



**UNIVERSIDAD
MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA

**"ANÁLISIS DE RIESGO POR EXPOSICIÓN A PARTÍCULAS
MENORES A 2.5 μ m (PM 2.5) EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DEL
PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE MORELIA."**

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

PRESENTA:

EDGAR IZQUIERDO CARRILLO

DIRECTOR DE TESIS:

***DOCTOR CIENCIAS EN INGENIERÍA MARCO ANTONIO
MARTÍNEZ CINCO***

MORELIA, MICHOACÁN, ABRIL 2015

ÍNDICE

Índice de Tablas.....	4
Índice de Figuras.....	5
Glosario.....	8
Resumen.....	11
Abstract.....	12
CAPITULO 1.....	13
1 Introducción.	13
Material Particulado.....	13
Efectos de las PM2.5 Sobre la Salud.....	15
Evaluación de Riesgos.....	16
Identificación del Peligro.....	17
Evaluación a la Exposición.....	17
Evaluación de la Dosis-Respuesta.....	19
Caracterización del Riesgo.....	19
Umbrales.....	20
1.2. Hipótesis.....	20
1.3. Objetivo General.....	20
1.4. Objetivos Específicos.....	20

1.5. Justificación.....	21
CAPITULO 2.....	22
2. Marco Teórico.....	22
2.1. Mecanismos de Formación de las PM2.5.....	22
2.2. Características De Las Partículas.....	25
2.3. Estudio De Emisiones Y Actividad Vehiculares En Morelia, Michoacán	
.....	28
Medición De Emisiones Vehiculares.....	28
Composición Y Actividad De La Flota Vehicular.....	29
2.4. Parque Vehicular.	31
2.5. Transporte Público En La Ciudad De Morelia.....	32
2.6. Estado del Arte.....	43
CAPITULO 3.....	44
3. Metodología.	44
3.1. Identificación del Peligro.	44
3.2. Evaluación a la Exposición.....	44
3.3. Evaluación de la Dosis de Respuesta.....	45
3.4. Niveles Permisibles de Partículas Suspendidas PM10 y PM2.5 Según	
(SSA).....	46
3.5. Índice de Riesgo.....	48
3.6. Estudios Previos y Consideraciones.....	48
CAPITULO 4.....	50

4. Resultados y Discusión de Resultados.....	50
4.1. Numero de Muestras.....	51
4.2. Resultados Del Análisis Gravimétrico.....	53
4.3. Resultados.....	57
4.4. Exposición de Concentración por Horario.....	64
5. Conclusiones.....	67
6. Recomendaciones.....	68
7.- Bibliografía.....	69
Anexo 1.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Penetrabilidad de las partículas en el tracto respiratorio según su tamaño.	23
Tabla 2 Principales características de la composición de las partículas ultra finas, finas y gruesas.	26
Tabla 3. Emisiones Anuales de Contaminantes por las Fuentes Vehiculares en México entidad federativa.	30
Tabla 4. Rutas del transporte público “Combi” en Morelia en el año 2000.....	33
Tabla 5. Rutas del transporte público “Camión” en Morelia en el año 2000.....	38
Tabla 6. Agrupaciones de “Taxis” de Morelia en el año 2000.....	42
Tabla 7. Niveles Permisibles de Partículas Suspendidas PM10 y PM2.5.....	47
Tabla 8 Secretaria de salud (SSA) tabla de peso corporal de acuerdo a edades diferentes.	49
Tabla 9. Número de muestras colectadas por punto de muestreo.....	51
Tabla 10.- Resultados obtenidos de las muestras realizadas en la semana del 17-22 de febrero de 2014.....	54
Tabla 11 Promedio de concentración por tipo de transporte, horario, concentración mínima y máxima.	65
Tabla 12. Comparación de índice de riesgo.....	66

Tabla 13.- Cálculo de Dosis Real e Índice de Riesgo.....	73
---	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Cuatro pasos en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias tóxicas.	18
Figura 2.- Relación de la masa con relación al tamaño de partícula. Fuente: (Seinfeld J. H., 1998)	24
Figura 3.- Temperatura (°C) y precipitación (mm) promedio mensual de la ciudad de Morelia.	27
Figura 4.- Contribución de los vehículos en las emisiones a la atmósfera (SEMARNAT, 2011).	30
Figura 5. Índice de motorización de Morelia y Michoacán.	31
Figura 6.- Pasos a seguir para realizar un análisis de riesgos.	44
Figura 7.- Bebes de 4 kg 17/02/2014.....	50
Figura 8.- Bebes de 4 kg 18/02/2014.....	59
Figura 9.- Bebes de 4 kg 19/02/2014.....	59
Figura 10.- Bebes de 4 kg 20/02/2014.....	60
Figura 11.- Bebes de 4 kg 21/02/2014.....	60
Figura 12.- Bebes de 4 kg 22/02/2014.....	61
Figura 13.- Bebes de 4 kg 17/02/2014 (camión).....	61
Figura 14.- Bebes de 4 kg 18/02/2014 (camión).....	62
Figura 15.- Bebes de 4 kg 19/02/2014 (camión).....	63

Figura 16.- Bebes de 4 kg 20/02/2014 (camión).....	63
Figura 17.- Bebes de 4 kg 21/02/2014 (camión).....	64
Figura 18.- Bebes de 4 kg 22/02/2014 (camión).....	64
Figura 19.- Promedio de concentraciones de PM2.5.....	67
Figura 20.- Niños de 10kg. 17/02/2014.....	86
Figura 21.- Adolescentes de 30kg. 17/02/2014.....	86
Figura 22.- Jóvenes de 55kg. 17/02/2014.....	87
Figura 23.- Adultos de 75kg. 17/02/2014.....	87
Figura 24.- Niños de 10kg. 18/02/2014.....	88
Figura 25.- Adolescentes de 30kg. 18/02/2014.....	88
Figura 26.- Jóvenes de 55kg. 18/02/2014.....	89
Figura 27.- Adultos de 75kg. 18/02/2014.....	89
Figura 28.- Niños de 10kg. 19/02/2014.....	90
Figura 29.- Adolescentes de 30kg. 19/02/2014.....	90
Figura 30.- Jóvenes de 55kg. 19/02/2014.....	91
Figura 31.- Adultos de 75kg. 19/02/2014.....	91
Figura 32.- Niños de 10kg. 20/02/2014.....	92
Figura 33.- Adolescentes de 30kg. 20/02/2014.....	92
Figura 34.- Niños de 10kg. 20/02/2014.....	93
Figura 35.- Adultos de 75kg. 20/02/2014.....	93
Figura 36.- Niños de 10kg. 21/02/2014.....	94

Figura 37.- Adolescentes de 30kg. 21/02/2014.....	94
Figura 38.- Jóvenes de 55kg. 21/02/2014.....	95
Figura 39.- Adultos de 75kg. 21/02/2014.....	95
Figura 40.- Niños de 10kg. 22/02/2014.....	96
Figura 41.- Adolescentes de 30kg. 22/02/2014.....	96
Figura 42.- Jóvenes de 55kg. 22/02/2014.....	97
Figura 43.- Adultos de 75kg. 22/02/2014.....	97
Figura 44.- Niños de 10kg. 17/02/2014 (camión).....	98
Figura 45.- Adolescentes de 30kg. 17/02/2014 (camión).....	98
Figura 46.- Jóvenes de 55kg. 17/02/2014 (camión).....	99
Figura 47.- Adultos de 75kg. 17/02/2014 (camión).....	99
Figura 48.- Niños de 10kg. 18/02/2014 (camión).....	100
Figura 49.- Adolescentes de 30kg. 18/02/2014 (camión).....	100
Figura 50.- Jóvenes de 55kg. 18/02/2014 (camión).....	101
Figura 51.- Adolescentes de 75kg. 18/02/2014 (camión).....	101
Figura 52.- Niños de 10kg. 19/02/2014 (camión).....	102
Figura 53.- Adolescentes de 30kg. 19/02/2014 (camión).....	102
Figura 54.- Jóvenes de 55kg. 19/02/2014 (camión).....	103
Figura 55.- Adultos de 75kg. 19/02/2014 (camión).....	103
Figura 56.- Niños de 10kg. 20/02/2014 (camión).....	104
Figura 57.- Adolescentes de 30kg. 20/02/2014 (camión).....	104

Figura 58.- Jóvenes de 55kg. 20/02/2014 (camión).....	105
Figura 59.- Adultos de 75kg. 20/02/2014 (camión).....	105
Figura 60.- Niños de 10 kg. 21/02/2014 (camión).....	106
Figura 61.- Adolescentes de 30kg. 21/02/2014 (camión).....	106
Figura 62.- Jóvenes de 55kg. 21/02/2014 (camión).....	107
Figura 63.- Adultos de 75kg. 21/02/2014 (camión).....	107
Figura 64.- Niños de 10kg. 22/02/2014 (camión).....	108
Figura 65.- Adolescentes de 30kg. 22/02/2014 (camión).....	108
Figura 66.- Jóvenes de 55kg. 22/02/2014 (camión).....	109
Figura 67.- Adultos de 75kg. 22/02/2014 (camión).....	109

Glosario

CENICA Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

DGCENICA Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

EPA Agencia de Protección del Medio Ambiente.

INE Instituto Nacional de Ecología.

INEGI Instituto Nacional de Geografía, estadística e Informática.

MP Material Particulado.

NOM Norma Oficial Mexicana.

NOAEL dosis en la cual no se detectan efectos dañinos a la salud.

RFD Dosis de Referencia.

LOAEL dosis más baja que puede causar efectos adversos detectables.

PM_{2.5} Material particulado o partículas aero dinámicas con diámetro menor a 2.5 micras.

PM_{10.0} Material particulado o partículas aerodinámicas con diámetro menor a 10 micras menor a 10.0 micras.

ppm partes por millón.

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SSA Secretaría de salud y asistencia.

STPS Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

SUMA Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente.

SUV Vehículo utilitario (Sport Utility Vehicles).

SWISSCONTACT Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico

UMSNH Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

WGA Asociación de gobernadores del oeste de los Estados Unidos. (Western Governors Association).

ZMMorelia Zona Metropolitana de Morelia.

ZMVM Zona Metropolitana del Valle de México

µm micrómetros.

Resumen

La contaminación atmosférica es un problema que adquiere cada vez mayor importancia a nivel mundial, debido a que afecta la calidad del aire y ocasiona daños a la salud de la población. Existen diversas fuentes generadoras de

contaminantes como lo son el parque vehicular de la ciudad, fabricas e industrias, la erosión de los suelos, entre otras fuente de emisión. Las partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5) causan daño en la salud de las personas y han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular que puede llegar a la mortalidad.

La evaluación de riesgos es una herramienta que se utiliza en la gestión de riesgos. Es el proceso se utiliza para estimar el aumento del riesgo de problemas de salud en las personas que están expuestas a diferentes cantidades de sustancias tóxicas, en nuestro caso a las PM2.5.

El este trabajo se estimara el índice de riesgo, al que los usuarios del transporte público están expuestos, por respirar una determinada dosis de contaminantes (PM2.5) a la cual están expuestos

En el presente estudio, se obtuvieron los índices de riesgo a tener efectos adversos a la salud humana por respirar altas concentraciones de PM2.5 dentro del trasporte público. En este trabajo se llevó a cabo un análisis de riesgos con los datos obtenidos en la campaña de monitoreo para los usuarios del transporte público de la ciudad de Morelia y se compararon y discutieron con los datos proporcionados por la (EPA).

Palabras Clave: PM 2.5, Análisis de Riesgos

ABSTRACT

Air pollution is a problem that is becoming increasingly important globally, because it affects air quality and causes damage to the health of the population. There are several generators of pollutants such as vehicular city park, factories and industries, soil erosion, among other emission source. Particles smaller than 2.5 microns (PM2.5) cause damage to the health of people and have historically been associated with the exacerbation of respiratory diseases such as bronchitis type, and more recently have also been analyzed and shown its effects on cardiovascular ailments guy who can reach mortality.

Risk assessment is a tool used in risk management. The process is used to estimate the increased risk of health problems in people who are exposed to different amounts of toxic substances in our case to PM2.5.

The objective of this work is to estimate the risk index that users of public transport are exposed by breathing a given dose of pollutants (PM2.5) to which they are exposed

In the present study, risk indices have adverse effects to human health by breathing high concentrations of PM2.5 within the public transport were obtained. This paper conducted a risk assessment with data obtained in monitoring campaign for public transport users in the city of Morelia and compared and discussed with the data provided by the (EPA).

Keywords: PM 2.5, Risk assessment

CAPITULO 1

1. Introducción

Los vehículos de combustión son la principal fuente que causa dicha contaminación en las zonas urbanas (INE, SEMARNAT, 2014). En México, durante el período de 2000 a 2010, se presentó un incremento considerable en la cantidad de vehículos. En noviembre de 2008, se realizaron trabajos de campo en la ciudad de Morelia, Michoacán, con la finalidad de obtener información que permitiera elaborar un diagnóstico de las condiciones de emisión y actividad bajo las cuales circulan los vehículos automotores de esa ciudad. Los trabajos de campo consistieron básicamente en dos partes: a) medición de emisiones vehiculares, mediante el uso de un equipo de detección remota, y b) recopilación de datos de la composición y actividad de la flota vehicular, a través de la aplicación de encuestas y conteos directos de automotores en vialidades principales.

Las emisiones provenientes de fuentes móviles son la principal fuente de contaminantes en centros urbanos, al menos de material particulado. Por ejemplo, el material particulado fino en aire ambiente conocido como PM2.5 es la causa de mortalidad de alrededor de 800,000 personas al año y esta cifra se incrementa en espacios cerrados a 1,200,000 al año (Rusell, 2009)

Material Particulado.

La contaminación por partículas es causada por diferentes fuentes de origen natural o antropogénico como por ejemplo, polvo (proviene de la erosión de los suelos o de la actividad volcánica), polen, residuos de combustión incompleta, procesos industriales, tala de árboles, incineradores de residuos tanto sólidos como hospitalarios y la combustión vehicular. (Molina M., et al, 2004).

Las partículas se clasifican en primarias y secundarias, según la fuente que las origina. Respecto a los mecanismos de formación, las partículas pueden ser emitidas como tales a la atmósfera (primarias), tales como el polvo en suspensión o partículas emitidas por una chimenea, mientras las secundarias son formadas en la atmósfera por transformaciones de las emisiones gaseosas como los óxidos de azufre y nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (Pilinis, C. y Seinfeld, JH. 1967).

Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación (Wark, Kenneth 2003).

El material particulado fracción respirable está dividido en dos grupos principales de acuerdo a su tamaño PM₁₀ y PM_{2.5} (Samara, C. y Voutsas, D. 2005). Las partículas menores a 10 µm (PM₁₀) son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera, en su mayoría de pH básico, producto de la combustión no controlada. El segundo tamaño PM_{2.5}, agrupa a partículas generalmente ácidas, que contienen hollín y otros derivados de las emisiones vehiculares e industriales, y corresponde a la fracción más pequeña y agresiva debido a que éstas son respirables en un 100% y tienen mayor efecto en la salud, ya que pueden ingresar al sistema respiratorio depositándose en los alveolos pulmonares y llegar al torrente sanguíneo produciendo efectos negativos en la misma, tales como aumento en las enfermedades respiratorias y cardíacas, asma, bronquitis, enfisema, cáncer pulmonar, y disminución del funcionamiento pulmonar. (Samet JM y col., 2000).-Las partículas PM_{2.5} están compuestas de elementos que son tóxicos como metales pesados y compuestos orgánicos productores de cáncer.

Los principales componentes del material particulado atmosférico son sulfato, nitrato, amonio, ión hidrógeno, agua adherida a las partículas, carbono elemental, una gran variedad de compuestos orgánicos y elementos de la corteza terrestre. La mayoría de los estudios de especiación química del MP evidencian una dependencia entre composición química y tamaño de las partículas. Sulfato,

amonio, ión hidrógeno, carbón elemental, componentes orgánicos secundarios, especies orgánicas primarias de quemas y combustión y ciertos metales de transición son predominantes en la fracción fina del MP.

Elementos de la corteza como calcio, aluminio, sílice, magnesio, hierro y materia orgánica (polen, esporas, restos de plantas y animales) son predominantes en la fracción gruesa del MP. Nitrato y Potasio puede ser encontrado en ambas fracciones (US EPA, 2009).

Efectos de las PM_{2.5} sobre la salud.

Los efectos negativos de las partículas suspendidas en la salud humana parecen haber existido desde tiempos muy remotos. La primera evidencia documentada del impacto de este contaminante sobre la salud se remonta al año 1800 antes de nuestra era, cuando al examinar la momia encontrada en el desierto de Gobi, conocida como Beaty de Loulan, se observó que sus pulmones estaban muy dañados. Los arqueólogos atribuyeron su muerte a problemas respiratorios causados por emisiones de combustión de madera y por partículas de arena (Wark, 2003).

Actualmente, numerosos estudios epidemiológicos realizados en Estados Unidos han determinado que la exposición a la contaminación provocada por partículas PM_{2.5} presenta asociaciones positivas entre este contaminante y las tasas de mortalidad y morbilidad de la población expuesta. Los efectos en la salud relacionados con la presencia de partículas suspendidas han sido observados a concentraciones que actualmente ocurren en diversos lugares del planeta. Por lo anterior, se considera que cuando las partículas suspendidas, y en especial las partículas PM_{2.5}, entran al medioambiente, constituyen o pueden constituir un peligro para la salud, e incluso para la vida humana (Dockery y col. 1996). Estudios recientes demuestran que el carbono negro forma parte de las PM_{2.5}, y que una vez emitido a la atmósfera puede causar diversos impactos tanto en el medioambiente como en la salud de las personas debido a su elevada toxicidad, a su porosidad y a su amplia superficie de contacto. Este contaminante puede

adsorber una gran variedad de químicos durante el proceso de combustión, incluidos los hidrocarburos aromáticos policíclicos, que son carcinogénicos o mutagénicos (Jiang M, 2005). La tabla 1 demuestra que dependiendo del tamaño aerodinámico de partícula es su nivel de penetración en el organismo.

Evaluación De Riesgos

La definición de Riesgo de acuerdo a la EPA (2001) es la probabilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas. Una definición completa de riesgo tiene que comprender el concepto de exposición a un peligro, voluntaria o involuntaria. En este trabajo se estudia el riesgo a la exposición involuntaria

La evaluación de riesgos es una herramienta que puede usarse para estimar y jerarquizar la importancia ambiental de una medida, calculando cuantitativamente los impactos por los daños a la salud o a los ecosistemas derivados de la exposición a un contaminante ambiental. La información que una evaluación de riesgos proporciona puede ser utilizada para apoyar decisiones de control ambiental, ayudando a las agencias normativas a tomar decisiones racionales sustentadas en la mejor información científica disponible.

Si bien las estimaciones proporcionadas por estas evaluaciones de riesgo están lejos de ser perfecto, sí ayudan a los científicos a evaluar los riesgos asociados con las emisiones de contaminantes tóxicos del aire. Utilizando las estimaciones de riesgo y otros factores, el gobierno puede establecer normas reglamentarias para reducir la exposición de las personas a los contaminantes tóxicos del aire y reducir el riesgo de sufrir problemas de salud.

Existen cuatro pasos en la metodología de evaluación de riesgos por exposición a sustancias tóxicas que se describen en la Figura 1

La Identificación Del Peligro

La identificación del peligro es el proceso para determinar si un compuesto químico está vinculado con ciertos efectos a la salud, como pueden ser el desarrollo de cáncer o defectos en el desarrollo (NAS 1983). Como los datos en humanos no son siempre fáciles de obtener, este paso generalmente se enfoca a determinar si una sustancia es tóxica para animales u otros organismos en los que pueden realizarse pruebas de laboratorio. La identificación del peligro no contempla su cuantificación, sino que se basa en la revisión de los datos epidemiológicos y/o toxicológicos disponibles para determinar si la exposición a una sustancia química puede provocar consecuencias negativas en la salud.

La Evaluación De La Exposición

La capacidad de una sustancia para causar riesgo tiene dos componentes: la toxicidad de la sustancia involucrada y el grado de exposición que la población de interés tiene a esa sustancia. Si no existe exposición a una sustancia (contacto con ella), por más tóxica que ésta sea, no existe riesgo. La exposición se define por el contacto de una sustancia con las barreras del cuerpo, como puede ser la piel, los orificios como la boca, las fosas nasales y las lesiones (EPA 1992). La evaluación de la exposición es el proceso de medir o estimar la intensidad, frecuencia, ruta y duración de la exposición o la estimación de la exposición que pudiera ocurrir por la liberación al ambiente de sustancias tóxicas nuevas (McKone y Daniels 1991).

