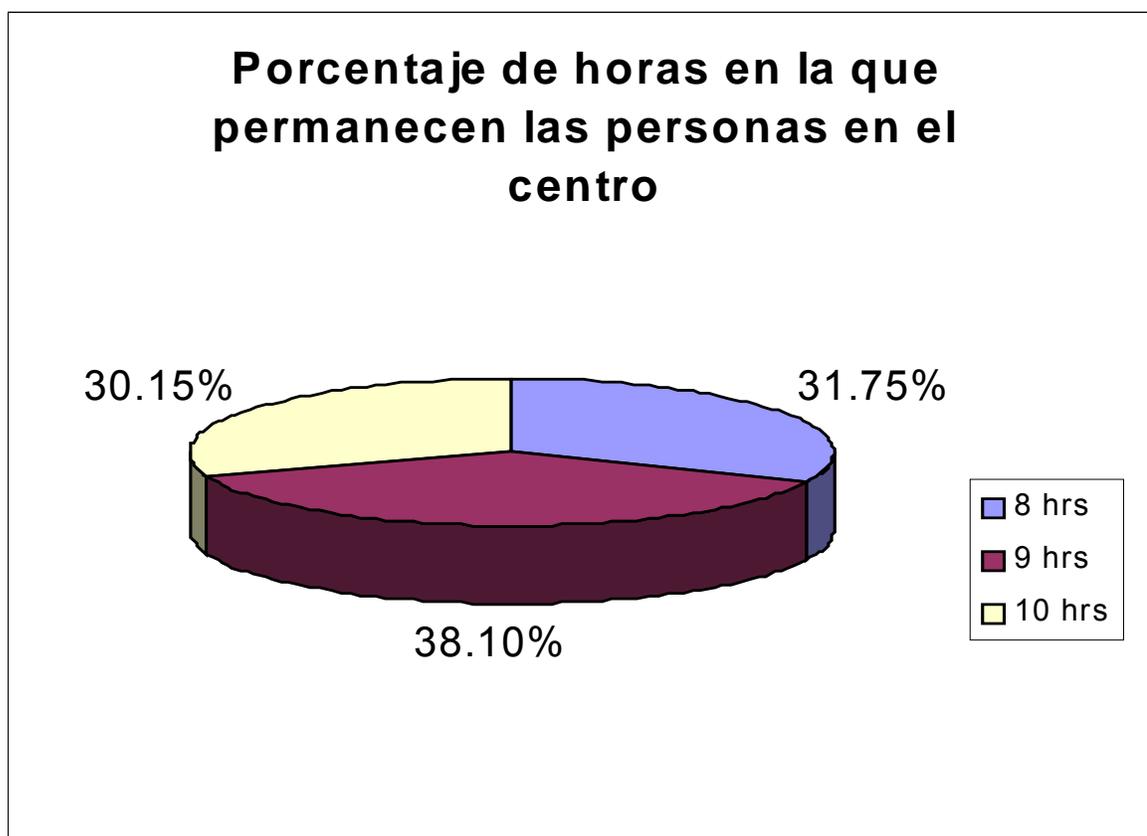
¿Cuántos miembros de su familia permanecen en este lugar o pasan por esta zona?



Interpretación: De las 63 familias encuestadas el 66.67% corresponden a un adulto que permanece en el centro de San Salvador y el 28.57% corresponde a dos adultos que permanecen en el centro.

GRAFICO N° 23

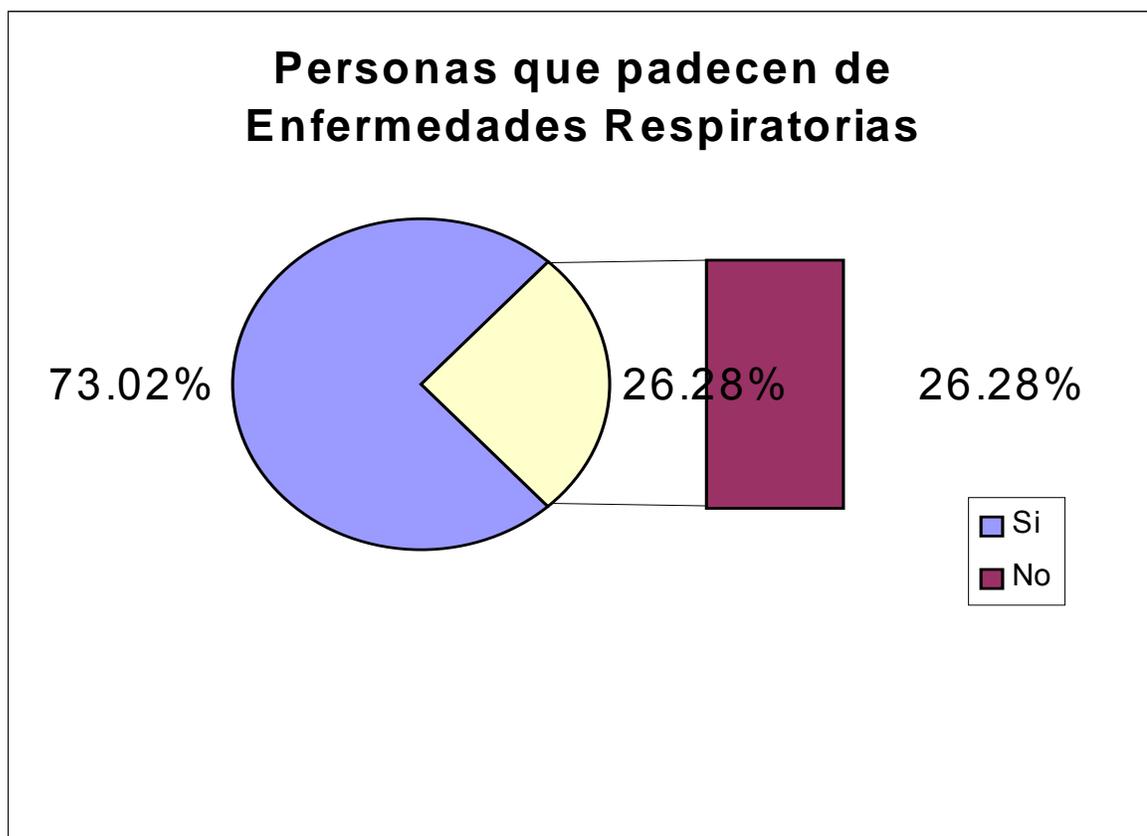
¿Cuántas horas permanecen en este lugar?