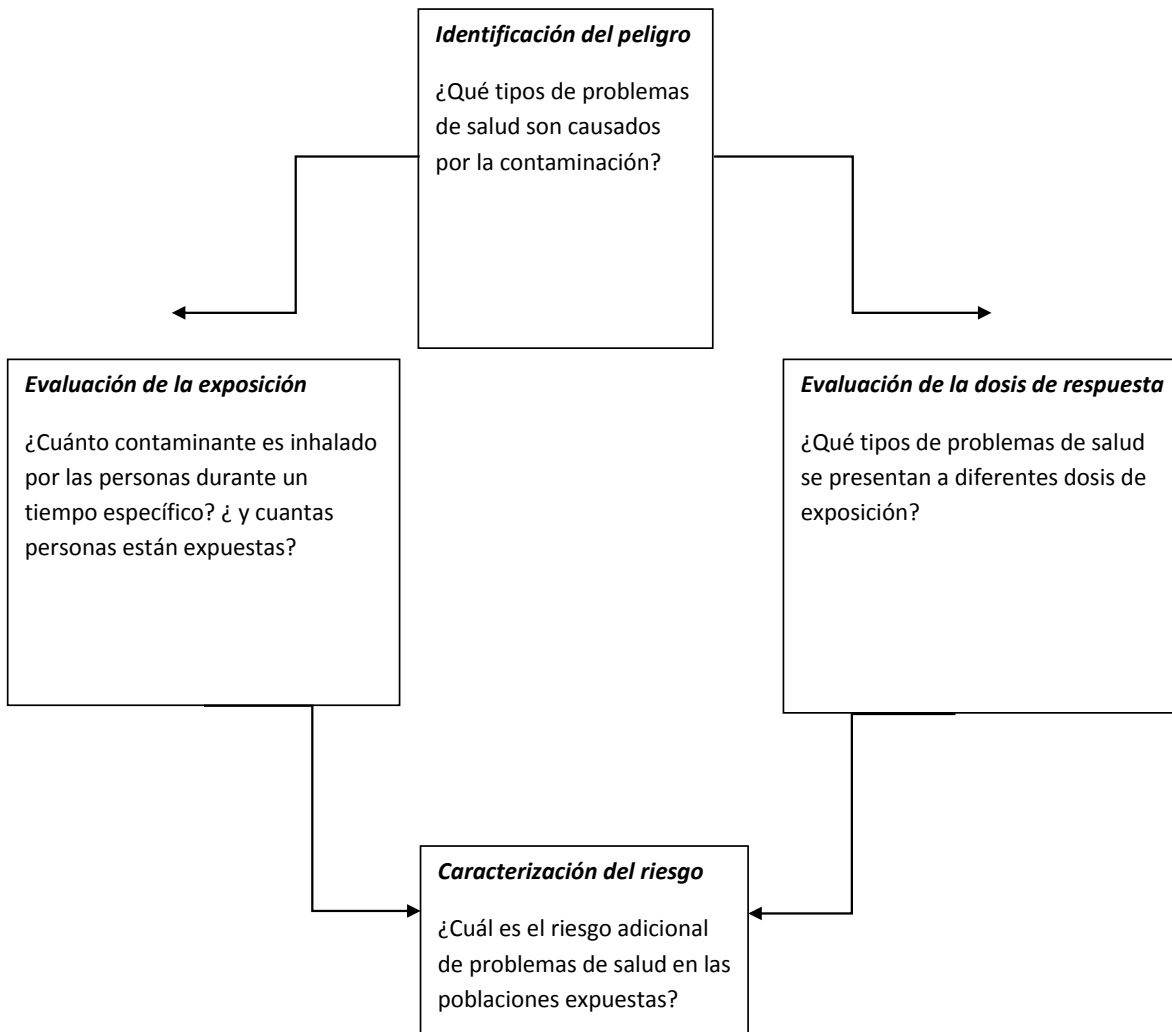


Figura 1: Cuatro pasos en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias tóxicas.

Fuente: Agency, E. P. (10 de noviembre de 2010). www.epa.gov. Obtenido de airsince/quick-finder/particulate-matter-image.html

La Evaluación de Dosis-Respuestas

La evaluación de riesgos a la salud se clasifica generalmente en evaluación de riesgo de cáncer y riesgo de no cáncer. El cáncer se trata como una respuesta estocástica, es decir que al incrementar la dosis no aumenta necesariamente la severidad de la respuesta, pero sí la probabilidad de ocurrencia. Por otro lado, las evaluaciones de riesgo de no cáncer se tratan como determinísticas, es decir, que al incrementar la dosis, se presenta una respuesta de mayor severidad (RFF 1998). El objetivo fundamental de una evaluación dosis-respuesta es el de obtener una relación matemática entre la cantidad de sustancia tóxica a la cual un ser humano está expuesto y el riesgo de desarrollar una respuesta negativa a esa dosis.

La Caracterización del Riesgo.

La caracterización del riesgo es la última etapa de la evaluación de riesgos en la cual se integran la información sobre la toxicidad obtenida de la evaluación dosis-respuesta y los datos resultantes de la exposición a la sustancia tóxica. Esta es una tarea que permite obtener una base de discusión sobre la naturaleza y alcance del riesgo. La caracterización del riesgo es en general, una de las primeras herramientas a través de las cuales los resultados de una evaluación de riesgo se comunican a las personas encargadas de su manejo así como a los tomadores de decisiones, periodistas y al público en general.

Para caracterizar el riesgo se calculó un índice de riesgo para sustancias no cancerígenas que se calcula dividiendo la dosis real entre la dosis de referencia.

Umbrales. Las evaluaciones actuales de riesgo de no cáncer se han enfocado en fijar umbrales para establecer niveles seguros de exposición. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América se han establecido varios umbrales para propósitos normativos, incluyendo el nivel inferior de efectos adversos observables. A este nivel, que establece la dosis más baja que puede causar efectos adversos detectables se le conoce como lowest observable adverse effect level (LOAEL). De igual forma, al nivel que establece una dosis en la cual no se detectan efectos dañinos a la salud se le conoce como no observed adverse effect level (NOAEL) (John Evans 2010).

1.2 HIPÓTESIS

El índice de riesgo por la exposición a diferentes niveles de concentración de PM2.5, en las personas usuarias del transporte público, depende del tipo de vehículo y del horario.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el índice de riesgo por exposición a PM2.5 en el transporte público de la ciudad de Morelia, en función del tipo de transporte, día y hora en la que los usuarios utilizan este servicio.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Con base a un estudio previo donde se cuantificaron las concentraciones de PM2.5 al que están expuestos los usuarios del transporte público:

1. Estimar la dosis real inhalada para diferentes tipos de usuarios.
2. Estimar la dosis en donde no se presentan efectos adversos a la salud (NOAEL, por sus siglas en inglés).

3. Caracterizar el riesgo en función del tipo de población expuesta, tipo de vehículo y hora del día.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

Los vehículos son la principal fuente de PM_{2.5} de acuerdo a estudios reportados en la literatura técnica científica (Douglas E. Dockery y col. , 1996; Rusell, 2010) y también de acuerdo a los inventarios de emisiones de ciudades mexicanas , incluyendo Morelia. Está demostrado que el congestionamiento vial, alta densidad vehicular en arterias como el libramiento de Morelia y la variación de las velocidades de los vehículos al encontrarse con topes o semáforos; pueden incrementar sustancialmente las emisiones de partículas en el aire, además de que la concentración puede aumentar en espacios cerrados como el transporte público.

El evaluar el riesgo por exposición a PM_{2.5} de los usuarios del transporte público cobra especial relevancia porque esta información puede servir de base para justificar un sistema de transporte sostenible que ocasione menores riesgos a la población usuaria de este servicio.

CAPITULO 2

2. Marco Teórico

2.1 Mecanismos de Formación de las PM 2.5

A pesar de que no son medidas en muchas ciudades, las partículas en suspensión de menos de 2,5 micras (PM_{2,5}) parecen ser un mejor indicador de la contaminación urbana que las que se venían utilizando hasta ahora, las PM₁₀. Esto es debido a que, por un lado, su origen es antropogénico en una alta proporción, puesto que las PM_{2,5} en buena medida provienen de las emisiones de los vehículos diesel en la ciudad. Por otro lado, los efectos que tienen sobre nuestra salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias.

La contaminación ambiental por material particulado fracción respirable es uno de los mayores problemas presentes en la atmósfera de nuestras ciudades. Uno de los contaminantes que producen las denominadas fuentes móviles es el llamado Material Particulado, conocido como polvo en suspensión.

Es de importancia fundamental conocer lo que nosotros denominamos como la fracción respirable es decir, aquella parte del aire que inhalamos, ingresa al tracto respiratorio, pasa a través de la tráquea y se deposita en los pulmones, conocida como material particulado PM₁₀. Aún más importante es conocer la concentración y la composición de las partículas que ingresan al organismo y se depositan en lo más profundo de las vías respiratorias como son los sacos alveolares, estas partículas son conocidas como PM_{2.5}

La fracción PM_{2.5} es producida por la combustión de los vehículos que funcionan con motores Diesel. Conocer la composición química del material particulado PM_{2.5} tiene relevancia no sólo desde el punto de vista de la química de la atmósfera, sino también sobre la calidad del aire que respiramos en nuestras ciudades.

Es por ello que algunos países desarrollados han incorporado a sus inventarios de emisiones las de carbono negro, lo que permite a su vez la estimación de los impactos en la salud por la presencia de este contaminante en la atmósfera.

Tabla 3 Penetrabilidad de las partículas en el tracto respiratorio según su tamaño.

Fuente: (Borja Aburto V.H., 2000)

Tamaño de partícula (μm)			Región hasta donde puede ocurrir la Penetración
	>	11	Capturadas en orificios nasales; no penetran en la parte baja del tracto respiratorio
7	-	11	Pasaje nasal
4.7	-	7	Región de la laringe
3.3	-	4.7	Tráquea y región primaria bronquial
2.1	-	3.3	Región bronquial secundaria
1.1	-	2.1	Región bronquial terminal
0.65	-	1.1	Bronquiolos
0.43	-	0.65	Alveolos

La Figura 2 nos muestra la distribución de partículas respecto a la concentración, como se puede apreciar entre mayor sea el tamaño de partícula, su concentración tienen una distribución normal con menos sesgo, sin embargo cuando es menor su concentración puede variar dependiendo de la densidad y tipo de partícula.

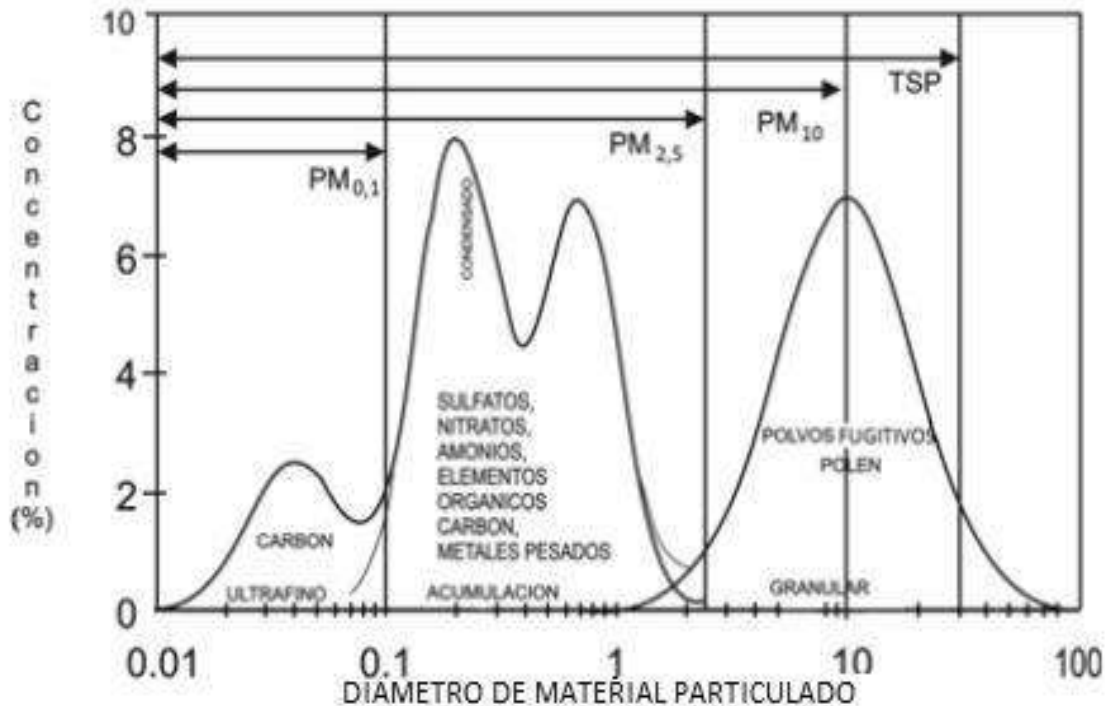


Figura 2 Relación de la masa con relación al tamaño de partícula. Fuente: (Seinfeld J. H., 1998)

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las PM_{2,5}, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.

Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que estas partículas PM_{2,5} tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes, PM₁₀. Asimismo, su tamaño hace que sean más ligeras y por eso, generalmente, permanecen por más tiempo en el aire. Ello no sólo prolonga sus efectos, sino que facilita su transporte por el viento a grandes distancias.

Las partículas PM_{2,5}, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. Los grupos más sensibles –niños, ancianos y personas con padecimientos respiratorios y cardiacos– corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante.

Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, vol. 8, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 1-20, Universidad de Pamplona.

2.2 Características de las Partículas PM 2.5

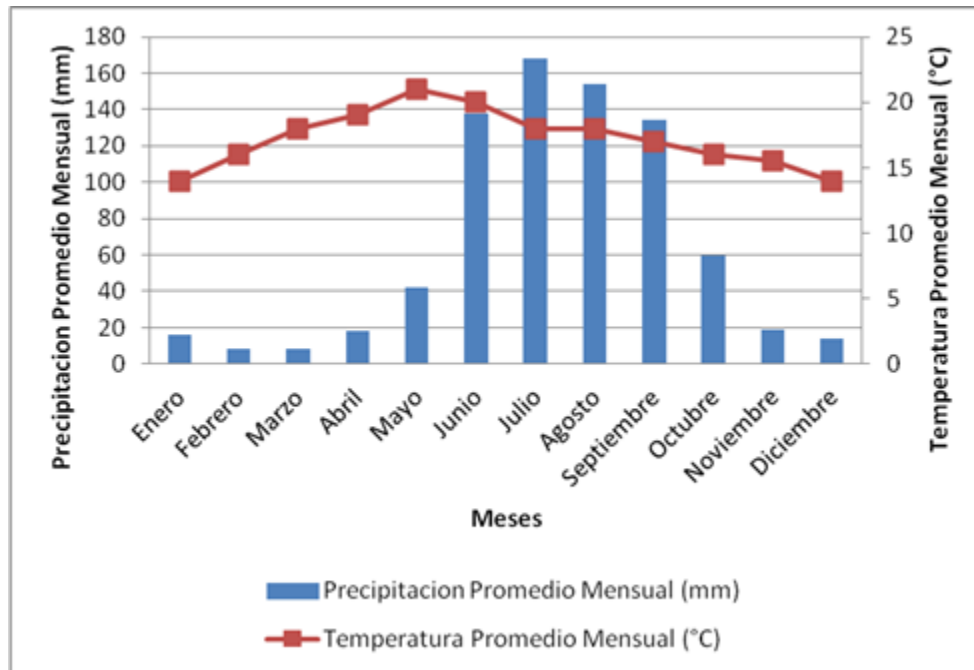
Las partículas suspendidas y las fracciones más pequeñas como PM 2.5 tienen características únicas entre los contaminantes atmosféricos. Mientras que los contaminantes en fase gaseosa, como el dióxido de azufre, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, son compuestos químicos bien definidos, las partículas varían en cuanto a su forma, tamaño, composición química y permanencia en la atmósfera. Estas tres características, así como la relación entre la masa y el volumen de las partículas se muestran en la siguiente, en donde se observa que dependiendo del tamaño de partícula se puede suponer su composición, de acuerdo a los estudios realizados previamente se destaca que todas las partículas que son menores a 2.5 µm tienen características más simples, esto debido a su tamaño y composición.

Tabla 4 Principales características de la composición de las partículas ultrafinas, finas y gruesas. Fuente: (Agency, Integrated Science Assessment for Particulate Matter, 2009) EPA (Environmental Protection Agency)

	Tipo de Partícula		
	Ultrafinas PM 0.1	Finas (\leq PM2.5)	Gruesas(PM2.5-PM10)
Composición	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato • Carbón elemental • Compuestos metálicos • Compuestos orgánicos con baja saturación de presión de vapor a temperatura ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato, nitrato, amonio, iones de hidrógeno • Carbón elemental • Gran variedad de compuestos orgánicos • Metales: compuestos de Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe, etc. • Agua ligada a las partículas • Bacterias, virus 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitratos, cloruros, sulfatos de reacciones de HNO₃, HCl y SO₂ con partículas gruesas • Óxidos de elementos de la corteza terrestre (Si, Al, Ti, Fe) • CaCO₃, CaSO₄, NaCl, sal marina • Bacterias, polen, moho, esporas de hongos, detritos de plantas y animals

El municipio de Morelia está localizado entre los paralelos 19°30' y 19°50' de latitud norte, y los meridianos 101°00' y 101°30' de longitud oeste, en la región centro-norte del estado de Michoacán. La altitud municipal oscila entre los 1,500 y 3,000 msnm y ocupa una extensión de 1,199 Km², mientras que el área urbana de

Morelia abarca alrededor de 85 Km², es decir, el 7.1% de la superficie municipal tiene una temperatura promedio anual de 23 °C. El promedio de lluvia anual varía entre 700 y 1000 mm, la mayoría de esta ocurre en verano, como se ve en la Figura 1. La temperatura ambiente promedio que se mantiene durante el mes de diciembre en la ciudad de Morelia es poco menos de 15 °C. (H. Ayuntamiento de Morelia, 2012)



Fuente: <http://www.oikos.unam.mx/atbc/espanol/Clima.htm>.

Figura 3: Temperatura (°C) y precipitación (mm) promedio mensual de la ciudad de Morelia.

2.3 Estudio de Emisiones y Actividad Vehicular en Morelia Michoacán.

De acuerdo con los inventarios de emisiones locales y nacionales que se han desarrollado en México, los vehículos son una de las principales fuentes antropogénicas de emisión de contaminantes atmosféricos precursores de la formación de ozono. Si bien estas emisiones son el resultado directo del uso de combustibles fósiles, como la gasolina y el diesel, existen otros factores determinantes en la cantidad de contaminantes que un vehículo automotor puede generar, como son la edad, la tecnología, el uso y el mantenimiento.

Desde 2007, el INE comenzó una serie de estudios para caracterizar las emisiones, los patrones de actividad y la distribución de la composición de los vehículos automotores que circulan en ciudades mexicanas. Es así, que en noviembre de 2008, se realizaron trabajos de campo en la ciudad de Morelia, Michoacán, con la finalidad de obtener información que permitiera elaborar un diagnóstico de las condiciones de emisión y actividad bajo las cuales circulan los vehículos automotores de esa ciudad.

Los trabajos de campo consistieron básicamente en dos partes: a) medición de emisiones vehiculares, mediante el uso de un equipo de detección remota, y b) recopilación de datos de la composición y actividad de la flota vehicular, a través de la aplicación de encuestas y conteos directos de automotores en vialidades principales. Los resultados del análisis de la información recopilada en campo muestran lo siguiente:

Medición de emisiones vehiculares

En general, los vehículos de diez años o más de antigüedad emiten más contaminantes que los más recientes (1999 y posteriores): 3.8 veces más CO; 5 veces más HC; y, 2.3 veces más NO. Sin embargo, en los vehículos de menos de diez años de antigüedad también se presentaron valores extremos de emisión. Este comportamiento es consistente en todos los contaminantes.

En términos del servicio que proporcionan (Taxis vs. Automóviles particulares), los taxis muestran, en general, emisiones mayores que los vehículos de uso particular: 53% más CO; 174% más HC; y, 205% más NO, en el estrato 1999 y posteriores. Las SUV/VAN de servicio público emiten, en promedio, más contaminantes que las SUV/VAN de uso privado. Estas diferencias en emisión son mayores en el estrato 1999 y posteriores (vehículos de menos de 10 años de antigüedad): 168%, CO; en general, emisiones mayores que los vehículos de uso particular: 53%, CO; 403%, HC; y, 445 de NO.

Aproximadamente el 16% de los vehículos que circulan en la ciudad de Morelia, rebasarían el umbral de 2% vol. de CO, y el 15% de los vehículos rebasaría el umbral de HC, es decir, muy probablemente no aprobarían una prueba de verificación de gases de escape bajo el método de aceleración simulada o prueba dinámica.

Composición y actividad de la flota vehicular

La flota vehicular de la ciudad de Morelia está integrada por 66% de Automóviles, 20% de pick up y VAN, 13.98% de SUV y menos del 1% de vehículos pesados. El 39% de los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Morelia tienen más de 10 años de antigüedad. En promedio, las pick up recorren 81 km/día, los automóviles, 61km/día y las SUV/VAN, 53 km/día. En cuanto a su procedencia, el 5% de los automóviles; el 27% de lasSUV&VAN; y, el 33% de las pick up que circulan en Morelia fueron Comprados como nuevos en un país distinto a México.

Tabla 3. Emisiones Anuales de Contaminantes por las Fuentes Vehiculares en México entidad federativa, en Mg/año

CIUDAD	NOx	SOx	COVs	CO	PM10	PM2.5	TOTAL
Estado de México	69,896.70	3,848.10	96,735.40	811,820.60	3,236.70	2,965.60	988,503.10
Distrito Federal	62,267.50	3,336.60	88,521.60	737,746.90	2,805.80	2,570.80	897,249.20
Jalisco	42,891.10	2,353.20	59,567.30	496,451.40	1,979.90	1,814.10	605,057.00
Nuevo León	36,605.10	1,945.60	47,589.30	355,070.00	1,636.60	1,499.50	444,346.10
Veracruz	20,792.60	1,206.10	26,154.60	201,111.60	1,015.20	930.2	251,210.30
Puebla	17,271.60	1,009.80	22,413.20	188,713.60	850.4	779.2	231,037.80
Guanajuato	16,891.10	991.7	22,009.40	187,005.50	828.4	759	228,485.10
Chihuahua	14,319.10	812.6	17,642.20	146,114.30	683.8	626.5	180,198.50
Baja California	13,238.60	751.8	16,053.30	123,056.30	632.5	579.5	154,312.00
Michoacán	10,819.50	633.6	13,941.00	116,673.60	533.5	488.8	143,090.00
Tamaulipas	12,271.60	698.5	14,714.20	113,633.70	587.3	538.1	142,443.40

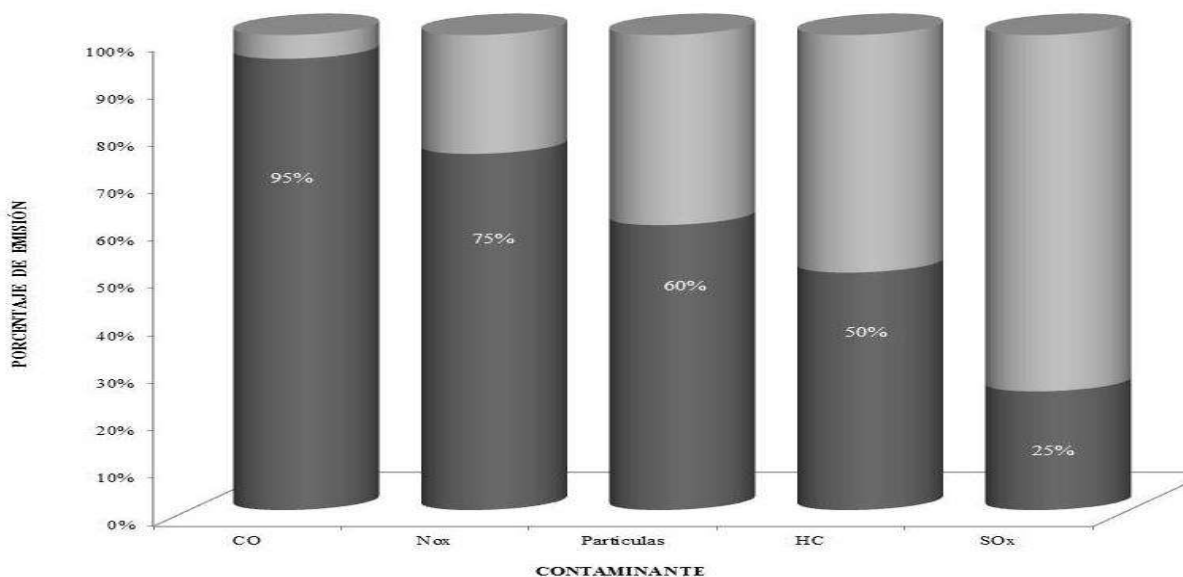


Figura 4. Contribución de los vehículos en las emisiones a la atmósfera (SEMARNAT, 2011).

2.4 Parque Vehicular.

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), en sus cifras del último censo poblacional del 2010 el municipio de Morelia, tenía un total de 729,279 habitantes, del cual el 52.15% (380,285 habitantes) son mujeres y el 47.85% (348,994 habitantes) son hombres. Acerca de los vehículos de motor en circulación registrados, del año 2000 al 2008 la flota vehicular de Morelia creció un 72%, es decir, circulaban en la ciudad más de 300,000 vehículos automotores. La flota vehicular de Morelia representaba para el 2008, el 21% del parque vehicular en circulación del estado de Michoacán (<http://www.inegi.org.mx>).

A partir de la información de número de habitantes y vehículos, en la ciudad de Morelia, y en general en el estado de Michoacán, se obtuvo el índice de motorización. Podemos mencionar, por ejemplo que en el año 1990 el índice de motorización promedio en Michoacán era prácticamente el doble que en Morelia, véase Figura 2; sin embargo, conforme ha avanzado el tiempo, este índice cada vez se ha ido acercando entre la motorización a nivel estatal y municipal.

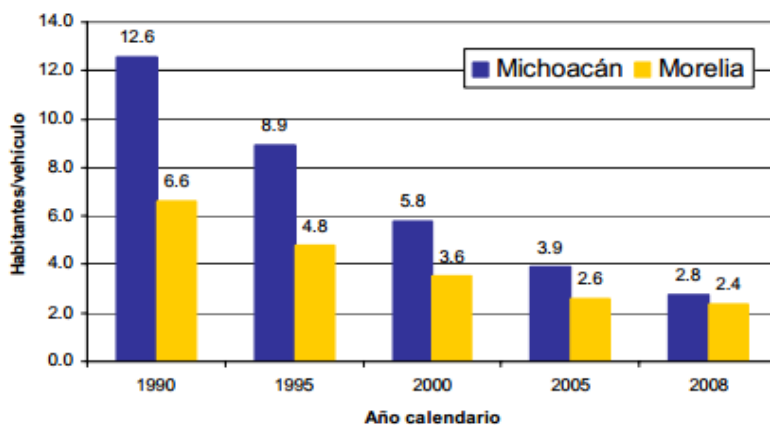


Figura 5. Índice de motorización de Morelia y Michoacán.

Fuente: INE, SEMARNAT, DGICUR y DGCENICA, 2010.

Como parte de las acciones que emprendió el gobierno de Michoacán, para la regulación ambiental de la flota vehicular que circula en sus ciudades, en septiembre de 2004 se publicó el programa de verificación vehicular, que inició

operación con 66 centros de verificación, establecidos en 22 municipios, aunque solo se hizo obligatorio para la flotilla del gobierno estatal. Posteriormente, en octubre de 2008, la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) del gobierno de Michoacán, celebró un acuerdo con autoridades de la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM) del valle de México, para homologar el procedimiento y la papelería requerida, para otorgar el holograma requerido para la libre circulación de vehículos con placa de Michoacán en el valle de México.

El ayuntamiento de Morelia, SUMA y la U.M.S.N.H. establecieron en el año de 2006 el programa de monitoreo de la calidad atmosférica de la ciudad, con el objetivo de informar la calidad del aire que se respira. La unidad de monitoreo atmosférico de Morelia (UNIMAT) empezó a medir la calidad del aire de Morelia de manera continua a finales de 2007. La UNIMAT se encuentra ubicada en la azotea del palacio municipal del ayuntamiento de Morelia y mide las concentraciones de los contaminantes: ozono (O_3), partículas aerodinámicas con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2). En el 2013, se instaló una segunda caseta de monitoreo automático en las instalaciones de Ciudad Universitaria de la U.M.S.N.H. Esta caseta mide las concentraciones de ozono (O_3), partículas aerodinámicas con diámetro menor a 10 micras ($PM_{10.0}$), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido y monóxido de nitrógeno (NO_2 , NO) (INE, SEMARNAT, DGICUR, DGCENICA, 2010).

2.5 Transporte Público en la Ciudad de Morelia.

En el año 2000 el sistema de transporte público, de Morelia se componía de 13 grandes rutas con 49 sub-rutas del transporte público urbano (“Combi”) y de 35 rutas urbanas y suburbanas dependientes del transporte público de Michoacán, que funcionan con unidades de microbuses, minibuses y autobuses, las cual englobaremos en el tipo de transporte público “Camión” debido a la diversidad de vehículos de este tipo de transporte público.

Las rutas de transporte público “Combi” contaban con un total de 1,342 unidades en servicio, para el año 2000, en la Tabla 4 (elaborado por la jefatura de

operaciones de la dirección de transportes del estado, en febrero de 1999) se señalan las rutas y sus sub-rutas, las cuales se distinguen por color, números y letras; así como también se describen brevemente el origen y destino de cada una.

Tabla 4. Rutas del transporte público “Combi” en Morelia en el año 2000. Fuente:H. Ayuntamiento de Morelia, 2001

Rutas	Unidades en servicio	Origen	Destino
Amarilla 1	34	Av. Frnacisco J. Mujica (Frente a Cd. Universitaria).	Av. Frnacisco J. Mujica (Frente a Cd. Universitaria).
Amarilla 2	36	Fernando Soto, Colonia Tierra y libertad.	Batalla de Churubusco, Colonia Chapultepec
Azul A	32	Manuel Besanilla, Fracc. Michelena.	Av Camelinas (Frente a Palacio del arte)
Azul B	28	Melocoton (Esq. Calzada La Huerta).	Fray Aparicio (Esq. Casa de moneda), Fracc. Buena Vista.
Azul C	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Café 1	40	Huatapera (Esq. Carlos Rubirosa), Colonia Tierra y libertad.	Matias de Bocanegra (Esq. Hernan Gonzales de Eslava), Fracc. Fray Antonio de Mendoza.
Café 1 A	17	Francisco de Barreda en Quinceo.	Centro.
Café 2	38	Tierra, Colonia Lomas del Punhuato.	Piloto Juan Pablo Aldasoro, Colonia Jardines de

			Guadalupe.
Café 2 A	34	Migue Osorio, Colonia Rafael Carrillo.	Colonia San Rafael.
Café 2 B	20	Soldado de zaragoza, Colonia Leandro Valle.	Centro.
Coral 1	40	Sta. Maria de los Urdiaes, Colonia las Margaritas.	Blv. Fray Antonio de San Miguel, Colonia Fray Antonio de San Miguel
Coral 2	41	23 de Mayo (Esq. Fco. Luna), Colonia Nueva Primo Tapia.	Mercado de Abastos.
Coral 2 A	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Crema 1	31	Av. Solidaridad, Colonia Solidaridad.	Felipe Paramo, Colonia Primo Tapia.
Crema 2 A	16	Av. Solidaridad, Colonia Solidaridad.	Felipe Paramo, Colonia Primo Tapia.
Crema 2	29	Lic. Jesus Ramirez Mendoza, Colonia Primo Tapia.	Nazas (Esq. Balsas), Colonia Lago.
Crema 2 B	16	Lic. Jesus Ramirez Mendoza, Colonia Primo Tapia.	Nazas (Esq. Balsas), Colonia Lago.
Guinda 1	54	Av. Las Palmas, Colonia Colinas del sur.	Issac Calderos, Colonia La Soledad.
Guinda 2	19	Gral. Fco. Villa (Esq. Lic. Mariano de Jesus Torres), Colonia Dr. Miguel Silva.	Egipto, Colonia Rector Diaz Rubio.

Gris 1	64	Av. Siervo de la Nacion, Colonia Sentimientos de la Nacion.	Av. Siervo de la Nacion, Colonia Sentimientos de la Nacion.
Gris 2	54	Av. Siervo de la Nacion, Colonia Sentimientos de la Nacion.	Centro.
Gris 3	42	Av. San Juanito Itzicuaru, Colonia Margarita Maza de Juarez.	Fco. Matos Coronado (Esq. Juan de Oñate), Colonia Lazaro Cardenas.
Gris 4	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Morada 1	28	Circuito Uacusecha, Fracc. Xangari.	Jose Maria Pino Suarez, Poblacion La Aldea.
Morada 2	34	Cap. Mariano Anzures, Fracc. Fuentes de Valladolid.	Lomas de las villas, Fracc. Lomas de Morelia.
Naranja 1	39	Trabajadores de la educacion (Esq. Trabajadores de Gobernacion), Colonia FOVISSTE.	Circuito Uacusecha, Fracc. Xangari.
Naranja 2	12	Trabajadores mexicanos, Colonia FOVISSTE.	Centro.
Naranja 3	49	Juan de Dios, Colonia Lomas de sta. Maria.	Arrocena (Esq. Avena), Frac. Los Angeles.
Naranja 3 Erandeni	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.

Naranja 3 Galaxia	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Negra	25	Av. Del Obispo. Col. Manantiales del obispo.	Ahuizotl, Colonia Ejidal Ocolucen.
Oro- verde	42	Colonia Trincheras.	Circuito Trabajadores de la educacion, Col. La Soledad.
Roja 1	50	Carlos Roviroza (Esq. Jose del Rio), Col. Tierra y Libertad.	Chicalote (Esq. Linaza), Col. Lomas del Punhuato.
Roja 2	Sin datos.	Sin datos	Sin datos.
Roja 2 Oken	25	Periban (Esq. Caracuaro), Fracc. FOVISSTE Acueducto.	Loma del Rey, Col. Lomas del Valle.
Roja 3	25	Av. Michoacan (Esq. Cantera), Fracc. INFONAVIT la Colina.	Fray Antonio de Lisboa, Col. Fray Antonio de Lisboa.
Roja 3 A	26	Adolfo R. Cortinez (Esq. U. Profesional Zacatenco), Col. Irrigacion	Futurama.
Roja 3 B	26	Doceava, Col. Guadalupe.	Batazar Echaviz, Fracc. Ejidal
Roja 4	23	Florentino Mercado (Esq. Lic. Luis Couto), Col. la Quemada.	Benito Muños (Esq. Nueva Tepeyac), Col. Nueva Punhuato.
Roja 4 A	23	Ahuehuete (Esq. Beleño), Col. Nicolas Romero.	Maria Manuela Medina, Col. Niño Artillero.
Roja 4 M	20	Ahuehuete (Esq. Beleño), Col. Nicolas Romero.	Manantiales del Quinceo (Esq. Manatiales del onispo), Col. Manatiales de Morelia.

Roja 4 Zindurio	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Rosa 1	34	Holanda (Esq. Viena), Fracc. INFONAVIT Valle Quieto.	M. Romero (Esq. Albino Zertuche), Col. El Realito.
Rosa 2	24	Av. El Vivero, Fracc. El Vivero.	Guadaupe Victoria (Esq. Cerro de Zitacuaro), Fracc. INFONAVIT Loma Bonita.
Rosa 2 B	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.
Rosa 3	20	Joaquin Guerra (Esq. Circuito Ignacio Rayon), Col. Torreon Nuevo.	Centro.
Verde 1	36	Av. Del Campestre (Esq. Av. Camelinas)	Av. Siervo de la Nacion, Col. Sentimientos de la Nacion (SEP).
Verde 2	36	Av. Del Campestre (Esq. Av. Camelinas)	Av. Siervo de la Nacion, Col. Sentimientos de la Nacion (SEP).
Verde 3	18	Circuito Mintzita, Fracc. Manantiales de Morelia.	Centro.
Verde 4	41	Jose Nicolas de Michelena, Fracc. Michelena.	Lic. Natalio Vazquez Pallares (Esq. Alberto Coria), Col. Primo Tapia.
Verde 4 B	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.

Con respecto a las rutas urbanas y suburbanas que funcionan con unidades de microbuses, minibuses y autobuses, transporte público “Camión”, el parque vehicular sumaba para el año 2000, 454 unidades de transporte urbano; 240 microbuses, 194 minibuses y 20 camiones.

En la Tabla 5 (elaborado por la jefatura de operaciones de la dirección de transportes del estado en febrero de 1999); se observan por número, las rutas dependientes del transporte público “Camión”, así como una descripción breve de su origen y destino.

Tabla 5. Rutas del transporte público “Camión” en Morelia en el año 2000. Fuente:H. Ayuntamiento de Morelia, 2001.

No. Ruta	Ruta	No. Unidades	Origen	Destino
1	Circuito Periferico A.	24	INFONAVIT Manatales.	Crucero Salida Charo.
2	Circuito Periferico B.	23	INFONAVIT Manatales.	Crucero Salida Charo.
3	Centros Comerciales.	32	Col. Leandro Valle.	Gigante.
4	Alberca A (Col. M. Ocampo).	30	Col. Gertrudis Sanches.	Gigante.
5	Alberca B (Col. Industrial).	Sin datos.	Col. Gertrudis Sanches.	Gigante.
6	Circuito Carrillo.	22	Col. Adolfo Lopez Mateos.	Gigante.
7	Circuito San Juan.	1	San Juanito Itzicuaró.	Gigante.

8	Santa Maria.	15	Col. Trincheras de Morelos.	Col. Obrera.
9	Magisterio A (P. Juarez).	Sin datos.	Fracc. Xangari.	Merc. San Juan.
10	Magisterio B (SEP).	Sin datos.	Fracc. Xangari.	Merc. San Juan.
11	Santiaguito A (R. del Ch.).	21	Col. La Soledad.	C.U.
12	Santiaguito B (F. del R.).	Sin datos.	Col. La Soledad.	C.U.
13	Industrial.	20	La Aldea.	Col. Jacarandas.
14	Panteon.	21	Col. Colinas del Sur.	Col. 20 de noviembre.
15	Lago.	20	Hospital del ISSSTE.	Fracc. Valle Quieto.
16	Tenencia Morelos.	6	Tenencia Morelos.	Antonio Alzate.
17	Directo.	20	Jose Maria Morelos.	Cruzero a Mil Cumbres.
18	Popular.	21	Fracc. Xangari.	Hospital del ISSSTE.
19	Exp. Cd. Universitaria A.	16	C.U.	Bucareli.
20	Exp. Trincheras-San Fco.	18	Col. Trincheras de Morelos.	San Francisco.
21	Exp. Torrecillas-San	Sin datos.	Col. Torrecillas.	San Francisco.

	Fco.			
22	Exp. Indeco A.	5	Bosque Cuahutemoc.	Direcc. de Pol. y Tto.
23	Exp. Indeco B.	Sin datos.	Bosque Cuahutemoc.	Direcc. de Pol. y Tto.
24	Exp. L. de Morelia-San Fco.	10	Fracc. Lomas de Morelia.	San Francisco.
25	Exp. Cd. Industrial-San Fco.	Sin datos.	Ciudad Industrial.	San Francisco.
26	Exp. Punhuato-E. Ruiz.	25	Sindurio Norte.	Col.Punhuato.
27	Exp. P. Verdes A.-San Fco.	7	Col. Solidaridad.	San Francisco.
28	Exp. P. Verdes B.-San Fco.	6	Col. Solidaridad.	San Francisco.
29	Exp. Soleada-San Fco.	Sin datos.	Col. Soledad.	San Francisco.
30	Exp. Cd. Universitaria B.	16	C. U.	Bucareli.
31	Exp. Carrillo-J. del Monte.	9	Carrillo.	Jesus del Monte.
32	Exp. L. del Ped.-San Fco.	13	Col. Tanganxoan.	San Francisco.
33	Exp. Niño Artillero-	Sin datos.	Col. Niño Artillero.	San Francisco.

	San Fco.			
34	Exp. I.T.A 7-Balc. De Morelia.	Sin datos.	I.T.A. 7.	Fracc. Balc. de. Morelia.
35	Exp. Torrecillas-San Juanito Itzicuaru.	Sin datos.	Col. Torrecillas.	San Juanito Itzicuaru.
36	Atecuaro.	1	Carrillo.	Atecuaro.
37	Joyitas.	1	Fracc. Xangari.	Joyitas.
38	San Bernabe.	1	Fracc. Xangari.	San Bernabe.
39	San Jose Itzicuaru.	1	Fracc. Xangari.	San Jose Itzicuaru.
40	San Juanito Itzicuaru.	6	Fracc. Xangari.	San Juanito Itzicuaru.
41	Torreon Nuevo.	Sin datos.	San Jose.	Gertrudis Sanches.
42	Lucio Cabañas.	Sin datos.	Carrillo.	Col. Lucio Cabañas.
43	Las Palomas.	1	Carrillo	Las Palomas.
44	Carrillo-San Miguel del M.	1	Carrillo	San Miguel del Monte.
45	Carrillo-San Jose de las T.	1	Carrillo	San Jose de las Torres.
46	Punhuato-Niños heroes.	Sin datos.	Sindurio Norte.	Punhuato.

47	Nueva Esperanza-San Fco.	8	Col. Nueva Esperanza.	San Francisco.
48	El Durazno.	Sin datos.	El Durazno.	Col. Obrera.

En cuanto al transporte público "Taxi", para el año 2000 se tenían las siguientes agrupaciones y unidades registradas, como se observa en la Tabla 6 (elaborado por la jefatura de operaciones de la dirección de transportes del estado en febrero de 1999).