Interpretación: De acuerdo a los resultados obtenidos las horas en que permanecen las personas en el centro capitalino se encuentran entre 8 a 10 horas y el porcentaje mayor corresponde a 9 horas.

GRAFICO N° 24

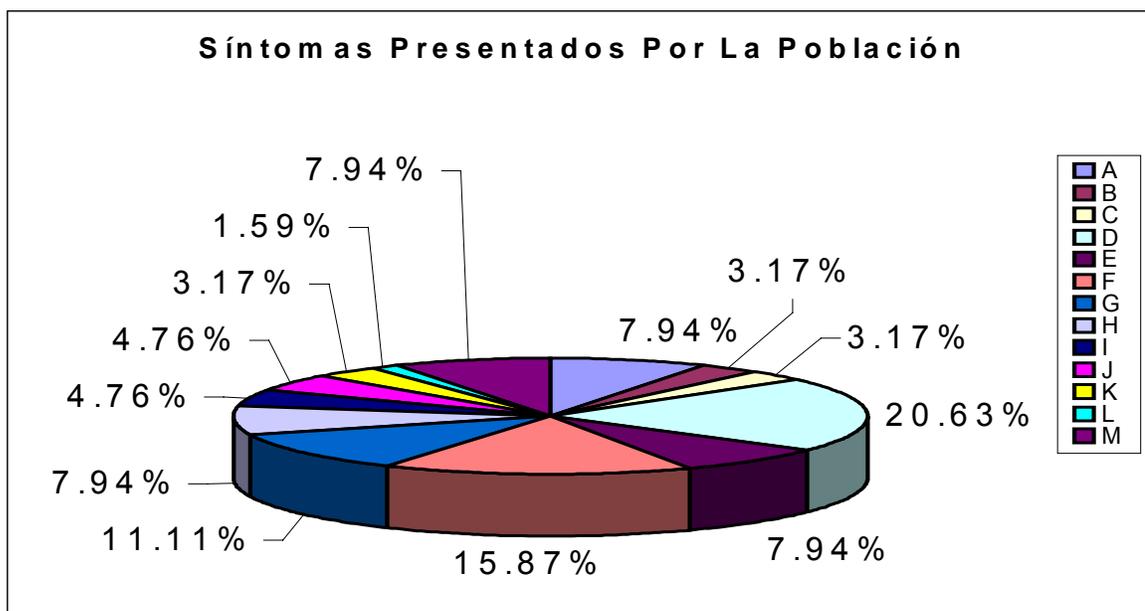
¿Padecen de enfermedades respiratorias?



Interpretación: Como se puede observar en el gráfico el 73.02% corresponde a las personas que expresaron padecer de enfermedades respiratorias y el 26.28% no padecen de estas.

GRAFICA N° 25

¿Qué tipo de síntomas es mas frecuente?



Principales síntomas presentados por la población en estudio:

A = Tos

B = Resfriado

C = Tos, dolor de cabeza e irritación de ojos

D = Tos y resfriado

E = Tos e irritación de ojos

F = Irritación de ojos

G = Ninguno

H = Tos, resfriado, dolor de cabeza e irritación de ojos

I = Tos, resfriado, problemas cardiacos

J = Congestión nasal e irritación de ojos

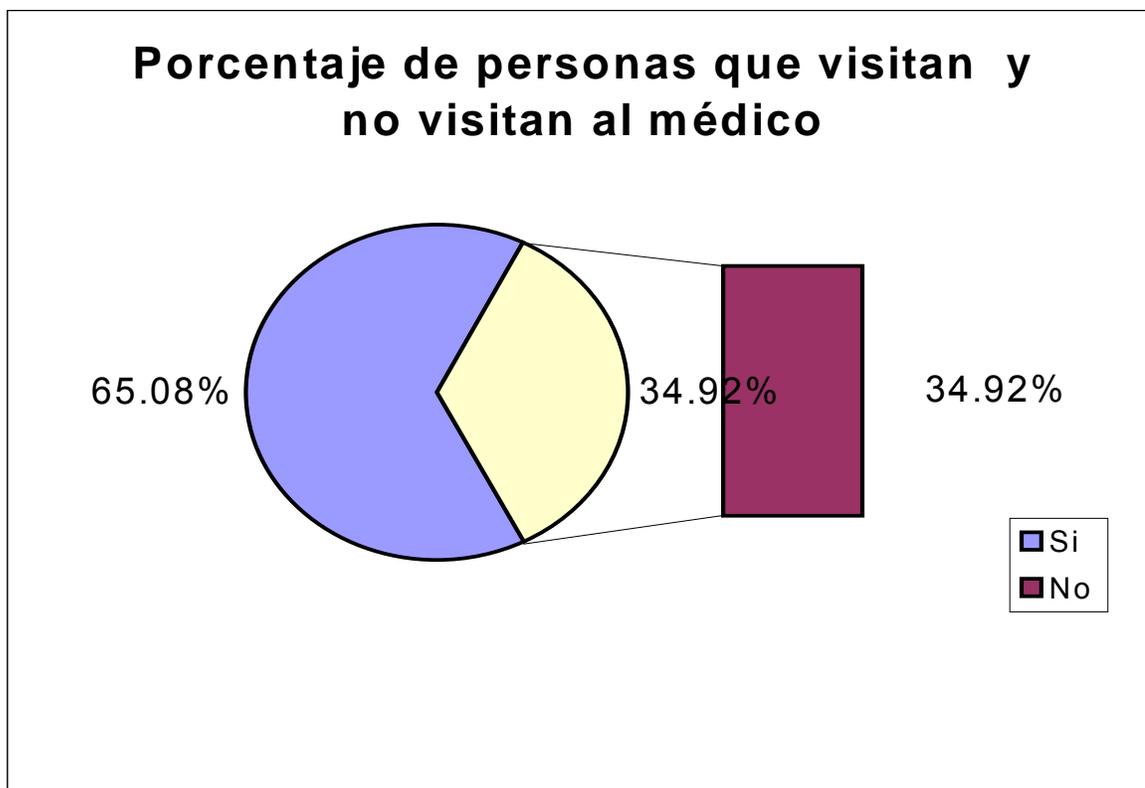
K = Bronquitis y tos

L = Tos, resfriado, dolor de cabeza, irritación de ojos y problemas cardiacos

M = Tos, resfriado e irritación de ojos

GRAFICO N° 26

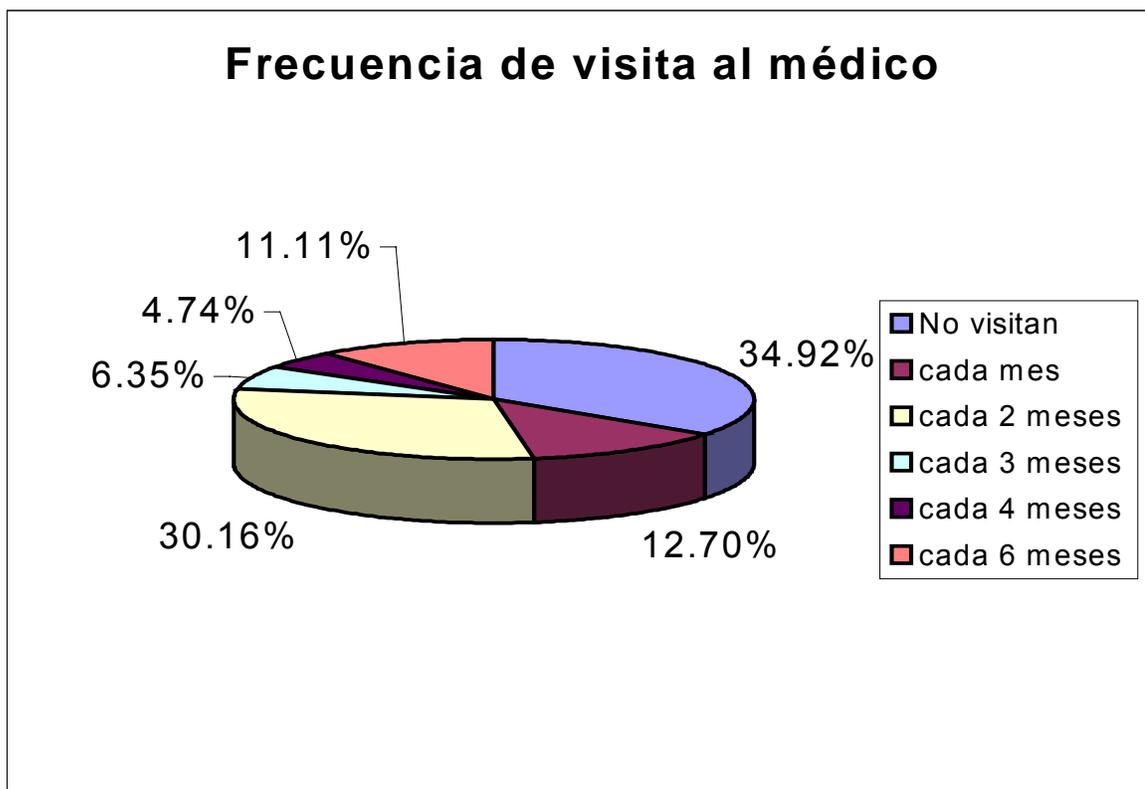
¿Va al médico debido a estos problemas respiratorios?



Interpretación: El gráfico muestra que el 65.08% de los encuestados visita al médico y el 34.92% no lo hace.