Tabla 6. Agrupaciones de "Taxis" de Morelia en el año 2000. Fuente:H. Ayuntamiento de Morelia.2001

No.	Agrupacion	No. de Unidades
1	Radio Taxi Tarasco.	Sin datos.
2	Radio 30 de Septiembre	50
3	Radio Taxi Morelia.	100
4	Radio Taxi Independencia	13
5	Radio Taxi del Bosque.	36
6	Radio Taxi Tarase.	115
7	Radio Taxi Maquinas Rojas.	82
8	Radio Taxi Pirindas	25

	A. C.	
9	Radio Taxi Ejecutivo.	Sin datos.
10	Radio Taxi Grupo Alfa A. C.	Sin datos.
11	Taxi Tour Morelia.	Sin datos.
12	Radio Taxi Horizonte.	Sin datos.
13	Radio Taxi Laser.	Sin datos.

2.6 Estado del arte.

Estudios similares a este se han realizado en México y en otras partes del mundo para evaluar el nivel de exposición que los usuarios del transporte público están expuestos y una vez obtenida esta información, establecer políticas públicas para el diseño de sistemas de transporte sustentable.

Wöhrnschimmel Henry, y colaboradores, en el 2008, publicaron un estudio donde midieron los niveles de exposición de los usuarios de tres tipos diferentes de transporte público, microbús, camión y metro. Ellos encontraron que las concentraciones para un microbús eran más grandes que las encontradas para un camión esto por causas de que en un camión el espacio es más grande y la concentración depende directamente del volumen, también encontraron que en el metro había este tipo de contaminantes dentro de los vagones, lo que nos indica que este tipo de partículas están en el ambiente en general y no solo las inhalan los usuarios del transporte público sino todas las personas en general.

Dai-Hua Tsai y colaboradores en el 2008 compararon en Taiwán los niveles de exposición a PM2.5 en usuarios de motocicletas, coches y autobuses en el que se demostró que los usuarios que se exponían a una mayor concentración de PM2.5 eran los usuarios del camión y los motociclistas, mientras que los pasajeros de los automóviles fueron los que se sometieron a una concentración menor.

CAPITULO 3

3. Metodología.

La metodología a seguir en el presente trabajo es la que propone la EPA en el análisis de riesgos por exposición a sustancias tóxicas. La siguiente figura describe los pasos a seguir y que están descritos en el capítulo 1.



Figura 6.- Pasos a seguir para realizar un análisis de riesgos.

La siguiente tabla 7 ilustra cómo se pueden estimar las dosis de exposición de inhalación y ofrece tarifas de entrada de aire por defecto. Nivel de una persona de actividad, condición física, el sexo y la edad son algunos de los factores que influirán en la tasa de entrada de aire.

3.1 Identificación del Peligro.

En este trabajo se evalúa la condición al peligro que representa inhalar partículas menores a $2.5\mu\text{m}$ a la luz de la información toxicológica presentada en la sección 1.5 de este trabajo.

3.2 Evaluación de la Exposición.

Las PM 2.5 ingresan al organismo humano por medio del proceso de inhalación.

La inhalación es una vía importante de exposición humana a contaminantes que existen como gases atmosféricos que son adsorbidos con las partículas transportadas por el aire o fibras. La exposición por inhalación a los contaminantes de sitios de desechos peligrosos puede ocurrir como resultado de la emisión directa de gases y partículas de una instalación, la volatilización de los gases procedentes de los suelos contaminados o cuerpos de agua, o la re-suspensión del polvo y las partículas de la superficie del suelo contaminado. Al evaluar la exposición a los gases atmosféricos, en general, la estimación de la dosis inhalada no es necesaria. Las dosis en la literatura toxicológica se expresan como concentraciones que se pueden comparar directamente con las concentraciones medidas en un sitio. Tasas de inhalación se tienen en cuenta a la hora de estudiar las relaciones dosis-respuesta y en el desarrollo de los valores de evaluación. Un cálculo de dosis puede ser necesario cuando se considera la exposición a los contaminantes adheridos al polvo e inhalados.

3.3.- Evaluación de la Dosis-Respuesta.

Ya que no existe una dosis de referencia para contaminación en interiores (, compararemos los datos obtenidos con las concentraciones encontradas, contra la concentración permitida por la (EPA).

$$D = \frac{(C*IR*EF)}{BW} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Dónde:	Promedio de aire inhalado (m ³ /día)
D= Dosis requerida	4.5 – 0 años – 1 año
C= Concentración del contaminante	10 - 6 años – 8 años
IR= Tasa de ingesta	13 –12 años – 14 años
EF= Factor de exposición	13.5- 19 años – 65 años+
BW= Peso corporal	(EPA 1997)

Fuente: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 4770 Buford Hwy NE, Atlanta, GA 30341 Contact CDC: 800-232-4636 / TTY: 888-232-6348

Con esta ecuación calcularemos las dosis necesarias en personas diferentes con pesos diferentes y se comparan con la dosis permitida por las normas oficiales. Cálculo del factor de exposición (EF).

$$\frac{F*ED}{AT} = EF \dots\dots Ec. 2$$

Dónde:

EF= Factor de exposición.

F= Frecuencia de la exposición.

ED= Duración de la exposición (años)

AT= Tiempo promedio.

*Fuente: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 4770 Buford Hwy NE, Atlanta, GA 30341
Contacts CDC: 800-232-4636 / TTY: 888-232-6348*

4.4 Niveles Permisibles de Partículas Suspendidas PM10 y PM2.5 Según (SSA)

La Secretaría de Salud (SSA) redujo los límites permisibles de concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, y dio a conocer los criterios para su evaluación, a fin de proteger la salud de la población.

La NOM es de observación obligatoria en todo el país, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire.

Estos datos se concentran en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, que deja sin efectos la modificación a la NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental y criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a material particulado publicada el 26 de septiembre de 2005.

De esta manera, la NOM es de observación obligatoria en todo el país, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire. La disposición detalla que para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable se establecen dos valores límite, tanto para las concentraciones ambientales de las Partículas Menores (PM) a 10 micrómetros PM10 como de las PM2.5.

Ahora, para las partículas menores a 10 micrómetros PM10 el límite de 24 horas es de 75 microgramos de metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), como promedio de 24 horas, y el límite anual: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como promedio anual.

En tanto, que para las partículas menores a 2.5 micrómetros PM2.5 el límite de 24 horas es de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como promedio de 24 horas, y el límite anual por 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como promedio anual.

Tabla 7.-Niveles Permisibles de Partículas Suspendidas PM10 y PM2.5

Fuente: <http://www.epa.gov/air/criteria.html> consultada en marzo de 2015

CONTAMINANTE (TIPO DE CONTAMINANTE)	PRIMARIO O SECUNDARIO	TIEMPO PROMEDIO	NIVEL	DESCRIPCIÓN	
Partículas contaminantes Dic 14, 2012	PM2.5	Primario	Anual	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual promedio durante 3 años
		Secundario	Anual	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual promedio durante 3 años
		Primario y secundario	24 horas	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98 percentil durante 3 años
	PM10	Primario y secundario	24 horas	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No podrá superarse más de una vez al año, en promedio, durante 3 años

3.5 Índice de riesgo

$$IR = \frac{D_{real}}{D_{referencia}}$$

Dosis real (Dreal): Dosis a que está expuesto el pasajero del transporte público

Dosis de Referencia: Se obtiene a partir del NOAEL, que se consideró de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.6 Estudios previos y consideraciones.

Los datos para realizar el estudio de riesgo por exposición a PM2.5 en el transporte público se obtienen de la tesis de Rangel, 2014: "Determinación de los niveles de exposición a Monóxido de Carbono y Partículas PM2.5, en los usuarios del transporte público del Periférico de la ciudad de Morelia, evaluando dos tipos de transporte público"

Las consideraciones tomadas en cuenta para el cálculo de la dosis real y el cálculo del índice de riesgo fueron las siguientes:

- El factor de exposición para la Dosis Real y la Dosis de Referencia (RFD) se tomó como 1 hora por día durante 5 días de la semana durante 50 semanas por 15 años.
- La dosis de referencia se tomó de la norma por exposición crónica a PM2.5 de origen primario, e igual a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En la Tabla 8 se muestra la relación del peso corporal de acuerdo a las edades de los hombres y mujeres según la Secretaria de Salud (SSA) que utilizaremos para realizar el cálculo de la dosis real calculada.

Tabla 8 Secretaria de salud (SSA) tabla de peso corporal de acuerdo a edades diferentes.
<http://www.salud.gob.mx/>

EDAD	HOMBRES		MUJERES	
	PESO	TALLA	PESO	TALLA
Recién Nacido	3.47	50.06	3.34	49.34
3 meses	6.26	60.44	5.79	59.18
6 meses	8.02	66.81	7.44	65.33
9 meses	9.24	71.1	8.03	69.52
1 año	10.15	75.05	9.6	73.55
2 años	12.7	86.68	12.15	85.4
3 años	14.84	94.62	14.1	93.93
4 años	16.9	102.11	15.15	101.33
5 años	19.06	109.11	17.55	108.07
6 años	21.4	115.4	20.14	114.41
7 años	23.26	120.4	23.27	120.54
8 años	25.64	126.18	26.8	126.52
9 años	28.6	131.71	30.62	132.4
10 años	32.2	136.53	34.61	138.11
11 años	36.51	141.53	38.65	142.98
12 años	41.38	146.23	42.63	149.03
13 años	46.68	156.05	46.23	154.14
14 años	52.15	160.92	49.92	157.88
15 años	57.49	168.21	53	160.01
16 años	62.27	171.4	55.54	160.68
17 años	66.03	173.23	57.43	160.72
18 años	68.19	174.1	58.55	160.78

Con los datos anteriores se estimarán las dosis encontradas en la ciudad de Morelia de acuerdo a la edad de las personas y a su peso corporal, y estas se compararan con las dosis permitidas según la Environmental Protection Agency (EPA) y sus niveles permisibles de partículas suspendidas PM2.5 estos cálculos se harán de acuerdo a las normas de la (EPA) y no a las de la (SSA) debido a que los límites permisibles por la (EPA) son mucho más estrictos que los de la

(SSA) y después se calcula el índice de riesgo dividiendo la dosis que tenemos en realidad en la ciudad de Morelia contra la dosis calculada de acuerdo a la norma de la (EPA), Salud ambiental y criterios para evaluar la calidad del aire ambiente.

CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Número de Muestras

En la Tabla 9 se presenta un resumen de las muestras colectadas durante las campañas de muestreo en el Libramiento para los distintos contaminantes

Tabla 9.- Número de muestras colectadas por punto de muestreo.

Fecha	Horario	Tipo	Fecha	Horario	Tipo
Primera campaña de muestreo					
02/12/2013	07:00	Combi	09/12/2013	07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi	10/12/2013	19:00	Camión
03/12/2013	07:00	Combi		07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión

04/12/2013	07:00	Combi	11/12/2013	07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
05/12/2013	07:00	Combi	12/12/2013	07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
06/12/2013	07:00	Combi	13/12/2013	07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
07/12/2013	07:00	Combi	14/12/2013	07:00	Camión
	10:00	Combi		10:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	16:00	Combi		16:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión

Segunda campaña de muestreo					
17/02/2014	7:00	Combi	17/12/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
18/02/2014	7:00	Combi	18/02/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
19/02/2014	7:00	Combi	19/02/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
20/02/2014	7:00	Combi	20/02/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
21/02/2014	7:00	Combi	21/02/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
22/02/2014	7:00	Combi	22/02/2014	7:00	Camión
	14:00	Combi		14:00	Camión
	19:00	Combi		19:00	Camión
Tercera campaña de muestreo					

31/03/2014	Tres horarios campaña 2	Combi	25/03/2014	Tres horarios campaña 2	Camión
02/04/2014	Tres horarios campaña 2	Combi	27/03/2014	Tres horarios campaña 2	Camión
04/04/2014	Tres horarios campaña 2	Combi	29/03/2014	Tres horarios campaña 2	Camión

4.2 Resultados del Análisis Gravimétrico.

Se presenta en la Tabla 10 los resultados de concentración de partículas de la campaña.

Tabla 10 Resultados obtenidos de las muestras realizadas en la semana del 17-22 de febrero de 2014

<i>Horario</i>	<i>Día de muestreo</i>	<i>Tipo de vehículo</i>	<i>de Concentración n</i>	<i>Real (µg/m3)</i>	<i>Minutos muestreados</i>
7:00 - 8:00 h	17/02/2014	Combi gris	158.56	75	
		R-1(circuito)			
14:00 – 15:00 h	17/02/2014	Combi gris	52.85	81	
		R-1(circuito)			
19:00 – 20:00 h	17/02/2014	Combi gris	74.50	83	
		R-1(circuito)			
7:00 - 8:00 h	18/02/2014	Combi gris	45.61	73	
		R-1(circuito)			

14:00 – 15:00 h	18/02/2014	Combi gris	70.13	78
		R-1(circuito)		
19:00 – 20:00 h	18/02/2014	Combi gris	58.01	82
		R-1(circuito)		
7:00 - 8:00 h	19/02/2014	Combi gris	108.10	77
		R-1(circuito)		
14:00 – 15:00 h	19/02/2014	Combi gris	33.57	85
		R-1(circuito)		
19:00 – 20:00 h	19/02/2014	Combi gris	21.07	79
		R-1(circuito)		
7:00 - 8:00 h	20/02/2014	Combi gris	67.95	70
		R-1(circuito)		
14:00 – 15:00 h	20/02/2014	Combi gris	9.38	76
		R-1(circuito)		
19:00 – 20:00 h	20/02/2014	Combi gris	39.64	78
		R-1(circuito)		
7:00 - 8:00 h	21/02/2014	Combi gris	54.36	70
		R-1(circuito)		
14:00 – 15:00 h	21/02/2014	Combi gris	44.39	75
		R-1(circuito)		
19:00 – 20:00 h	21/02/2014	Combi gris	49.42	77
		R-1(circuito)		
7:00 - 8:00 h	22/02/2014	Combi gris	62.95	68
		R-1(circuito)		

14:00 – 15:00 h	22/02/2014	Combi gris R-1(circuito)	85.88	72
19:00 – 20:00 h	22/02/2014	Combi gris R-1(circuito)	51.53	60
7:00 - 8:00 h	17/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75
14:00 – 15:00 h	17/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	26.426	81
19:00 – 20:00 h	17/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	5.63	83
7:00 - 8:00 h	18/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73
14:00 – 15:00 h	18/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	26.99	78
19:00 – 20:00 h	18/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	8.55	82
7:00 - 8:00 h	19/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	45.56	77
14:00 – 15:00 h	19/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	52.28	85
19:00 – 20:00 h	19/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	35.53	79
7:00 - 8:00 h	20/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70

14:00 – 15:00 h	20/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	61.55	76
19:00 – 20:00 h	20/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	78
7:00 - 8:00 h	21/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	66.83	70
14:00 – 15:00 h	21/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	40.54	75
19:00 – 20:00 h	21/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	27.34	77
7:00 - 8:00 h	22/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68
14:00 – 15:00 h	22/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	38.98	72
19:00 – 20:00 h	22/02/2014	Camión rojo R-1(circuito)	7.79	60

4.3 Resultados

A continuación mostraremos los resultados obtenidos al aplicar la metodología del análisis de riesgo propuesta por la EPA. Se presentan en gráficas para marcar las diferencias encontradas en algunos días de la campaña de campo y para la población de bebés. Los siguientes cálculos fueron realizados tomando en cuenta un factor de exposición de un trayecto de una hora diaria mencionado en el capítulo 3 en ambos transportes para todos los días, para todos los diferentes tipos de personas y en todos los horarios en general.

En la Figura 7 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 7 am a 8 am. Es 3 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15h de la tarde, y 2 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 h. las que comparadas con la dosis permitida son más grandes y más por la mañana esto para el día 17/02/2014.

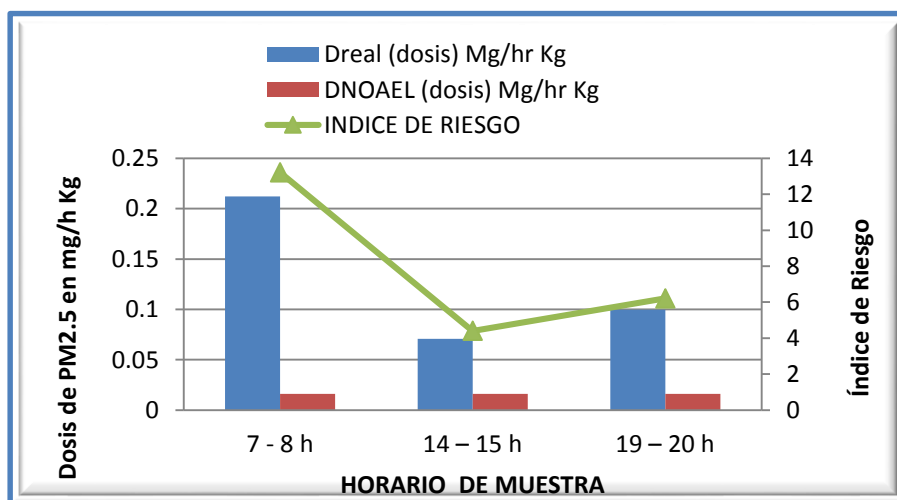


Figura 7.- Bebés de 4 kg 17/02/2014

En la Figura 8 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 14 a 15 h. Es 1.5 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 7am a 8am h. de la tarde, y 1.2 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. las que comparadas con la dosis permitida es muy grande y más por la tarde esto para el día 18/02/2014.

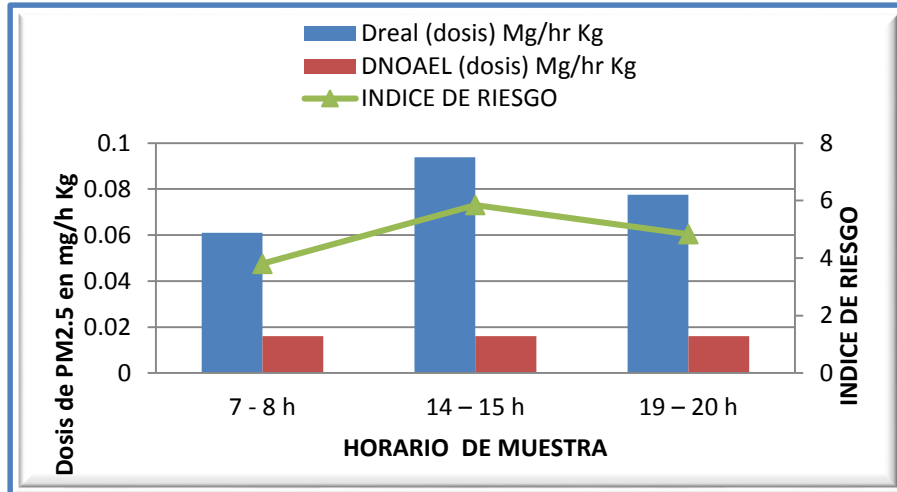


Figura 8.- Bebes de 4 kg 18/02/2014

En la Figura 9 siguiente podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 7 am a 8 am. Es 3.2 veces menor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15 hr. De la tarde, y 5 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. Las que comparadas con la dosis permitida es muy grande en el caso de la mañana y más pequeña en el caso de la tarde y de la noche.

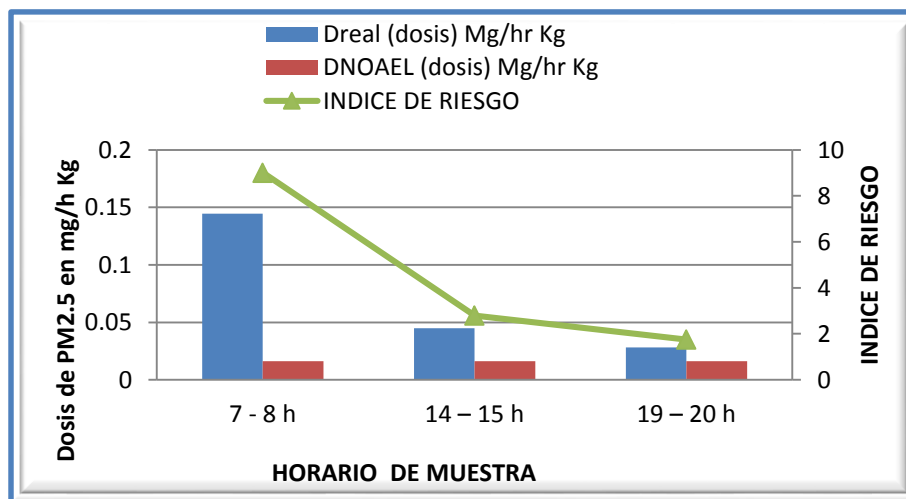


Figura 9.- Bebes de 4 kg 19/02/2014

En la Figura 10 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 7 am a 8 am. Es 7 veces mayor que la dosis registrada para un horario

de 14 a 15 hr. y 1.7 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. Las que comparadas con la dosis permitida es muy grande y más por la mañana con la excepción del horario de 14 a 15 h.