GRAFICO N° 27

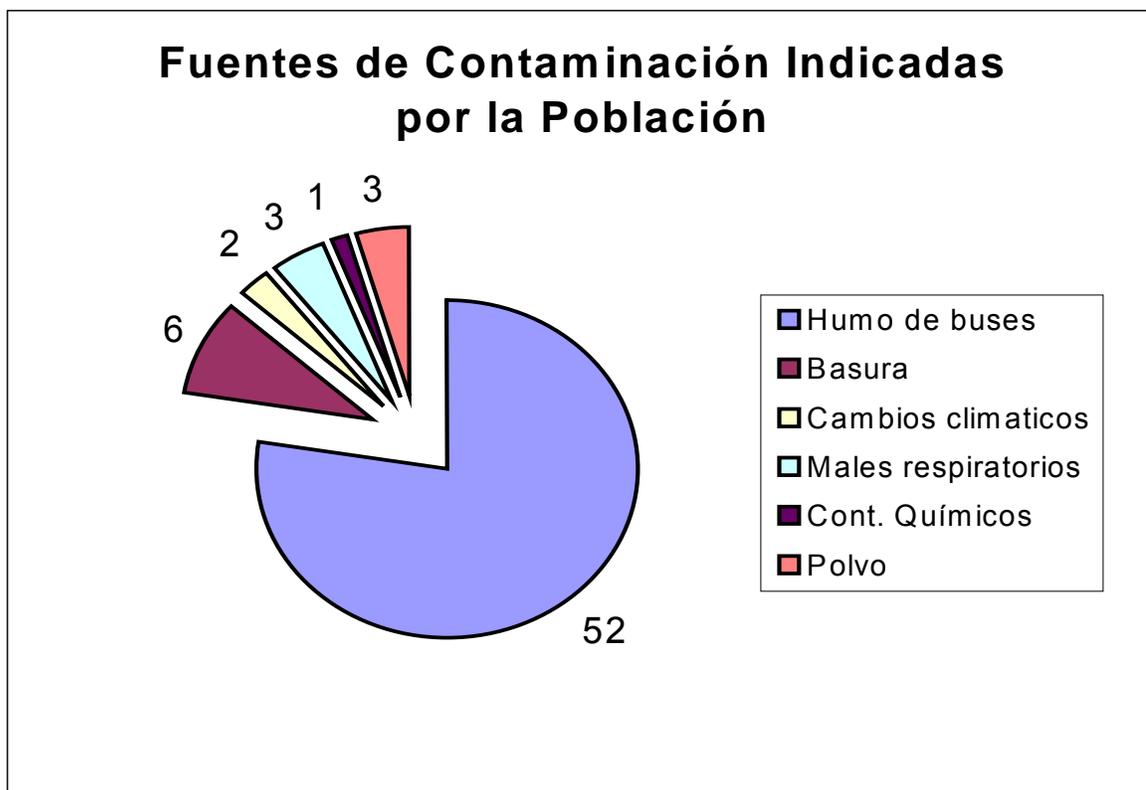
¿Con que frecuencia visita al médico por causa de estas enfermedades respiratorias?



Interpretación: Del 65.08% que visitan al médico el 30.16% lo hace con una frecuencia de una vez cada dos meses y la población restante varía entre una vez al mes a seis meses.

GRAFICO N° 28

¿Cuál cree que es la causa de estas enfermedades?



Interpretación: Como se puede observar la mayoría de los encuestados expuso que la principal fuente de contaminación causante de las enfermedades respiratorias es el humo que emiten los buses.

1.3 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA REALIZADA A MEDICOS ESPECIALISTAS

Se realizaron un total de 14 entrevistas dentro del Hospital Nacional Neumológico y de Medicina Familiar, dicha entrevista fue dirigida hacia los médicos especialistas en el área de Neumología obteniéndose los siguientes resultados:

1. Dentro de los diferentes tipos de problemas respiratorios que los especialistas conocen están:

- ✓ Neumonía
- ✓ Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)
- ✓ Bronquitis
- ✓ Enfermedad Pulmonar Intersticial Difusa (EPID)
- ✓ Cáncer de Pulmón
- ✓ Asma Bronquial
- ✓ Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)
- ✓ Resultantes de Aspersiones Contaminantes
- ✓ Tuberculosis
- ✓ Insuficiencia Respiratoria Crónica (IRC)

2. Síntomas característicos de los problemas respiratorios:

Neumonía: tos productiva, fiebre y dolor torácico.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica: tos seca, disnea, sibilación, obstrucción bronquial o respuesta irreversible.

Bronquitis: tos productiva, disnea y fiebre.

Cáncer de Pulmón: neuroptesis, pérdida de peso y dolor torácico.

Asma Bronquial: sibilización, tos seca, disnea y obstrucción reversible.

Infecciones respiratorias agudas: tos, disnea, fiebre, rinorrea y congestión nasal.

Por partículas: tos y disnea.

Tuberculosis: tos, disnea y fiebre.

Neumoconiosis: tos, disnea y fiebre.

Insuficiencia respiratoria crónica: tos, disnea, expectoración y hemoptisis.

3. Problemas respiratorios por lo que consultan los pacientes:

- ✓ Enfermedades Infectocontagiosas.
- ✓ Neumonía
- ✓ Asma
- ✓ Infecciones respiratorias crónicas
- ✓ Insuficiencia respiratoria crónica
- ✓ Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

✓ Enfermedad pulmonar intersticial difusa

✓ Cáncer

4. Problemas respiratorios más frecuentes:

✓ Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

✓ Enfermedades Infectocontagiosas

✓ Asma

✓ Neumonía

✓ Infecciones respiratorias agudas

5. Causa de los problemas respiratorios:

a) contaminación ambiental 100%

b) condición nutricional 64.28%

c) densidad habitacional 57.14%

d) condiciones climáticas 57.14%

e) efecto sinérgico con otras enfermedades 50%

f) tabaquismo 14.28%

g) carga genética 7.14%

h) falta de cumplimiento de terapéutica 7.14%

i) la pobreza 7.14%

5. La contaminación ambiental es un factor predominante para el aumento de los problemas respiratorios:

Si: 13

No: 1

Razones:

- ✓ Causa más frecuente de broncoespasmo
- ✓ Hay inspiración de partículas y aerosoles tóxicos
- ✓ Exposición a humo de vehículos y humo de leña
- ✓ Debido a que en la consulta diaria se evidencia como el humo de automóviles, leña y químicos afecta la integridad del sistema respiratorio.
- ✓ Falta de control y protección al medio ambiente.
- ✓ Contaminación del aire con producto químico y polución.
- ✓ Hay un contacto directo entre el aire y los pulmones.

6. La agudización de los síntomas en los pacientes con males respiratorios preexistentes se debe a las partículas que existen en el aire y que son emitidas por los vehículos:

La mayoría de especialistas expresaron que las partículas emitidas por los vehículos contribuyen a la agudización de los síntomas en pacientes con males respiratorios preexistentes, además mencionaron que el humo de cigarrillo y el humo de leña son también factores que afectan a este tipo de paciente.