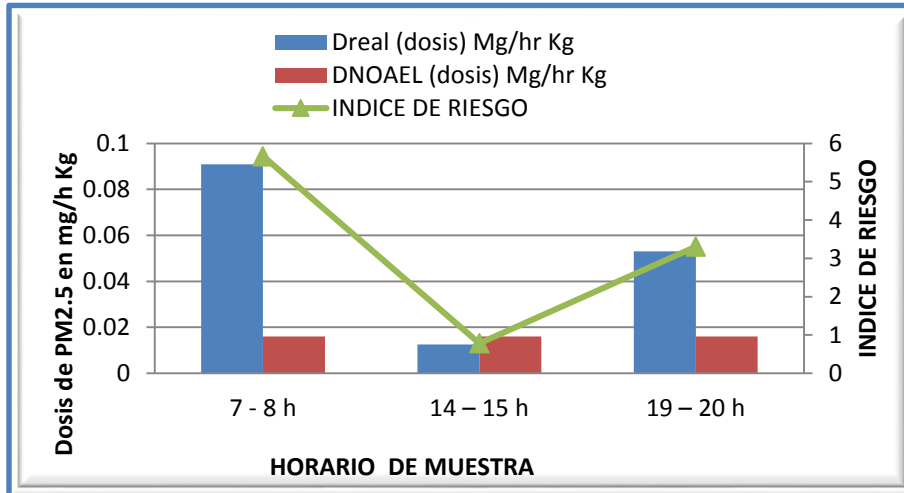


Figura 10.- Bebes de 4 kg 20/02/2014

En la Figura 11 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 7 am a 8 am. Es 1 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15 h. de la tarde, y 1.2 mayor que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. las que comparadas con la dosis permitida son más grandes y más por la mañana.

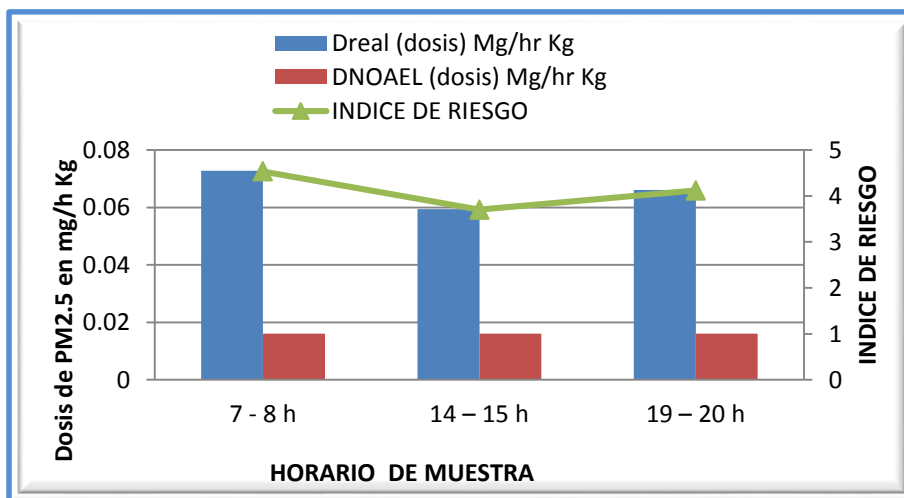


Figura 11.- Bebes de 4 kg 21/02/2014

En la Figura siguiente podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg de 14 a 15 h. Es 1.3 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 7am a 8am h. de la tarde, y 1.6 vece más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. las que comparadas con la dosis permitida es muy grande y más por la tarde.

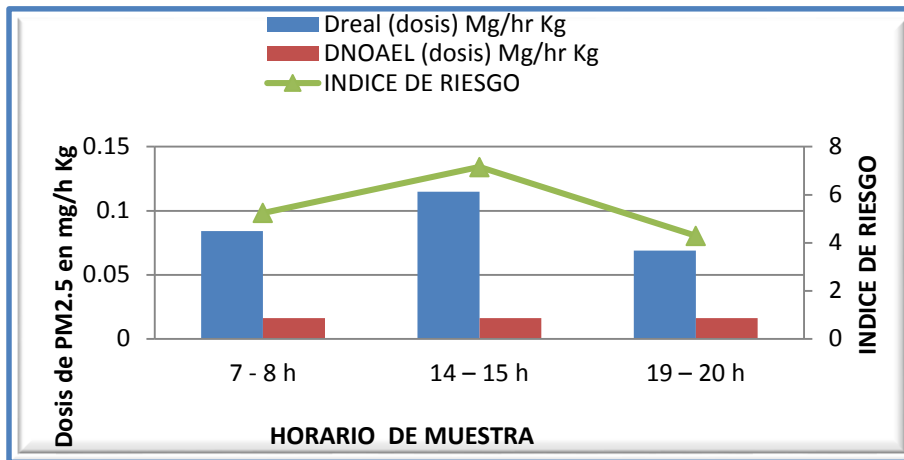


Figura 12.- Bebes de 4 kg 22/02/2014

En la Figura 13 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg en un camión De 14 a 15 h. Es 4.6 veces mayor que la recibida de 19h a 20h y también se muestra que en el horario de la noche la concentración registrada no rebasa los límites permisibles.

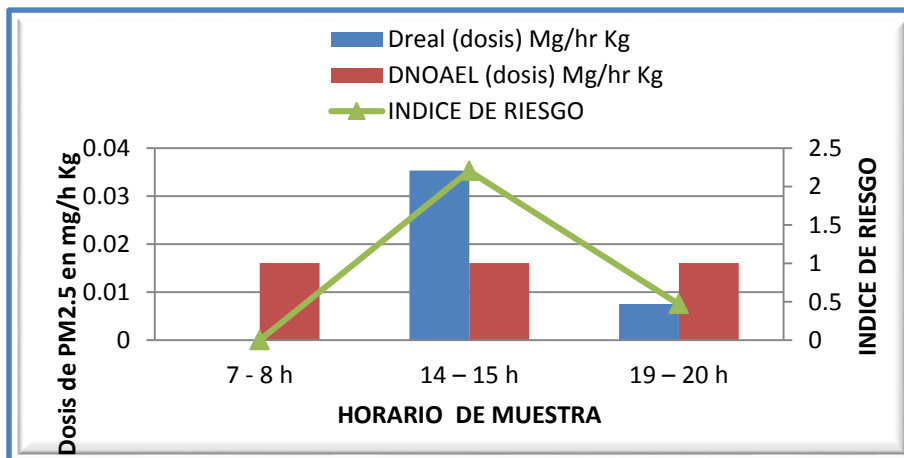


Figura 13.-Bebes de 4 kg 17/02/2014 (camión)

En la figura 14 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg en el camión es de 7 am a 8 am . Es 1.7 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15 h. de la tarde, y 5.6 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. tambien nos muestra que solamente en el horario de la noche el valor permitido no es superado, mientras que en el horario de la tarde y de la mañana no es menor que la dosis permitida.

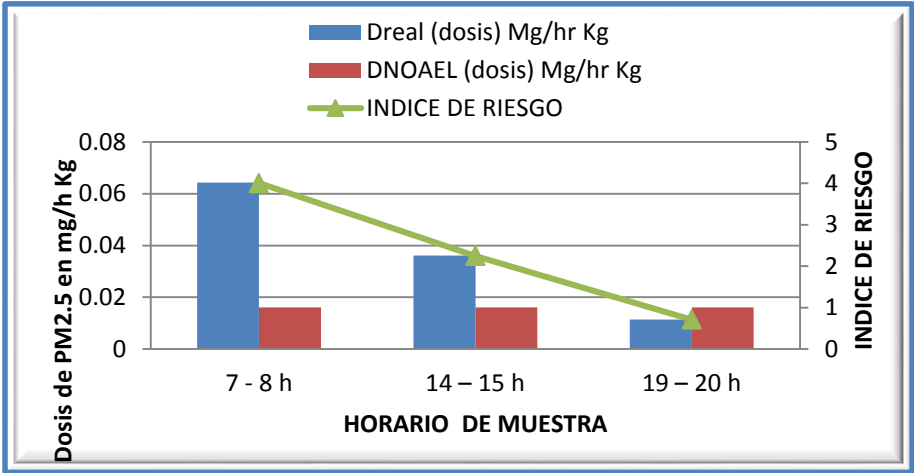


Figura 14.- Bebes de 4 kg 18/02/2014 (camión)

En la figura 15 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg en el camión de 14 a 15. Es 1 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 7am a 8am h. de la tarde, y 1.4 veces más grande que la concentración registrada en un horario de 19 a 20 hr. Las que comparadas con la dosis permitida son muy grandes y más por la tarde.

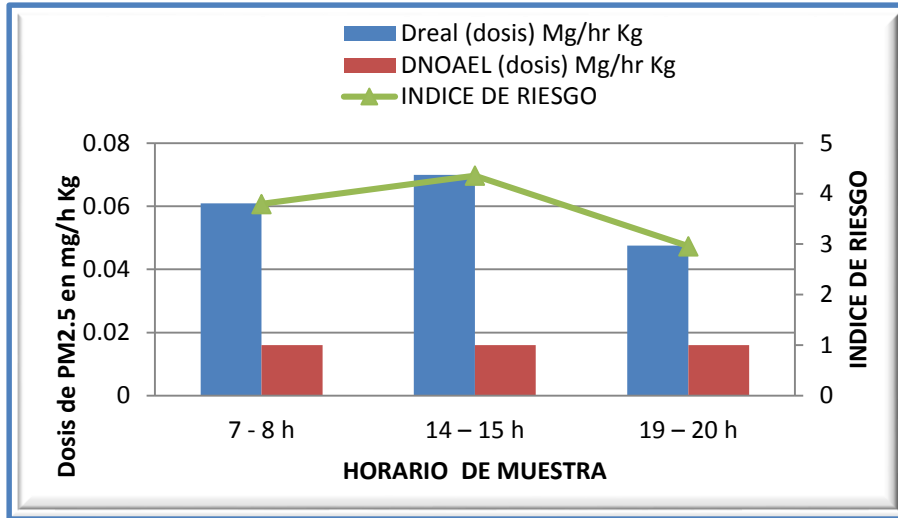


Figura 15.- Bebes de 4 kg 19/02/2014 (camión)

En la figura 16 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg en el camión de 7 am a 8 am. Es 1.2 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15 h. de la tarde, y en el horario de la noche la muestra fue invalidada.

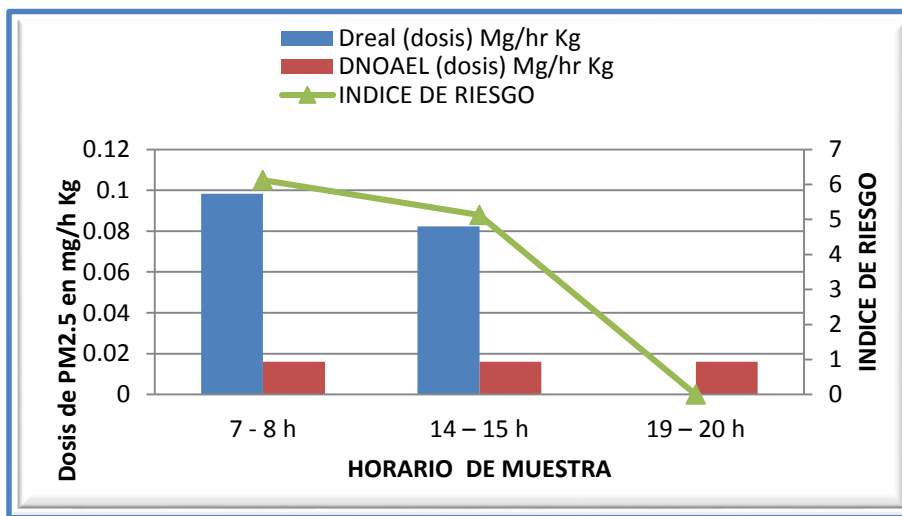


Figura 16.- Bebes de 4 kg 20/02/2014 (camión)

En la figura 17 podemos observar que la dosis recibida para un bebé con un peso de 4kg en el camión de 7 am a 8 am. Es 1.6 veces mayor que la dosis registrada para un horario de 14 a 15 h. de la tarde. Y 2.4 veces mayor que la recibida en un

horario de 19 a 20 h. de la tarde en la cual esta última es menor a la dosis permitida.

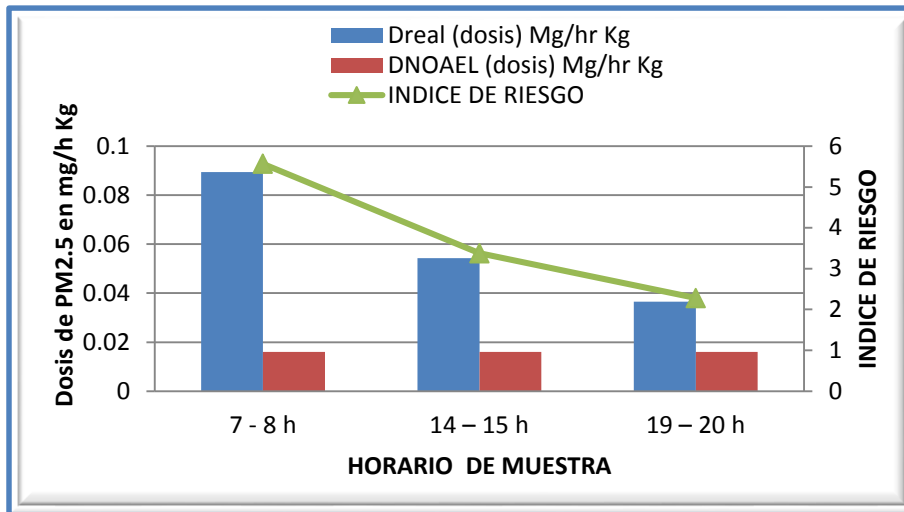


Figura 17.- Bebes de 4 kg 21/02/2014 (cami3n)

En la figura 18 observamos que la dosis recibida en el horario de 14 a 15 en el cami3n es 1.2 veces mayor que el recibido en el horario de 7am a 8am y 5 veces mayor que la dosis recibida durante el horario nocturno de 19 a 20 h. Podemos observar que el 3nico horario que no rebasa el limite permisible es el nocturno.

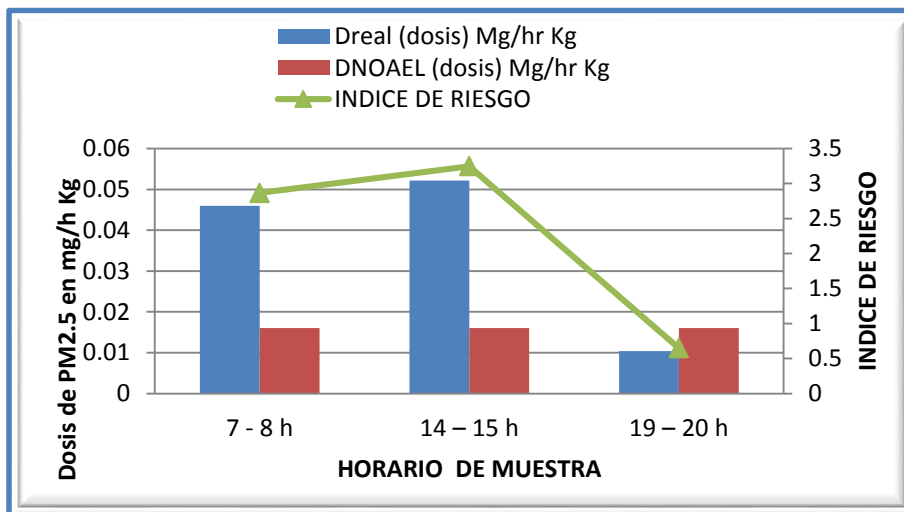


Figura 18.- Bebes de 4 kg 22/02/2014 (cami3n)

4.4. Exposición de Concentración Por Horario

De la Tabla 11 muestra el promedio de concentraciones por tipo de transporte (promedio general) y desglosado por horario, así como la concentración máxima y mínima de toda la campaña para PM_{2.5}. Se puede observar, que hay una tendencia marcada para la exposición de partículas PM_{2.5}, más alto durante la mañana, para los dos tipos de transporte público, de 07:00 a 08:00 horas ambos tienen un valor promedio de exposición de más alto que los demás días de la semana; por otro lado se observa que la diferencia más grande entre ambas es el turno nocturno que puede estar relacionado con la forma de conducir de la combi, mientras que el horario donde existe menos contraste es en la tarde debido probablemente a que la movilidad y la forma de conducir es muy similar.

Tabla 11 Promedio de concentración por tipo de transporte, horario, concentración mínima y máxima.

Tipo de Transporte y horarios	Promedio de Concentración PM 2.5 (µg/m3)	Concentración PM 2.5 (µg/m3) Mínimo - Máximo
COMBI GRIS	60.44	9.38 – 158.56
07:00-08:00	82.92	45 – 158.56
14:00-15:00	49.37	9.38 - 85.88
19:00-20:00	49.03	21.07 – 74.05
MICRO RUTA 1	37.50	5.63 – 73.51
07:00-08:00	53.67	34.39 – 73.51
14:00-15:00	41.13	26.46 – 65.55
19:00-20:00	16.972	5.63 – 35.53

Tabla 12. Comparación de índice de riesgo.

DÍA	HORARIO	INDICE DE RIESGO	INDICE DE RIESGO
		COMBI GRIS 1	CAMION R1
	7 - 8 h	13.21	INVALIDO
LUNES	14 - 15 h	4.4	2.2
	19 - 20 h	6.21	0.47
	7 - 8h	3.8	4.01
MARTES	14 - 15h	5.84	2.25
	19 - 20h	4.83	0.71
	7 - 8h	9.01	3.8
MIERCOLES	14 - 15h	2.8	4.36
	19 - 20h	1.76	2.96
	7 - 8h	5.66	6.13
JUEVES	14 - 15h	0.78	5.13
	19 - 20h	3.3	INVALIDO
	7 - 8h	4.53	5.57
VIERNES	14 - 15h	3.7	3.38
	19 - 20h	4.12	2.28
	7 - 8h	5.25	2.87
SABADO	14 - 15h	7.16	3.25
	19 - 20h	4.29	0.65
	PROMEDIO	5.36	3.12

En la Tabla 12 mostramos los diferentes índices de riesgo promedio obtenidos para cada uno de los dos transportes donde se realizaron las tomas de las muestras, podemos observar que los índices de riesgo más altos fueron encontrados en la combi gris 1 y más por el horario de la mañana (7 am a 8 am), por lo que podemos concluir que en la combi al tener un espacio más reducido la concentración aumenta y por consecuencia la dosis inhalada es mayor en la combi que en el camión.

La Figura 19 nos muestra un promedio de concentración de partículas PM2.5 en cada uno de los horarios muestreados y para los dos tipos de transporte, en la cual podemos observar que en horario de la mañana se presenta una concentración mayor para los dos tipos de transporte mientras que en los horarios de la tarde y de la noche la concentración de PM 2.5 disminuye casi por la mitad.

También se puede observar claramente que se obtuvieron mayores concentraciones en la combi que en el camión en los tres diferentes horarios, esto debido a que la concentración aumenta por la diferencia de tamaño de ambos transportes.

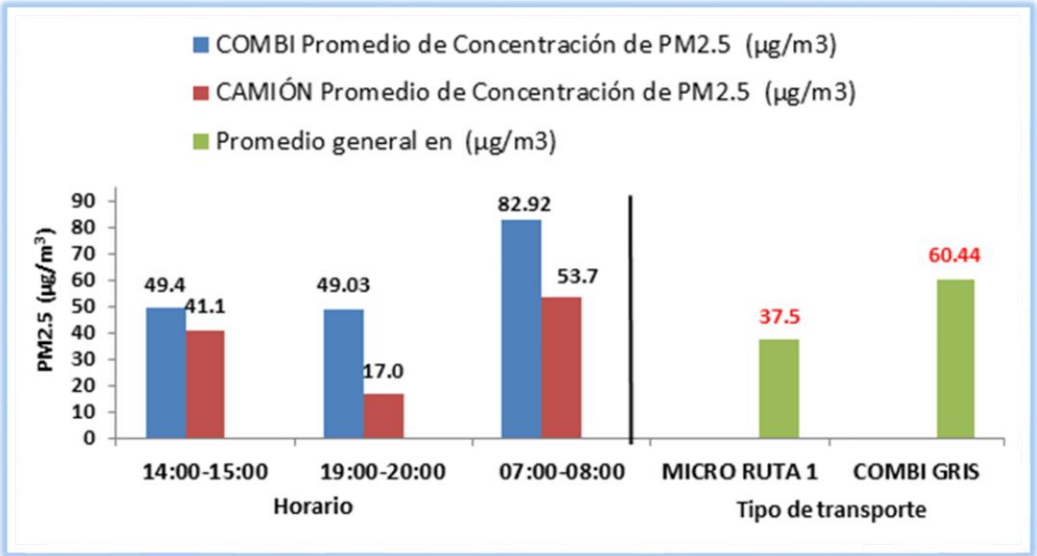


Figura 19.- Promedio de concentraciones de PM2.5

5. Conclusiones.

De acuerdo a la información recopilada por esta investigación podemos decir puntualmente que el transporte público “combi” sobre el libramiento, representa para los usuarios normalmente una mayor exposición de contaminantes de partículas menores a $PM_{2.5}$ cómo se planteó en nuestra hipótesis las concentraciones y el índice de riesgo dependen de la hora, el día y el tipo de transporte.