8. Otras enfermedades causadas por las partículas respirables:

- ✓ Enfisema pulmonar
- ✓ Bronquitis aguda crónica
- ✓ Crisis broncoespasmo
- ✓ Alergias
- ✓ Trastornos dispepticos
- ✓ Insuficiencia cardiorrespiratoria
- ✓ Problemas oculares y dermatológicos.

2.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.1 RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE PM10.

Los resultados obtenidos en la determinación de PM10, demuestran que hay una variación en ellos observándose que en los diferentes meses muestreados en

algunos casos los resultados se encuentran por arriba del límite máximo permisible ($150 \mu\text{g} / \text{m}^3$) establecido por la NORMA SALVADOREÑA NSO 13.01.01:00 (no esta vigente, solamente es una propuesta) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1993) y en la mayoría de los resultados estos no sobrepasan las normas.

En el caso del Palacio Nacional el mes de septiembre demuestra una concentración de PM10 alta comparada con los otros meses muestreados ya que durante este mes el flujo vehicular (Transporte público y vehículos particulares) fue bastante alto debido a la gran cantidad de automotores que transitaban en las principales calles y avenidas del centro (Anexo N°1).

La presencia de precipitación Pluvial en el mes de Octubre, pudo disminuir la concentración de PM10, en el Palacio Nacional, comparado con el mes anterior, a mayor precipitación pluvial menor concentración de partículas en el aire ambiente.

En noviembre los resultados obtenidos presentan una disminución probablemente debido a la implementación del reordenamiento vehicular en el

centro capitalino, impuesto en los últimos días de octubre (27 de oct.) por el Vice-ministerio de transporte.

Diciembre se caracteriza por ser uno de los meses con mayor presencia de viento y flujo vehicular en donde el comercio se incrementa en esta zona; pudiendo el viento u otro factor aumentar la concentración del contaminante.

Durante el mes de enero se pudo observar que los niveles de concentración de PM₁₀ se mantienen altos en el Palacio Nacional, pero que en comparación con el mes anterior se detecto una disminución.

Se observo que en el transcurso del período de medición de PM₁₀, se rompieron algunos filtros, esto debido a que los filtros de teflón son sensibles a la humedad y el día que fueron expuestos estos filtros, el ambiente se encontraba húmedo.

2.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

En los resultados de la encuesta se encontró que el 33.3% corresponde al grupo que posee el primer lugar en cuanto al riesgo hacer afectados (niños) por la contaminación por partículas; estos permanecen expuestos por largas horas a las emisiones vehiculares; encontrándose que la mayoría presentaban síntomas

como: tos, resfriado, dolor de cabeza e irritación de ojos; ya que según teoría los niños que viven o permanecen en zonas con altos niveles de contaminación (centro urbanos) por particulados sufren más resfriados, tos y enfermedades respiratorias.

Los sectores estudiados (formal e informal) permanecen según lo manifestado de 10 a 12 horas por largos periodos indicando que ellos presentan síntomas de problemas respiratorios, ya que a largo plazo la materia particulada produce daños en los tejidos pulmonares.

De acuerdo a la encuesta la causa principal de los problemas respiratorios antes mencionados es el humo que emiten los autobuses que transitan por esta zona de alto flujo vehicular en donde la mayoría de estas unidades sobrepasan el tiempo de vida útil del automotor o se encuentran en mal estado, manifestando que existen otras como: basura cambios climáticos, males respiratorios preexistentes, contaminación química y polvo.

Según los datos estadísticos del Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, en los últimos dos años 2000 y 2001 se atendieron 10,266 y 4,450 consultas respectivamente por problemas respiratorios, lo cual puede verse reflejado en la

encuesta, ya que hay un porcentaje de niños que presentan estos síntomas y visitan el médico por esta causa.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el Palacio Nacional en los meses de septiembre, octubre, diciembre del 2001 y enero del 2002 sobrepasan el valor máximo permisible lo cual indica el alto nivel de contaminación.

Las concentraciones de PM₁₀ en el Palacio Nacional son altas ya que el equipo se encontraba a 1.5 metros estando mas cercano a las fuentes móviles de contaminación..

La humedad y la precipitación pluvial son factores que influyen en la determinación de las PM₁₀ ya que éstas sedimentan las partículas pequeñas que se encuentran suspendidas en el aire por lo tanto la cantidad de partículas captadas por el dispositivo de medición es menor.

Los resultados de las concentraciones de PM₁₀ en el Distrito Centro Histórico, están dentro del Limite Máximo Permisible, debido a la altura a la que se colocó el equipo (3 metros sobre la superficie del suelo), se da una mayor difusión de las partículas y las corrientes de viento las transportan a otros cuerpos receptores.

Otro factor muy importante que contribuye a aumentar la contaminación en el centro de San Salvador son las calles muy estrechas y muy congestionadas por la flota vehicular durante las horas hábiles y aquellas en que los trabajadores se desplazan para concurrir a sus trabajos o regresar a sus hogares.

Los pocos datos con que se disponen, en esta zona de alto tránsito insinúan un preocupante aumento de la contaminación, especialmente PM₁₀, el problema es preocupante y no deben demorarse en medidas para revertir esta situación.

Un factor determinante en el efecto de la salud es el tamaño de las partículas, debido al grosor de penetración y permanencia que ellas tienen en el sistema respiratorio; ya que las partículas mayores de 5µm se depositan en las vías aéreas superiores: nariz, traquea y bronquios; aquellas cuyo diámetro es inferior tienen mayor probabilidad de depositarse en bronquiolos y alvéolos y a medida que su tamaño disminuye son más dañinas.