Esto en base a que una persona se expone en promedio a 38% mayor concentración de partículas en el uso de la combi, en lugar del camión.

De los tres horarios que se ensayaron y los resultados obtenidos se puede concluir que los horarios en los que la población se encuentra más expuesta son en la mañana de 07:00 a 08:00 horas, ya que la campaña de muestre se llevó acabo en invierno podemos concluir que un factor importante para esto es que ya que la temperatura es más fría y no hay lluvias el aire de la mañana está más frio y tiende a irse hacia abajo por lo que la concentración aumenta, mientras el aire se calienta y tiende a subir. Posteriormente el que presento mayores niveles de exposición fueron de 19:00 a 20:00 horas.

La exposición en la mañana de partículas $PM_{2.5}$ es 50% más alto que en el horario de 14:00 a 15:00 horas y un 35% más alto que en el de la noche de 19:00 a 20:00 horas, lo cual se relaciona al número de partículas

El día en que una persona se expone a mayor concentración de partículas son los lunes con un 20% mayor al día que le sigue que es el jueves.

Las zonas de la ciudad que presentaron además los mayores niveles de concentración fueron la zona norte del libramiento.

El tiempo que las personas se exponen en promedio en el transporte mostro ser 2 minutos más tardado en camión que en combi y los tiempos más largos son en el horario de 14:00 a 15:00 horas.

6. Recomendaciones

Con el presente análisis se exponen los altos índices de riesgo a consecuencia de las altas concentraciones de material particulado ligero PM2.5 que están expuestos los usuarios del transporte público y la población en general.

Por lo cual este trabajo puede servir como base para la creación de un nuevo transporte público, el cual funcione con un mecanismo alterno a la combustión interna el cual puede ser el caso de un transporte eléctrico o a base de gas natural ya que este tipo de transporte no emiten este tipo de contaminantes.

Los resultados muestran la necesidad de establecer un control de las emisiones de los vehículos en circulación, especialmente aquellos con antigüedad mayor a diez años, pero sin excluir a los vehículos más recientes, pues éstos también pueden presentar altas emisiones, dependiendo de diversos factores, como la inspección y mantenimiento, uso, antigüedad y tipo de vehículo. (INE instituto nacional de ecología).

7. Bibliografía.

Agency, E. P. (1996). Sampling of Ambient air for Total Suspended Particulate Agency, E. P. (10 de noviembre de 2010). www.epa.gov. Obtenido de airsince/quick-finder/particulate-matter-image.html, (McKone y Daniels 1991).

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 4770 Buford Hwy NE, Atlanta, GA 30341 Contact CDC: 800-232-4636 / TTY: 888-232-6348

Agency, E. P. (1996). Sampling of Ambient Air for Total Suspended Particulate Matter (SMP). En Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air (pág. 625).

Agency, E. P. (2009). Integrated Science Assessment for Particulate Matter. EPA.

Agency, E. P. (10 de noviembre de 2010). www.epa.gov. Obtenido de airsince/quick-finder/particulate-matter-image.html

Borja Aburto V.H., R. C.-M. (2000). Evaluation of Health Effects of Pollution. En Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation (págs. 275-341). Washinton D.C.: OECD Publication.

C.P., B. R. (1974). Handbook of environmental Control Vol 1 Air pollution.

C.R., P. (1993). Aerosol Science and Technology. USA: Mc Graw Hill.

DGICUR (Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional), D. (. (2008). Estudio de emisiones y actividad vehiculares en Morelia, Michoacán

Dai-Hua Tsai, Yi-Her Wu, Chang-Chuan Chan, "Comparisons of commuter's exposure to particulate matters while using different transportation modes", Institute of Occupational Medicine and Industrial Hygiene, College of Public Health, National Taiwan University, Taiwan,

Douglas W. Dockery, C. Arden Pope, Xiping Xu, John D. Spengler, James H. Ware, Martha E. Fay, Benjamin G. Ferris, Jr., and Frank E. Speizer, (1994), An association between air pollution and mortality in six u.s. cities, Journal of Medicine, 329:1753-1759

EPA. (2001). <http://www.epa.gov>, Risk Assesment. EPA.

EPA. (2009). <http://www.epa.gov>, Integrated Science Assessment for Particulate Matter. EPA.

Figuroa, M. A. (1996). Contaminación Ambiental Causas y Control. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

INE, <http://www.ine.gob.mx>. (consultada en octubre de 2014).

INEGI, <http://www.inegi.gob.mx>. (2010). Recuperado el 19 de 05 de 2014, de principales resultados por localidad 2010 (ITER)}

Instituto Nacional de Ecología, S. d. (2011). Guía metodológica para la estimación de emisiones de PM 2.5. Tlanepalntla, edo de México: Punto Final Gráficos.

INE, SEMARNAT, I. (2010). Estudio de Emisiones y Actividades Vehiculares en Morelia. Morelia: SEMARNAT.

John Evans Adrián Fernández Bremauntz (2010) Introducción al análisis de riesgos ambientales Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)

Jiang, M., Marr, L. C., Dunlea, E.J., Herndon, S. C., Jayne, J.T., Kolb, C.E., Knighton, W. B., Rogers, T.M., Zavala, M., Molina, L.T., and Molina, M.J., (2005), Vehicle fleet emissions of black carbon, polycyclic aromatic hydrocarbons, and other pollutants measured by a mobile laboratory in Mexico City, Atmos. Chem. Phys., 5, 3377-3387.

Matter (SPM). En Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air (págs. EPA/625/R-96/010A).

methodologic issues, Research Report (Health Effects Institute), 94 Pt 1:5-14; discussion 75-84

Morelia, H. A. (2012). Programa parcial de desarrollo urbano del centro histórico de Morelia, Michoacán. Morelia, Michoacán.

Molina, Mario J. & Molina, Luisa T. (2004), Megacities and Atmospheric Pollution, Journal of the Air & Waste Management Association, 54:6, 644-680

McKone T.E, Daniels J.I. 1991 Estimating Human exposure through Multiple Pathways from Air, Water and Soil. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 13, 36-61,.

Niveles Permisibles de Partículas Suspendidas PM10 y PM2., Fuente: <http://www.epa.gov/air/criteria.html> consultada en marzo de 2015

NAS, National Academy of Science, <http://epa.gov/riskassessment/history.htm> 1983.

Pilinis, Christodoulos, Seinfeld, John H. (1967), Continued development of a general equilibrium model for inorganic multicomponent atmospheric aerosols, *Atmospheric Environment*, 21:11, 2453-2466,

Principales características de la composición de las partículas ultrafinas, finas y gruesas. Fuente: (Agency, Integrated Science Assessment for Particulate Matter, 2009) EPA (Environmental Protection Agency)

Russell, Armistead G., Brunekreef, Bert (2012), A Focus on Particulate Matter and Health, *Environmental Science and Technology*, 43: 4620-4625,

Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, vol. 8, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 1-20, Universidad de Pamplona.

SEMARNAT, <http://www.semarnat.gob.mx/> (consultada en octubre de 2014)

Seinfeld J. H., P. S. (1998). *Atmospheric Chemistry and Physics*. New York, USA: John Wiley.

Seinfeld J. H., P. S. (1998). *Atmospheric Chemistry and Physics*. New York, USA: John Wiley.

Samara, Constantini, Voutsas, Demetra (2005), Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment, *Chemosphere*, 59:1197-1206

Samet, JM, Dominici F., Zeger, SL, Schwartz, J, Dockery, DW, (2000), The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part I: Methods and
Temperatura (°C) y precipitación (mm) promedio mensual de la ciudad de Morelia. Fuente: <http://www.oikos.unam.mx/atbc/espanol/Clima.htm>

Wark Kenneth y Warner Cecil F. (2003), *Contaminación del aire, origen y control*, México D.F. 2003, editorial Limusa, 40-45 y 533-579.

Wöhrnschimmel Henry, ZukMiriam, Martínez-Villa Gerardo, et. al. "The impact of a Bus Rapid Transit system on commuters' exposure to Benzene, CO, PM_{2.5} and PM₁₀ in Mexico City", *Atmospheric Environment*, Vol. 42, 28 de Julio de 2008, pag. 8194-8203.

www.earth.google.com . (2008). Recuperado el 14 de 03 de 2014
www.ine.gob.mx. (26 de octubre de 2010).

Anexo 1

En el siguiente anexo se presentan cada uno de los cálculos realizados para la obtención de las dosis calculadas y los índices de riesgo para cada uno de los días de la campaña de muestreo y en los tres diferentes horarios en que se realizó el muestreo también se muestra cada una de las gráficas obtenidas con las dosis calculadas para cada uno de los tres horarios en los cuales se tomaron las muestras en los dos diferentes tipos de transporte público (combi gris y camión R1).

Estas graficas nos muestran la dosis real calculada con las ecuaciones anteriormente citadas en el capítulo 3 del presente trabajo contra la dosis permitida para cada uno de los pesos y edades diferentes establecidas por la EPA.

Se presentan las gráficas a partir de las de los niños con un peso promedio de 10kg, ya que la de los bebés con un peso promedio de 4kg se presentaron anteriormente.

Tabla 13.- Cálculo de Dosis Real e Índice de Riesgo

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
BEBES (0 1)	17/02/2014	7 - 8 h	Combi gris R-1(circuito)	158.56	75	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.212114726	12	0.016053	13.21333
		14 - 15 h		52.85	81	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.070700449	12	0.016053	4.404167
		19 - 20 h		74.5	83	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.099662885	12	0.016053	6.208333
NIÑOS(1 5)	17/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	158.56	75	10	0.41	0.028539	0.028539	0.18552968	12	0.014041	13.21333
		14 - 15h		52.85	81	10	0.41	0.028539	0.028539	0.061839326	12	0.014041	4.404167
		19 - 20h		74.5	83	10	0.41	0.028539	0.028539	0.087171804	12	0.014041	6.208333
ADOLECENTES (10,15)	17/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	158.56	75	30	0.625	0.028539	0.028539	0.094273212	12	0.007135	13.21333
		14 - 15h		52.85	81	30	0.625	0.028539	0.028539	0.031422422	12	0.007135	4.404167
		19 - 20h		74.5	83	30	0.625	0.028539	0.028539	0.044294616	12	0.007135	6.208333
JOVENES (15,20)	17/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	158.56	75	55	0.63	0.028539	0.028539	0.05183313	12	0.003923	13.21333
		14 - 15h		52.85	81	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01727662	12	0.003923	4.404167
		19 - 20h		74.5	83	55	0.63	0.028539	0.028539	0.02435399	12	0.003923	6.208333
ADULTOS (20,70)	17/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	158.56	75	75	0.633	0.028539	0.028539	0.03819196	12	0.00289	13.21333
		14 - 15h		52.85	81	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01272985	12	0.00289	4.404167
		19 - 20h		74.5	83	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01794463	12	0.00289	6.208333

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACI3N PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
BEBES (0 1)	18/02/2014	7 - 8 h	Combi gris R-1(circuito)	45.61	73	4	0.1875	0.02853	0.02853	0.06101	12	0.01605	3.80083
		14 – 15 h		70.13	78	4	0.1875	0.02853	0.02853	0.093816	12	0.01605	5.84416
		19 – 20 h		58.01	82	4	0.1875	0.02853	0.02853	0.07760327	12	0.01605	4.83416
NIÑOS(1 5)	18/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	45.61	73	10	0.41	0.02853	0.02853	0.05336786	12	0.01404	3.80083
		14 – 15h		70.13	78	10	0.41	0.02853	0.02853	0.08205850	12	0.01404	5.84416
		19 – 20h		58.01	82	10	0.41	0.02853	0.02853	0.06787699	12	0.01404	4.83416
ADOLESCENTES (10,15)	18/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	45.61	73	30	0.625	0.02853	0.02853	0.02711781	12	0.00713	3.80083
		14 – 15h		70.13	78	30	0.625	0.02853	0.02853	0.04169639	12	0.00713	5.84416
		19 – 20h		58.01	82	30	0.625	0.02853	0.02853	0.03449034	12	0.00713	4.83416
JOVENES (15,20)	18/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	45.61	73	55	0.63	0.02853	0.02853	0.01490987	12	0.00392	3.80083
		14 – 15h		70.13	78	55	0.63	0.02853	0.02853	0.02292544	12	0.00392	5.84416
		19 – 20h		58.01	82	55	0.63	0.02853	0.02853	0.01896342	12	0.00392	4.83416
ADULTOS (20,70)	18/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-	45.61	73	75	0.633	0.02853	0.02853	0.01098597	12	0.00289	3.80083
		14 –		70.13	78	75	0.633	0.02853	0.02853	0.01689204	12	0.00289	5.84416

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACI3N PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		15h	1(circuito)					9	9				7
		19 – 20h		58.01	82	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01397273	12	0.00289	4.83416
BEBES (0 1)	19/02/2014												7
		7 - 8 h	Combi gris R-1(circuito)	108.1	77	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.14461151	12	0.01605	9.00833
		14 – 15 h		33.57	85	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.04490849	12	0.01605	2.7975
		19 – 20 h		21.07	79	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.02818653	12	0.01605	1.75583
												3	
NIÑOS(1 5)	19/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	108.1	77	10	0.41	0.028539	0.028539	0.12648687	12	0.01404	9.00833
		14 – 15h		33.57	85	10	0.41	0.028539	0.028539	0.03927996	12	0.01404	2.7975
		19 – 20h		21.07	79	10	0.41	0.028539	0.028539	0.02465382	12	0.01404	1.75583
ADOLESCENTES (10,15)	19/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	108.1	77	30	0.625	0.028539	0.028539	0.06427178	12	0.00713	9.00833
		14 – 15h		33.57	85	30	0.625	0.028539	0.028539	0.01995933	12	0.00713	2.7975
		19 – 20h		21.07	79	30	0.625	0.028539	0.028539	0.01252735	12	0.00713	1.75583
JOVENES (15,20)	19/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	108.1	77	55	0.63	0.028539	0.028539	0.0353378	12	0.00392	9.00833
		14 – 15h		33.57	85	55	0.63	0.028539	0.028539	0.010974	12	0.00392	2.7975

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACI3N PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		19 – 20h		21.07	79	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00688776	12	0.003923	1.755833
ADULTOS (20,70)	19/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	108.1	77	75	0.633	0.028539	0.028539	0.02603779	12	0.00289	9.008333
		14 – 15h		33.57	85	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00808592	12	0.00289	2.7975
		19 20h		21.07	79	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00507508	12	0.00289	1.755833
BEBES (0 1)	20/02/2014	7 - 8 h	Combi gris R-1(circuito)	67.95	70	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.090900578	12	0.016053	5.6625
		14 – 15 h		9.38	76	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.012548159	12	0.016053	0.781667
		19 – 20 h		39.64	78	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.053028682	12	0.016053	3.303333
NIÑOS(1 5)	20/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	67.95	70	10	0.41	0.028539	0.028539	0.079507705	12	0.014041	5.6625
		14 – 15h		9.38	76	10	0.41	0.028539	0.028539	0.010975457	12	0.014041	0.781667
		19 – 20h		39.64	78	10	0.41	0.028539	0.028539	0.04638242	12	0.014041	3.303333
ADOLESCENTES	20/02/2014	7 - 8h	Combi	67.95	70	30	0.625	0.028539	0.028539	0.04040025	12	0.00713	5.6625

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
(10,15)			gris R-1(circuito)							7		5	
		14 – 15h		9.38	76	30	0.625	0.028539	0.028539	0.00557696	12	0.007135	0.781667
		19 – 20h		39.64	78	30	0.625	0.028539	0.028539	0.023568303	12	0.007135	3.303333
JOVENES (15,20)	20/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	67.95	70	55	0.63	0.028539	0.028539	0.0222128	12	0.003923	5.6625
		14 – 15h		9.38	76	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00306631	12	0.003923	0.781667
		19 – 20h		39.64	78	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01295828	12	0.003923	3.303333
ADULTOS (20,70)	20/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuit)	67.95	70	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01636695	12	0.00289	5.6625
		14 – 15h		9.38	76	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00225934	12	0.00289	0.781667
		19 – 20h		39.64	78	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00954799	12	0.00289	3.303333
BEBES (0 1)	21/02/2014												
		7 - 8 h	Combi gris R-	54.36	70	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.072720462	12	0.016053	4.53

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		14 – 15 h	1(circuito)	44.39	75	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.05938302	12	0.016053	3.699167
		19 – 20 h		49.42	77	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.06611194	12	0.016053	4.118333
NIÑOS(15)	21/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	54.36	70	10	0.41	0.028539	0.028539	0.06360616	12	0.014041	4.53
		14 – 15h		44.39	75	10	0.41	0.028539	0.028539	0.05194035	12	0.014041	3.699167
		19 – 20h		49.42	77	10	0.41	0.028539	0.028539	0.05782591	12	0.014041	4.118333
ADOLESCENTES (10,15)	21/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	54.36	70	30	0.625	0.028539	0.028539	0.03232020	12	0.007135	4.53
		14 – 15h		44.39	75	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02639245	12	0.007135	3.699167
		19 – 20h		49.42	77	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02938308	12	0.007135	4.118333
JOVENES (15,20)	21/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	54.36	70	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01777024	12	0.003923	4.53
		14 – 15h		44.39	75	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01451105	12	0.003923	3.699167
		19 – 20h		49.42	77	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01615535	12	0.003923	4.118333
ADULTOS (20,70)	21/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	54.36	70	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01309356	12	0.00289	4.53
		14 – 15h		44.39	75	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01069211	12	0.00289	3.699167
		19 – 20h		49.42	77	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01190368	12	0.00289	4.118333

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		20h											3
BEBES (0 1)	22/02/2014	7 - 8 h	Combi gris R-1(circuito)	62.95	68	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.08421179 4	12	0.01605 3	5.24583 3
		14 - 15 h		85.88	72	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.11488655 8	12	0.01605 3	7.15666 7
		19 - 20 h		51.53	60	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.06893461	12	0.01605 3	4.29416 7
NIÑOS(1 5)	22/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	62.95	68	10	0.41	0.028539	0.028539	0.07365724 9	12	0.01404 1	5.24583 3
		14 - 15h		85.88	72	10	0.41	0.028539	0.028539	0.10048744 3	12	0.01404 1	7.15666 7
		19 - 20h		51.53	60	10	0.41	0.028539	0.028539	0.06029480 6	12	0.01404 1	4.29416 7
ADOLESCENTES (10,15)	22/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	62.95	68	30	0.625	0.028539	0.028539	0.03742746 4	12	0.00713 5	5.24583 3
		14 - 15h		85.88	72	30	0.625	0.028539	0.028539	0.05106069 3	12	0.00713 5	7.15666 7
		19 - 20h		51.53	60	30	0.625	0.028539	0.028539	0.03063760 5	12	0.00713 5	4.29416 7
JOVENES (15,20)	22/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-	62.95	68	55	0.63	0.028539	0.028539	0.0205783	12	0.00392 3	5.24583 3

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		14 – 15h	1(circuito)	85.88	72	55	0.63	0.028539	0.028539	0.0280741	12	0.003923	7.156667
		19 – 20h		51.53	60	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01684511	12	0.003923	4.294167
ADULTOS (20,70)	22/02/2014	7 - 8h	Combi gris R-1(circuito)	62.95	68	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01516261	12	0.00289	5.245833
		14 – 15h		85.88	72	75	0.633	0.028539	0.028539	0.02068571	12	0.00289	7.156667
		19 – 20h		51.53	60	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01241191	12	0.00289	4.294167
BEBES (0 1)	17/02/2014	7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75	4	0.1875	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.016053	#¡VALOR!
		14 – 15 h		26.426	81	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.035351563	12	0.016053	2.202167
		19 – 20 h		5.63	83	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.007531571	12	0.016053	0.469167
NIÑOS(1 5)	17/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75	10	0.41	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.014041	#¡VALOR!
		14 – 15h		26.426	81	10	0.41	0.028539	0.028539	0.030920833	12	0.014041	2.202167

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		19 – 20h		5.63	83	10	0.41	0.028539	0.028539	0.006587614	12	0.014041	0.469167
ADOLESCENTES (10,15)	17/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75	30	0.625	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.007135	#¡VALOR!
		14 – 15h		26.426	81	30	0.625	0.028539	0.028539	0.015711806	12	0.007135	2.202167
		19 – 20h		5.63	83	30	0.625	0.028539	0.028539	0.003347365	12	0.007135	0.469167
JOVENES (15,20)	17/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75	55	0.63	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.003923	#¡VALOR!
		14 – 15h		26.426	81	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00863864	12	0.003923	2.202167
		19 – 20h		5.63	83	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00184044	12	0.003923	0.469167
ADULTOS (20,70)	17/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	inválido	75	75	0.633	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.00289	#¡VALOR!
		14 – 15h		26.426	81	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00636517	12	0.00289	2.202167
		19 – 20h		5.63	83	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00135608	12	0.00289	0.469167