La exposición a niveles altos de partículas respirables aumenta en forma muy rápida la crisis asmática y diversas patologías respirables agudas, incluyendo las enfermedades respiratorias obstructivas y las enfermedades broncopulmonares bajas como bronconeumonía, especialmente en los grupos de mayor riesgo.

La exposición a las PM₁₀ provoca diversos efectos en la salud dependiendo de: su nivel de concentración, tiempo de exposición, acción sinérgica de dos o más contaminantes y otro efecto a largo plazo también incluye la susceptibilidad de la población expuesta, donde los grupos más afectados son: niños, ancianos y los enfermos respiratorios crónicos.

Es necesario eliminar la electrostática de los filtros de teflón antes de pesarlos y de colocarlos en el porta filtro debido a que durante esta manipulación se puede transferir cargas eléctricas y de esta manera interferir en la captación de las partículas que se encuentran en el ambiente ya que estas pueden encontrarse cargadas positiva o negativamente y ser repelidas por las cargas adquiridas por el filtro e interferir en los valores obtenidos; sin embargo en el presente estudio realizado este tratamiento no se realizó por desconocimiento del mismo.

CAPITULO V
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Debe gestionarse un plan de monitoreo único en toda la región Metropolitana de San Salvador para conocer la calidad real del aire y su incidencia sobre la población, para la implementación de políticas ambientales con objetivos a largo plazo, con la posibilidad de evaluarlo a lo largo del tiempo y a la toma de decisiones coherentes y no arbitrarias.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales debe proporcionar la información de la contaminación de una forma fácil y entendible para los ciudadanos.

Tanto el Ministerio de Salud como el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales deben realizar actividades para concientizar a los propietarios de vehículos públicos y privados sobre la contaminación que pueden causar al ambiente y los problemas a la salud que provocan por las emisiones de sus vehículos.

Recomendar a los transportistas o conductores que procuren mantener en buen estado el motor de su vehículo y usen el combustible que cumpla con las normas

técnicas de calidad y eviten mantener el motor encendido cuando no sea necesario.

Los sistemas de transporte públicos y privados deben ser necesariamente más limpios, rápidos, eficientes y cómodos de lo que son ahora para ofrecer una verdadera alternativa al uso del auto y a los problemas asociados.

Preferir el transporte público (colectivo, buses, microbuses), por sobre el auto particular, en especial para dirigirse al centro de la capital y aquellas áreas de mayor congestión.

El Vice-Ministerio de transporte debe informar a los transportistas que hay un mayor consumo de combustible al realizar aceleraciones y frenados bruscos lo que trae como consecuencia el que se emita una mayor cantidad de partículas respirables a la atmósfera.

La implementación del Control Técnico Vehicular impuesto por el Vice-Ministerio de Transporte debe ser obligatorio para todos los vehículos para reducir en un porcentaje la contaminación del aire.

Respetar las medidas del plan de transporte urbano, usando adecuadamente vías segregadas, exclusivas y reversibles y cumpla con la restricción vehicular impuesta por el Vice-Ministerio de Transporte.

Se recomienda que para estudios posteriores relacionados con la determinación de partículas menores de 10 micras u otras partículas se realice el procedimiento de la eliminación de la electrostática de los filtros.

CAPITULO VI

GLOSARIO

GLOSARIO

1. Asma Bronquial: condición de los pulmones en la cual hay un estrechamiento difuso de las vías aéreas, que varia en periodos de tiempo cortos, ya sea espontáneamente o como resultado del tratamiento; el estrechamiento se debe en grado variable a contracción (espasmo) del músculo liso, edema de la mucosa y presencia de moco en la luz de los bronquios y bronquiolos; estos cambios son causados por la liberación local de espasmogenos y sustancias vasoactivas.
2. Bronquitis: inflamación de la mucosa del árbol bronquial.
3. Cáncer: proliferación celular tumoral del tejido epitelio, se caracteriza por su gran malignidad. Además las células cancerosas pasan a la sangre y originan por metástasis formaciones cancerosas en otras partes del organismo.
4. Difusión: fenómeno mediante el cual las moléculas de varios fluidos situados en un mismo recinto, debido a su movimiento continuo tienden a formar una mezcla homogénea.

5. Efecto Invernadero: es el calentamiento global de la atmósfera debido a la rotación de dióxido de carbono y de vapor de agua, estos gases permiten que no todos los rayos del sol que calientan la tierra escapen y se reintegren al espacio.
6. Emisión: se refiere a la expulsión de contaminante a la atmósfera desde una fuente definida.
7. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC): término general usado para las enfermedades en las que el flujo espiratorio forzado se hace más lento, específicamente cuando no puede aplicarse un término etiológico o más específico.
8. Erosión: desgaste producido en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otros, se usa también en sentido figurado.
9. Efecto: se refiere a las consecuencias ambientales o a la salud humana que ocurren cuando se libera una sustancia contaminante en la atmósfera.

10. Insuficiencia Respiratoria: falta de provisión apropiada de oxígeno a las células del organismo, y de remoción de estas del exceso de dióxido de carbono.

11. Inmisión: se refiere a la deposición de los contaminantes en la superficie terrestre, entendiéndose la superficie terrestre en un sentido amplio, como el lugar donde se encuentran los receptores, tales como las plantas, los animales y los seres humanos.

12. Inversión Térmica: fenómeno climático consistente en el enfriamiento por irradiación durante la noche y el recalentamiento durante el día de las capas de aire que están en contacto con el suelo en una depresión o en el fondo de un valle.

13. Neumonía: inflamación del parénquima pulmonar caracterizada por la consolidación de la parte afectada y por que los espacios alveolares están llenos de exudados, células inflamatorias y fibrina. La mayor parte de los casos se deben a infección por bacterias o virus y algunas a inhalación de sustancias químicas o traumatismo la pared torácica, con una pequeña minoría debida a rickettsias, hongos y levaduras.

14. Presión Barométrica: es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. La medición puede expresarse en varias unidades de medida, hectopascales, milibares o mmHg, también se conoce como presión atmosférica.
15. Transmisión: proceso técnico y de estado de funcionamiento de los aparatos que realizan dicha transferencia de energía. Transformación y gobierno de la energía mediante mecanismos.
16. Transporte: acción geológica realizada por agentes externos que arrancan materiales de un punto y los arrastran a otro en que se sedimentan.
17. Tuberculosis: enfermedad específica causada por la presencia de *Mycobacterium Tuberculosis* que puede afectar casi cualquier tejido u órgano del cuerpo, siendo el asiento más común de la enfermedad los pulmones, la lesión anatómica es el tubérculo que puede sufrir necrosis por caseificación; los síntomas locales varían de acuerdo con la parte afectada.

CAPITULO VII
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. ALARCON SOLANO, Ulma Teresa y colaboradoras “Estudio de La Contaminación Atmosférica provocada por la Planta Nejapa Power”, El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, U.E.S. 1997.
2. BAKER, Cambi y Otros. Contaminación de la atmósfera. Serie de Monografías N° 46 OMS Ginebra, 1962.
3. CORDOVA FLAMENCO, Italo Andrés, manual de control de la contaminación atmosférica de fuentes fijas, San Salvador, 1998.
4. CONACYT, Norma Salvadoreña NSO.01.01.00. Calidad del aire, emisiones y inmisiones atmosféricas, Editada por El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
5. Cooperación Técnica No Reembolsable. Formulación de un Programa de Incentivos y Desincentivos Económicos y Ambientales. Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/SF-4336-ES “ Apoyo al Programa Ambiental de El Salvador, 1999.

6. Diccionario Enciclopédico tomo I, Barcelona, España, Ediciones Océano-Éxito, S.A. 1985.
7. GUEVARA LAINEZ, René Adelio “Impacto Ambiental Producido por Ladrilleras ubicadas en el área de Armenia en el año de 1994”, El Salvador: Facultad de Química y Farmacia, U.E.S. 1994.
8. MARTINEZ, Ana Patricia. Introducción al Monitoreo Atmosférico (Serie Sistemas Locales de Salud N° 12), Metepes 1997.
9. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe Nacional Estado del Medio Ambiente. El Salvador, 2000.
10. Organización Mundial para la Salud OMS. Selección de Procedimientos para medir la contaminación del aire. Ginebra 1976; Publicación científica en Offset N° 24.
11. Organización Panamericana de La Salud OPS/OMS. Manual de Calidad del Aire en el Medio Urbano. México 1980. Publicación científica, N° 401.

12. Organización Panamericana de La Salud OPS/OMS. Diseño de Programa de Vigilancia del Aire para zonas urbanas e industriales. Washington, D.C. Publicación científica N° 371.

13. Organización Panamericana de La Salud OPS/OMS. Oxidos de Azufre y Partículas en Suspensión, Criterios de Salud Ambiental. México DF 1982. Publicación científica N° 424

14. Organización Panamericana de La Salud OPS/OMS. Riesgos del Ambiente para La Salud. Washington, D.C. 1976. Publicación científica N° 329.

15. OCHOA, Carlos Roberto. Contaminación del Aire en El Salvador, San Salvador 1990.

16. Reglamento General De Tránsito, Decreto N° 13, Diario Oficial N° 227 del 14 de Diciembre de 1946.

17. ROSS R. A., La Industria y Contaminación del Aire. México: Editorial Diana, 1974.

18. SWISS Contac, Manual sobre la Gestión de la Calidad del aire, 2001.
19. STROBBE, Maurice,. Orígenes y Control de La Contaminación Ambiental. México DF: Editorial CECSA, 1980.
20. SCHNEIDEL Richard, Guía e las Sustancias Contaminantes, el libro de la tóxica de la A hasta la Z, Méjico editorial Grijalbo, S.A. de C.V., 1995.
21. WORK K. And Warner C. Contaminación del Aire, Origen y Control. México: Editorial Limusa, 1996.
22. www.dama.gov.co/aire/marzo/prog.acaamm/paca3.htm/-29k, Red de calidad del aire de las concentraciones máximas en 24 horas para las PM10.
23. www.sosma.cl/ses-ed:/list-ado.htm-3k, Fuente con emisión diaria inicial de material particulado.
24. www.jornada.unam.mx/1999/drc99/991223/cap./.htm/-8k,Contingencia Regionales en el caso específico de las PM10.

ANEXOS

ANEXO N°1

FOTOGRAFIA TOMADA EN EL CENTRO DE SAN SALVADOR, DONDE SE
OBSERVA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR



ANEXO N°2

FOTOGRAFIA TOMADA EN INSTANTE EN QUE UN AUTOBUS DEL TRANSPORTE PUBLICO EMITE LOS CONTAMINANTES (PM10 Y GASES)