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
BEBES (0 1)	18/02/2014	7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.064292594	12	0.016053	4.005
	14 - 15 h	26.99		78	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.036106057	12	0.016053	2.249167	
	19 - 20 h	8.55		82	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.011437821	12	0.016053	0.7125	
NIÑOS(1 5)	18/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73	10	0.41	0.028539	0.028539	0.056234589	12	0.014041	4.005
	14 - 15h	26.99		78	10	0.41	0.028539	0.028539	0.031580765	12	0.014041	2.249167	
	19 - 20h	8.55		82	10	0.41	0.028539	0.028539	0.010004281	12	0.014041	0.7125	
ADOLESCENTES (10,15)	18/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73	30	0.625	0.028539	0.028539	0.028574486	12	0.007135	4.005
	14 - 15h	26.99		78	30	0.625	0.028539	0.028539	0.016047137	12	0.007135	2.249167	
	19 - 20h	8.55		82	30	0.625	0.028539	0.028539	0.005083476	12	0.007135	0.7125	
JOVENES (15,20)	18/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01571077	12	0.003923	4.005
	14 - 15h	26.99		78	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00882301	12	0.003923	2.249167	
	19 - 20h	8.55		82	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00279499	12	0.003923	0.7125	

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESOCORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
ADULTOS (20,70)	18/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	48.06	73	75	0.633	0.028539	0.028539	0.0115761	12	0.00289	4.005
		14 - 15h		26.99	78	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00650102	12	0.00289	2.249167
		19 - 20h		8.55	82	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00205942	12	0.00289	0.7125
BEBES (0 1)	19/02/2014	7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	45.56	77	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.060948202	12	0.016053	3.796667
		14 - 15 h		52.28	85	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.069937928	12	0.016053	4.356667
		19 - 20 h		35.53	79	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.047530501	12	0.016053	2.960833
NIÑOS(1 5)	19/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	45.56	77	10	0.41	0.028539	0.028539	0.053309361	12	0.014041	3.796667
		14 - 15h		52.28	85	10	0.41	0.028539	0.028539	0.061172374	12	0.014041	4.356667
		19 - 20h		35.53	79	10	0.41	0.028539	0.028539	0.041573345	12	0.014041	2.960833
ADOLESCENTES (10,15)	19/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-	45.56	77	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02708809	12	0.007135	3.796667

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		14 – 15h	1(circuito)	52.28	85	30	0.625	0.028539	0.028539	0.03108352 4	12	0.00713 5	4.35666 7
		19 – 20h		35.53	79	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02112466 7	12	0.00713 5	2.96083 3
JOVENES (15,20)	19/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	45.56	77	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01489352	12	0.00392 3	3.79666 7
		14 – 15h		52.28	85	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01709029	12	0.00392 3	4.35666 7
		19 – 20h		35.53	79	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01161473	12	0.00392 3	2.96083 3
ADULTOS (20,70)	19/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	45.56	77	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01097393	12	0.00289	3.79666 7
		14 – 15h		52.28	85	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01259256	12	0.00289	4.35666 7
		19 – 20h		35.53	79	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00855803	12	0.00289	2.96083 3
BEBES (0 1)	20/02/2014	7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.09833850 6	12	0.01605 3	6.12583 3
		14 – 15 h		61.55	76	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.08233893 4	12	0.01605 3	5.12916 7

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		19 – 20 h		inválido	78	4	0.1875	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.016053	#¡VALOR!
NIÑOS(1 5)	20/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70	10	0.41	0.028539	0.028539	0.086013413	12	0.014041	6.125833
		14 – 15h		61.55	76	10	0.41	0.028539	0.028539	0.072019121	12	0.014041	5.129167
		19 – 20h		inválido	78	10	0.41	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.014041	#¡VALOR!
ADOLESCENTES (10,15)	20/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70	30	0.625	0.028539	0.028539	0.043706003	12	0.007135	6.125833
		14 – 15h		61.55	76	30	0.625	0.028539	0.028539	0.036595082	12	0.007135	5.129167
		19 – 20h		inválido	78	30	0.625	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.007135	#¡VALOR!
JOVENES (15,20)	20/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70	55	0.63	0.028539	0.028539	0.02403035	12	0.003923	6.125833
		14 – 15h		61.55	76	55	0.63	0.028539	0.028539	0.02012064	12	0.003923	5.129167
		19 – 20h		inválido	78	55	0.63	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.003923	#¡VALOR!
ADULTOS (20,70)	20/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	73.51	70	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01770618	12	0.00289	6.125833
		14 – 15h		61.55	76	75	0.633	0.028539	0.028539	0.0148254	12	0.00289	5.129167
		19 – 20h		inválido	78	75	0.633	0.028539	0.028539	#¡VALOR!	12	0.00289	#¡VALOR!

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
BEBES (0 1)	21/02/2014												
		7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	66.83	70	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.08940229	12	0.016053	5.569167
		14 - 15 h		40.54	75	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.054232663	12	0.016053	3.378333
		19 - 20 h		27.34	77	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.036574272	12	0.016053	2.278333
NIÑOS(1 5)	21/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	66.83	70	10	0.41	0.028539	0.028539	0.078197203	12	0.014041	5.569167
		14 - 15h		40.54	75	10	0.41	0.028539	0.028539	0.047435502	12	0.014041	3.378333
		19 - 20h		27.34	77	10	0.41	0.028539	0.028539	0.031990297	12	0.014041	2.278333
ADOLESCENTES (10,15)	21/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	66.83	70	30	0.625	0.028539	0.028539	0.039734351	12	0.007135	5.569167
		14 - 15h		40.54	75	30	0.625	0.028539	0.028539	0.024103406	12	0.007135	3.378333
		19 - 20h		27.34	77	30	0.625	0.028539	0.028539	0.016255232	12	0.007135	2.278333
JOVENES (15,20)	21/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-	66.83	70	55	0.63	0.028539	0.028539	0.02184667	12	0.003923	5.569167

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		14 – 15h	1(circuito)	40.54	75	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01325249	12	0.003923	3.378333
		19 – 20h		27.34	77	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00893742	12	0.003923	2.278333
ADULTOS (20,70)	21/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	66.83	70	75	0.633	0.028539	0.028539	0.01609718	12	0.00289	5.569167
		14 – 15h		40.54	75	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00976477	12	0.00289	3.378333
		19 – 20h		27.34	77	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00658532	12	0.00289	2.278333
BEBES (0 1)	22/02/2014	7 - 8 h	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.046005458	12	0.016053	2.865833
		14 – 15 h		38.98	72	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.052145762	12	0.016053	3.248333
		19 – 20 h		7.79	60	4	0.1875	0.028539	0.028539	0.010421126	12	0.016053	0.649167
NIÑOS(1 5)	22/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68	10	0.41	0.028539	0.028539	0.040239441	12	0.014041	2.865833
		14 – 15h		38.98	72	10	0.41	0.028539	0.028539	0.045610161	12	0.014041	3.248333

EDADES	FECHA DE INICIO	HORARIO	TIPO DE TRANSPORTE	CONCENTRACION REAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MINUTOS MUESTREADOS	PESO CORPORAL KG	IR (TAZA DE INGESTA) M^3/hr	EF real (factor de exposici3n)	EF norma (factor de exposici3n)	D _{real} (dosis) Mg/hr Kg	CONCENTRACION PERMITIDA (EPA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	D _{refere} (dosis) Mg/hr Kg	INDICE DE RIESGO
		19 – 20h		7.79	60	10	0.41	0.028539	0.028539	0.00911501 1	12	0.01404 1	0.64916 7
ADOLECENTES (10,15)	22/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02044687	12	0.00713 5	2.86583 3
		14 – 15h		38.98	72	30	0.625	0.028539	0.028539	0.02317589 4	12	0.00713 5	3.24833 3
		19 – 20h		7.79	60	30	0.625	0.028539	0.028539	0.00463161 1	12	0.00713 5	0.64916 7
JOVENES (15,20)	22/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01124206	12	0.00392 3	2.86583 3
		14 – 15h		38.98	72	55	0.63	0.028539	0.028539	0.01274253	12	0.00392 3	3.24833 3
		19 – 20h		7.79	60	55	0.63	0.028539	0.028539	0.00254654	12	0.00392 3	0.64916 7
ADULTOS (20,70)	22/02/2014	7 - 8h	Camión rojo R-1(circuito)	34.39	68	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00828344	12	0.00289	2.86583 3
		14 – 15h		38.98	72	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00938902	12	0.00289	3.24833 3
		19 – 20h		7.79	60	75	0.633	0.028539	0.028539	0.00187636	12	0.00289	0.64916 7

En las siguientes Figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 17/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y aún más las grandes variaciones dependiendo del día de la semana que se tomó la muestra, también podemos observar que todas las dosis calculadas sobrepasan el valor permisible establecido por la (EPA) en (Mg/h kg).

Lo más evidente es que por la mañana, la dosis a la que está expuestos usuarios del transporte público es mayor.

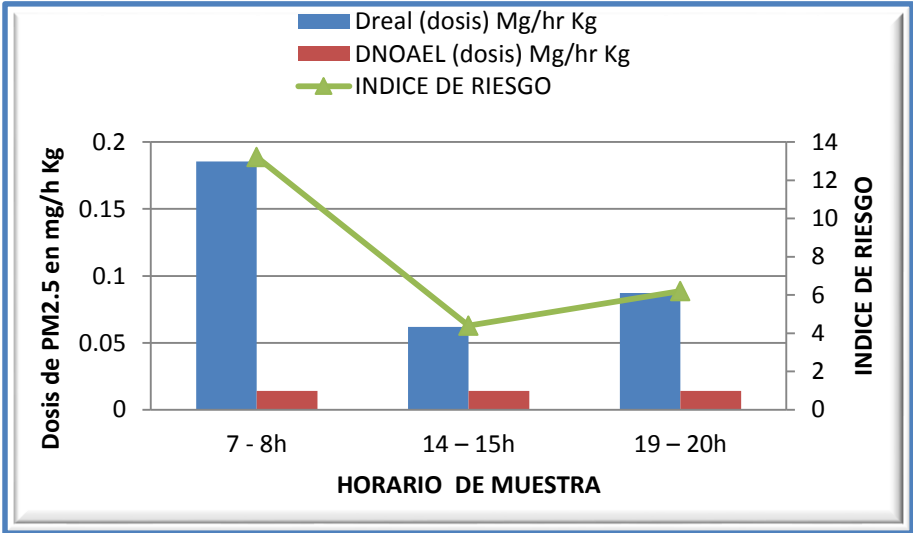


Figura 20.- Niños de 10kg. 17/02/2014

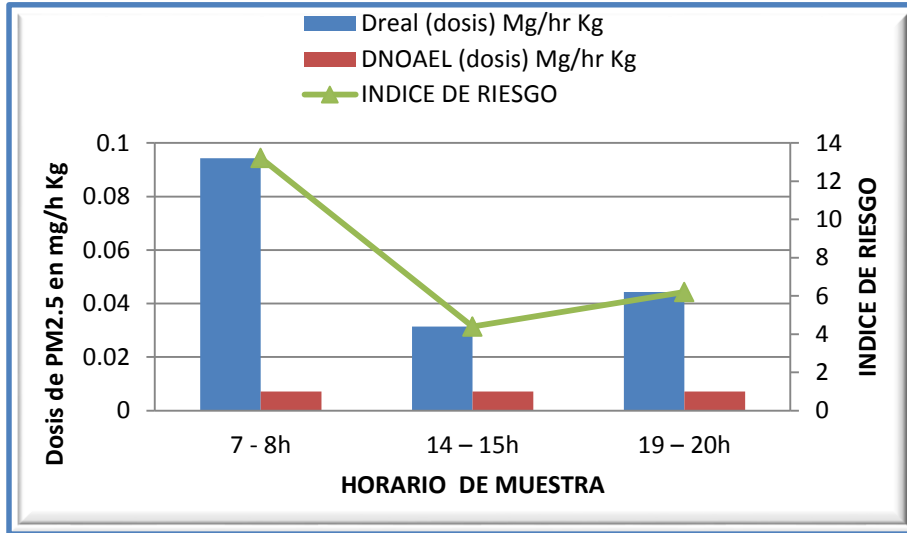


Figura 21.- Adolescentes de 30kg. 17/02/2014

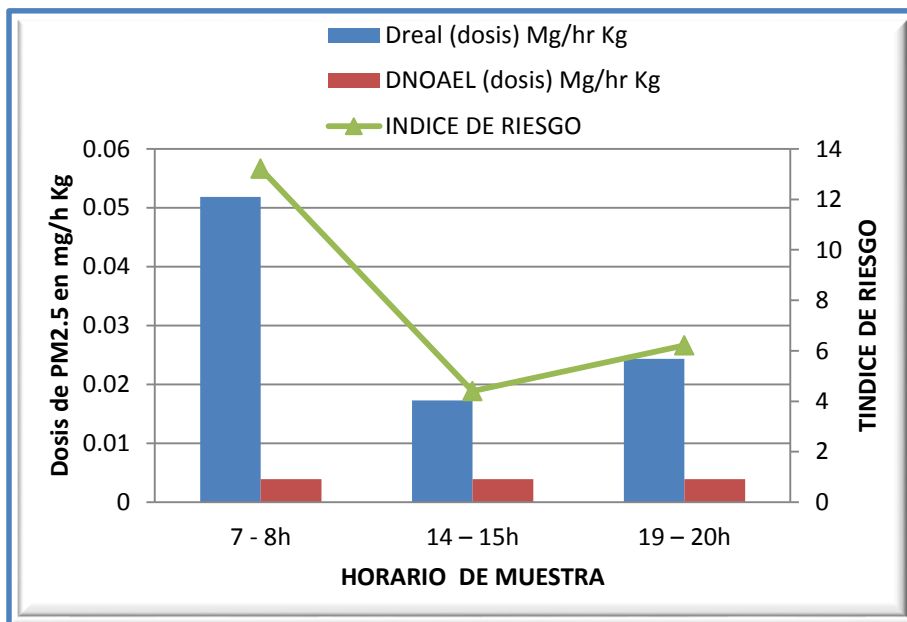


Figura 22.- Jóvenes de 55kg. 17/02/2014

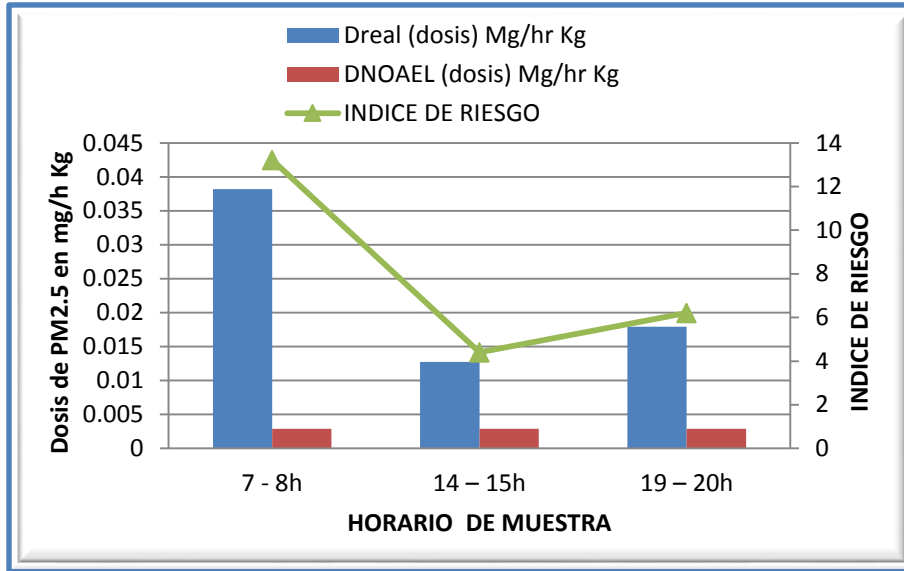


Figura 23.- Adultos de 75kg. 17/02/2014

En las siguientes graficas correspondientes a las tomas de muestra para el día 18/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y aún más las grandes variaciones dependiendo del día de la semana que se tomó la muestra, también podemos observar que en todos los días con excepción del último de ellos en el horario de 14 a 15 las dosis registradas son mucho mayor que la de los otros dos.

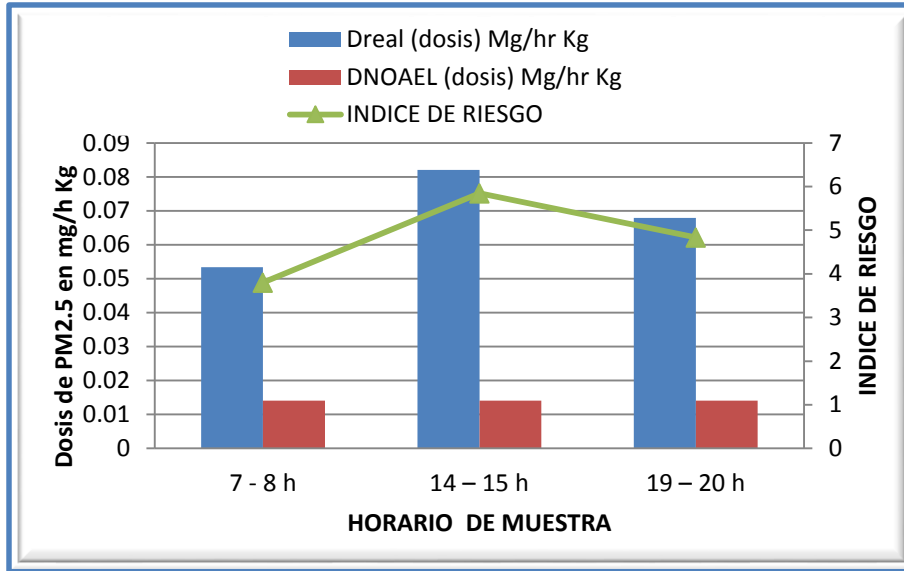


Figura 24.- Niños de 10kg. 18/02/2014

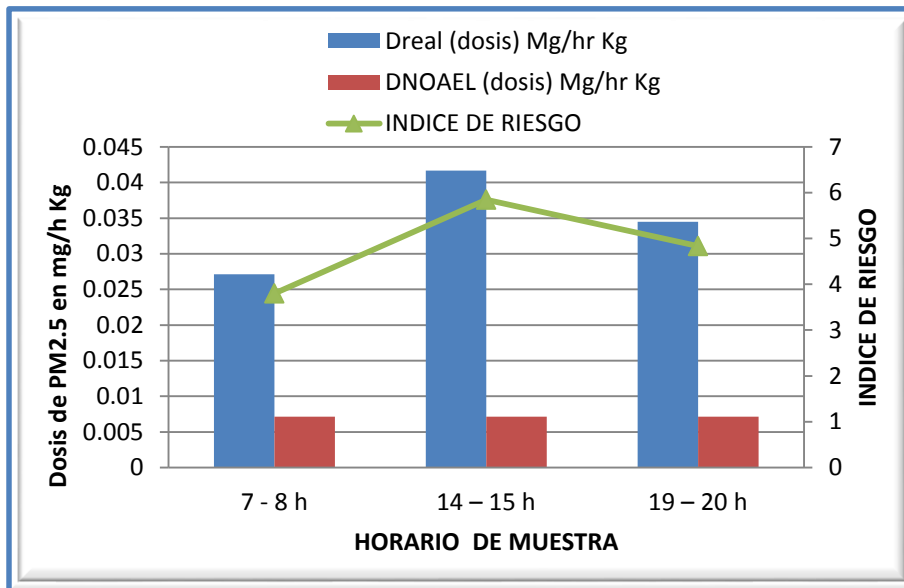


Figura 25.- Adolescentes de 30kg. 18/02/2014

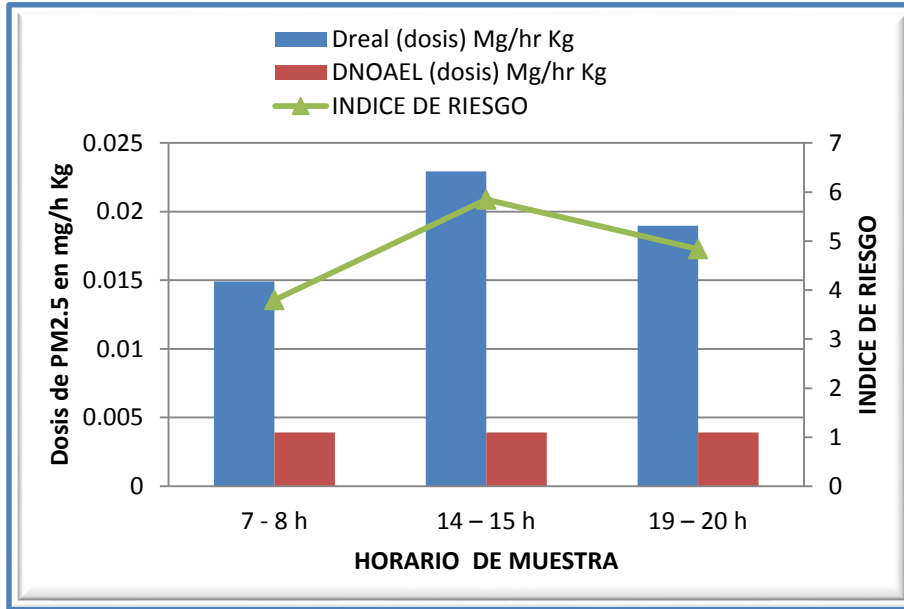


Figura 26.- Jóvenes de 55kg. 18/02/2014

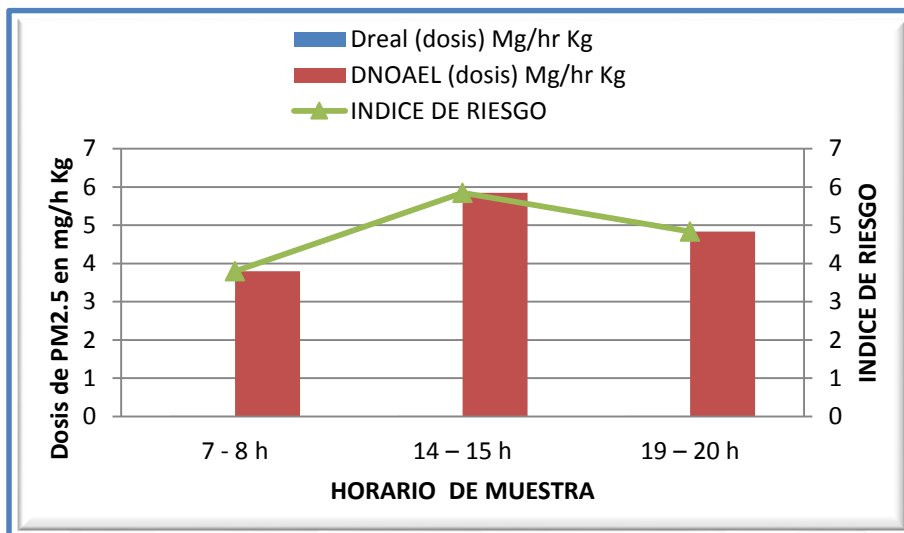


Figura 27.- Adultos de 75kg. 18/02/2014

En las siguientes graficas correspondientes a las tomas de muestra para el día 19/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y aún más las grandes variaciones dependiendo del día de la semana que se tomó la muestra, también podemos observar que todas las dosis calculadas sobrepasan el valor permisible establecido por la (EPA) en (Mg/h kg) y más en el horario de la mañana. Para la Figura 28, por la mañana están expuestos a 3 veces más dosis que a las 14 horas y casi 6 veces más que a las 19 horas.

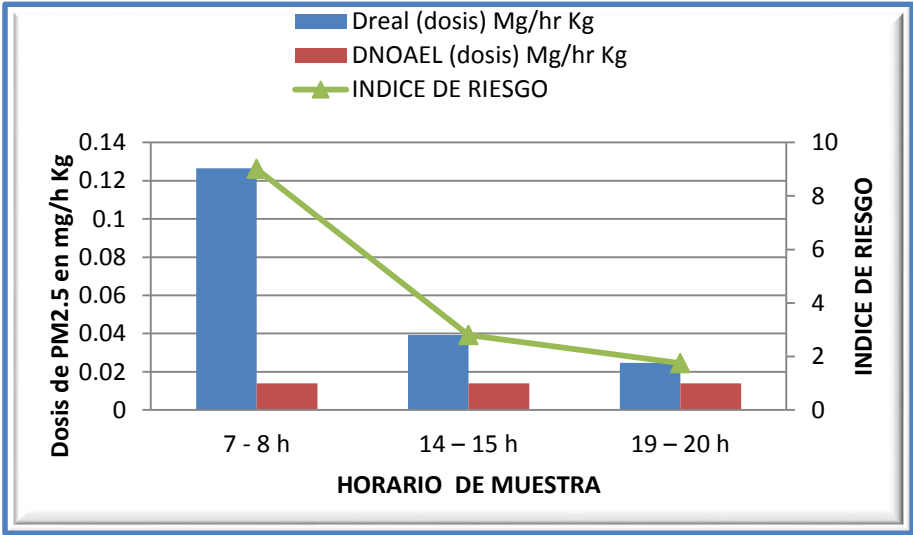


Figura 28.- Niños de 10kg. 19/02/2014

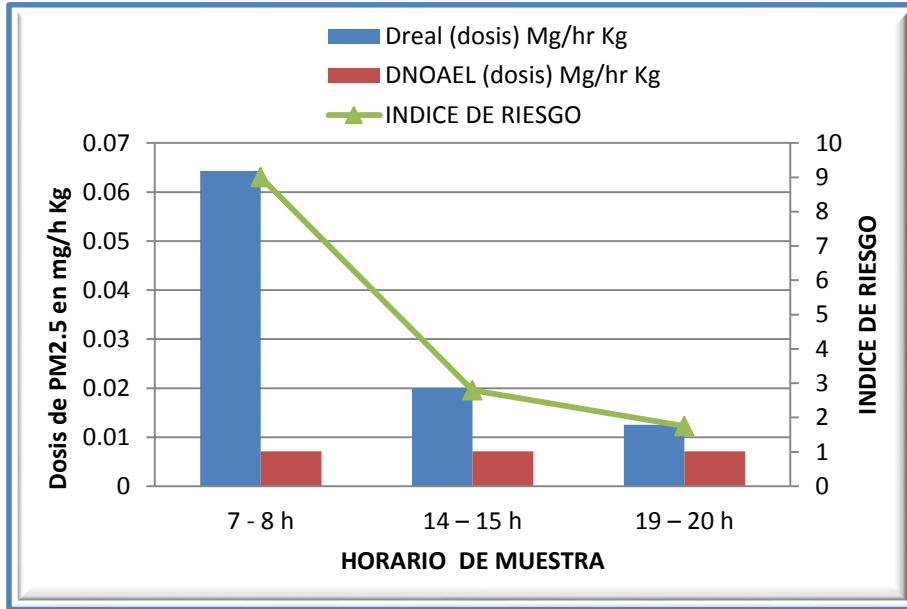


Figura 29.- Adolescentes de 30kg. 19/02/2014

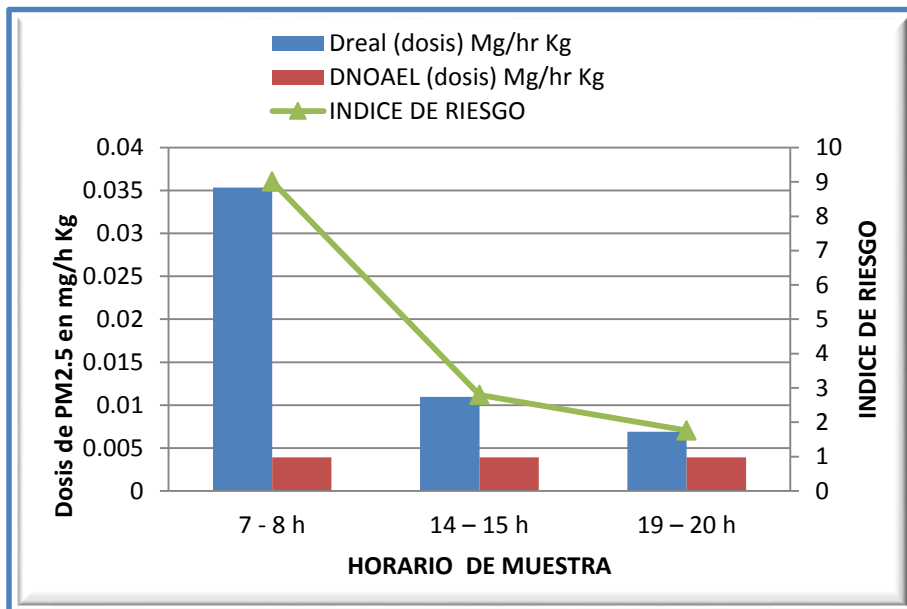


Figura 30.- Jóvenes de 55kg. 19/02/2014

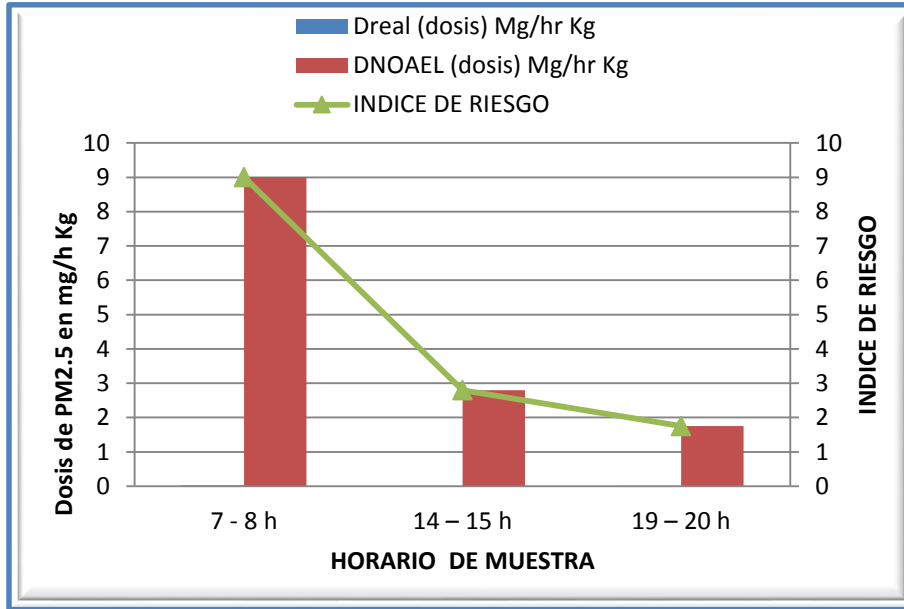


Figura 31.- Adultos de 75kg. 19/02/2014

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 20/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y a diferencia de los otros días en el horario de la tarde de 14 a 15 h. la dosis calculada fue mucho menor que la de los otros horarios.

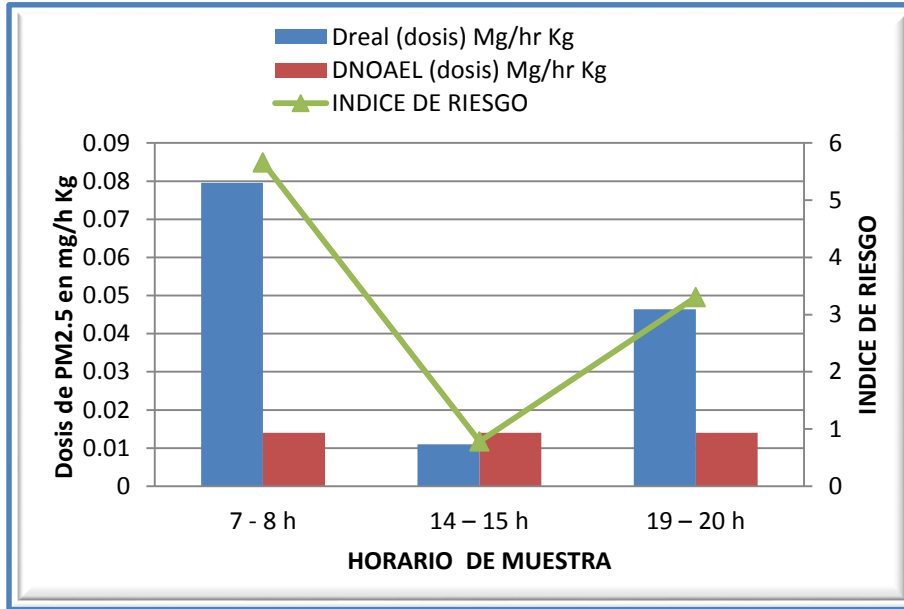


Figura 32.- Niños de 10kg. 20/02/2014

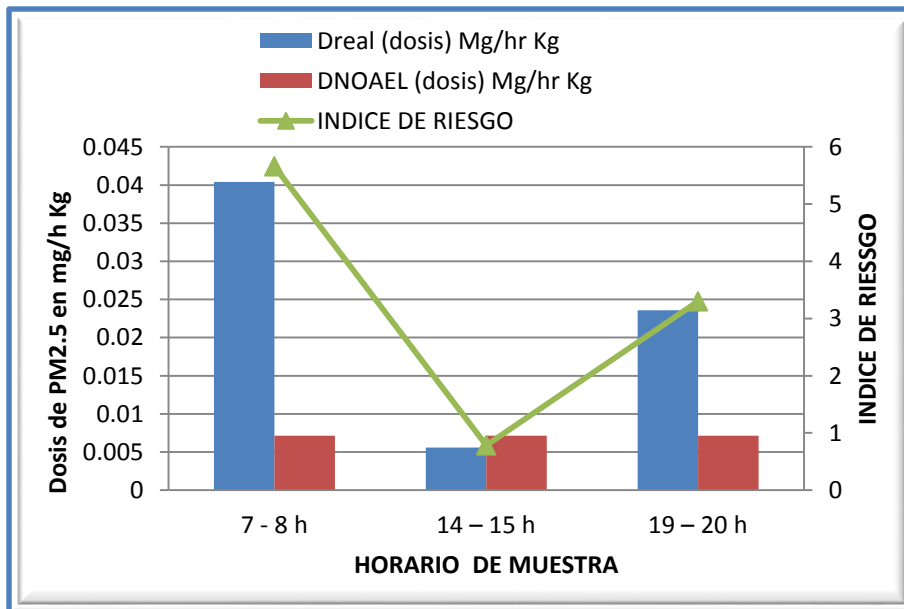


Figura 33.- Adolescentes de 30kg. 20/02/2014

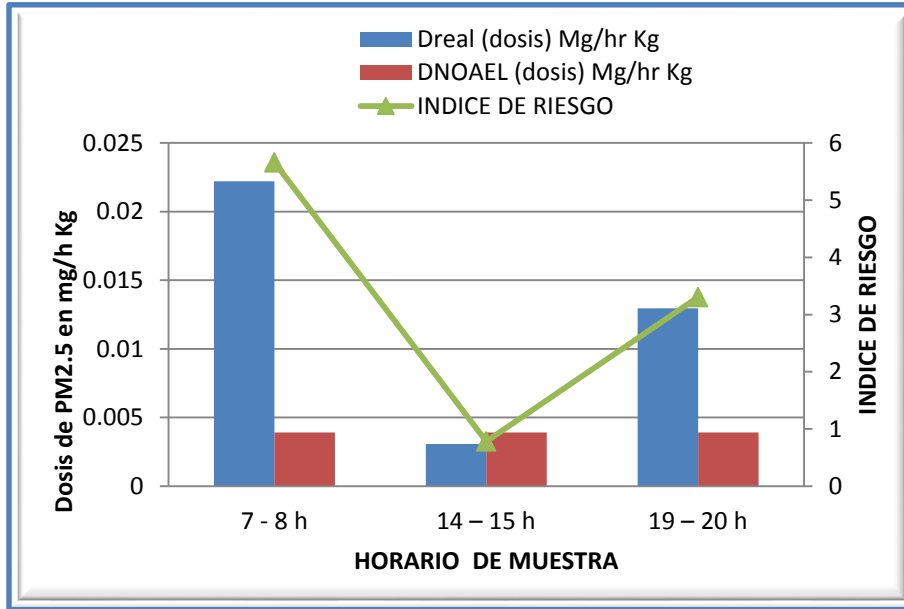


Figura 34.- Niños de 10kg. 20/02/2014

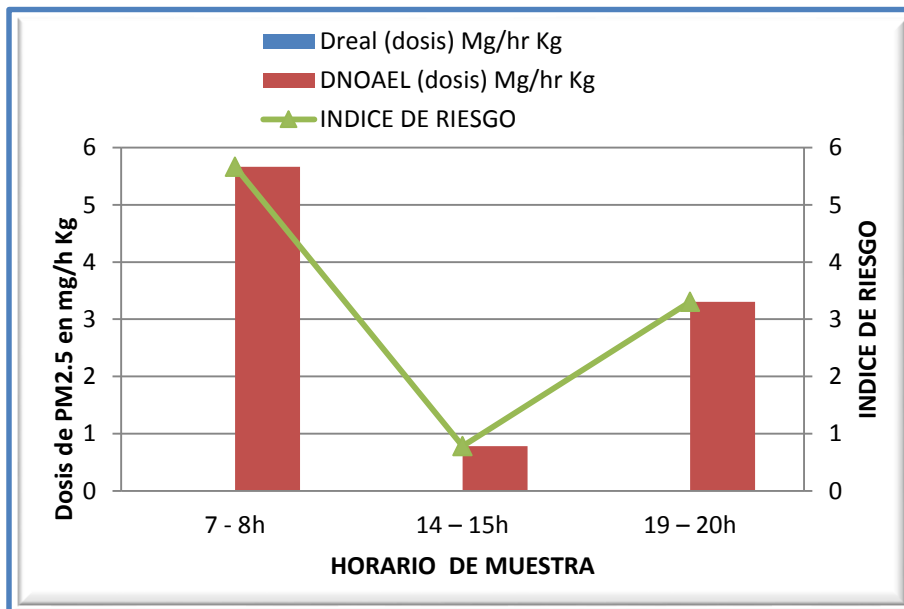


Figura 35.- Adultos de 75kg. 20/02/2014

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 21/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y ver que en todas ellas las concentraciones recibidas son mucho mayores que las permitidas por la EPA.

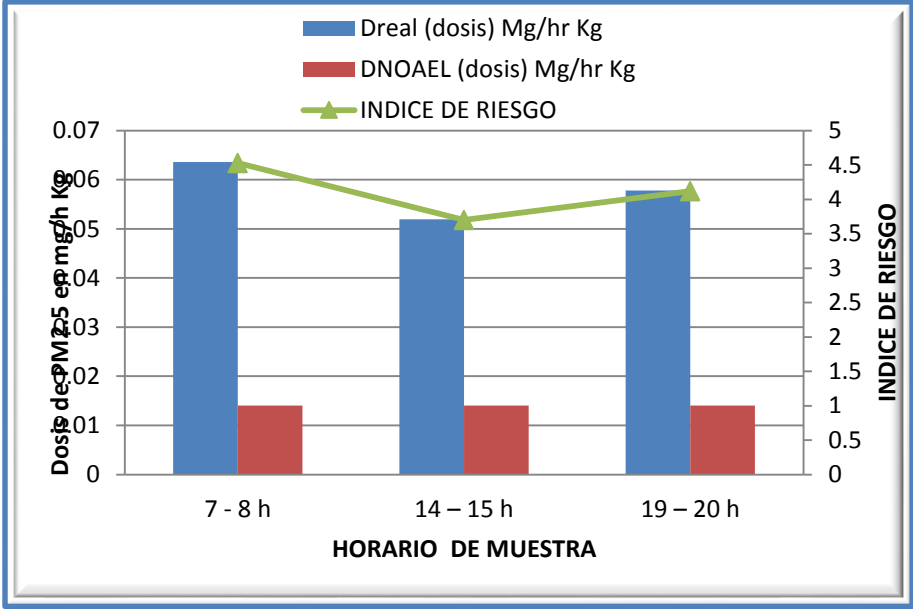


Figura 36.- Niños de 10kg. 21/02/2014

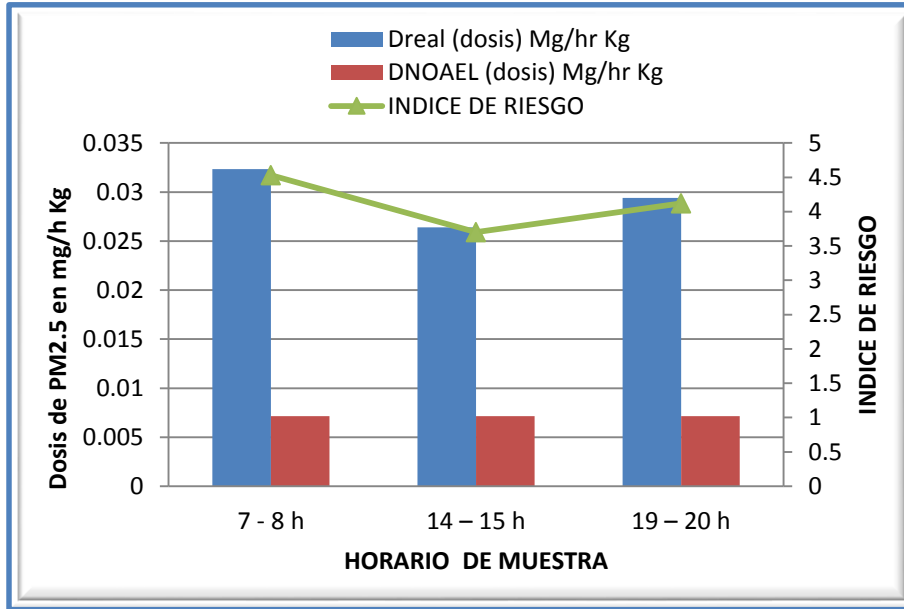


Figura 37.- Adolescentes de 30kg. 21/02/2014