ANEXO N°3

FOTOGRAFIA EN LA QUE SE OBSERVA COMO LA POBLACION ESTA
EXPUESTA A LOS CONTAMINANTES EMITIDOS POR EL TRANSPORTE
PUBLICO



ANEXO N°4

EQUIPO PARA LA DETERMINACION DE LAS PM10



ANEXO N°5

POSICION DEL PREFILTRO EN EL EQUIPO



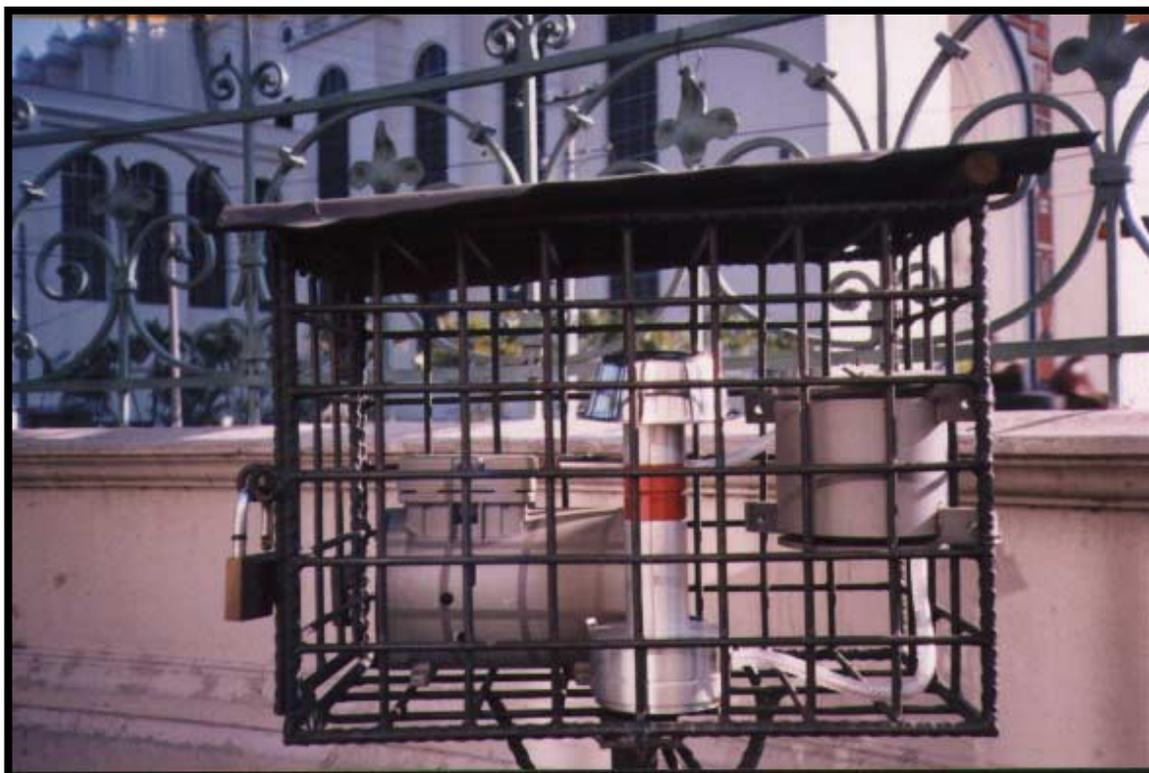
ANEXO N°6

POSICION DEL FILTRO DE TEFLON EN EL EQUIPO EL CUAL HA SIDO
COLOCADO PREVIAMENTE EN EL PORTAFILTRO



ANEXO N°7

PUNTO DE MUESTREO UBICADO EN EL PALACIO NACIONAL



ANEXO N°8

PUNTO DE MUESTREO UBICADO EN EL DISTRITO CENTRO HISTORICO DE
LA ALCALDIA DE SAN SALVADOR (CEMENTERIO GENERAL)



ANEXO N°9

Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia

“Determinación de Partículas Menores de 10 micras en el área del Centro de San Salvador durante el periodo Septiembre 2001-Enero 2002 y las Repercusiones en la Salud”.

Nombre del Centro de Salud: _____ N°

Fecha de Entrevista: Día Mes Año

Cargo que desempeña dentro del Centro de Salud: _____

1. ¿Cuáles son los diferentes tipos de problemas respiratorios que conoce?

2. De los problemas respiratorios anteriormente mencionados ¿cuáles son los síntomas característicos de cada uno de ellos?

3. ¿Cuál es el promedio mensual de pacientes que visitan este centro de salud por causa de las enfermedades respiratorias?

Niños Adultos Ancianos

4. ¿Qué tipo de problemas respiratorios presentan los pacientes que consultan en dicho centro de salud?

5. De estos problemas respiratorios ¿cuál es el mas frecuente? _____

6. ¿Cuál cree que son las causas de estas enfermedades?

- a) Contaminación ambiental
- b) Condición nutricional
- c) Densidad habitacional
- d) Condiciones climáticas
- e) Efectos sinérgicos con otras enfermedades
- f) Otros

7. ¿Es la contaminación Ambiental factor predominante para que la población padezca problemas respiratorios?

Si No

¿Por qué? _____

8. ¿Cree usted que la agudización de los síntomas en los pacientes con males respiratorios preexistentes se debe a las partículas que existen en el aire y que son emitidas por los vehículos?

9. Además de estas enfermedades respiratorias que otras enfermedades presentan los pacientes por causa de las partículas que son emitidas por los vehículos.

ANEXO N°10

Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia

“Determinación de Partículas Menores de 10 micras en el Area del Centro de San Salvador durante el periodo Septiembre 2001-Enero 2002 y las Repercusiones en la Salud.”

Fecha:
 Lugar: _____ N° _____
 Tipo de comerciante: Formal Informal

1. ¿Cuántos miembros forman su familia?

2. ¿Cuántos miembros de su familia permanecen en este lugar _____ o pasan por esta zona _____.

3. De los miembros de su familia que permanecen en este lugar, indicar cuantos son:

Niños _____

Adultos _____

Ancianos _____

4. ¿Cuántas horas permanecen en este lugar?

Niños _____ horas.

Adultos _____ horas.

Ancianos _____ horas.

5. ¿Padece de enfermedades respiratorias?

Si _____ No _____

6. ¿Qué tipo de síntomas son más frecuentes?

a) Tos _____ b) Resfriados _____ c) Otros _____

7. ¿Va al médico debido a estos problemas respiratorios:

Si _____ No _____

8. ¿Con qué frecuencia visita al médico por causa de estas enfermedades respiratorias? _____

9. ¿Cuál cree que es la causa de estas enfermedades:
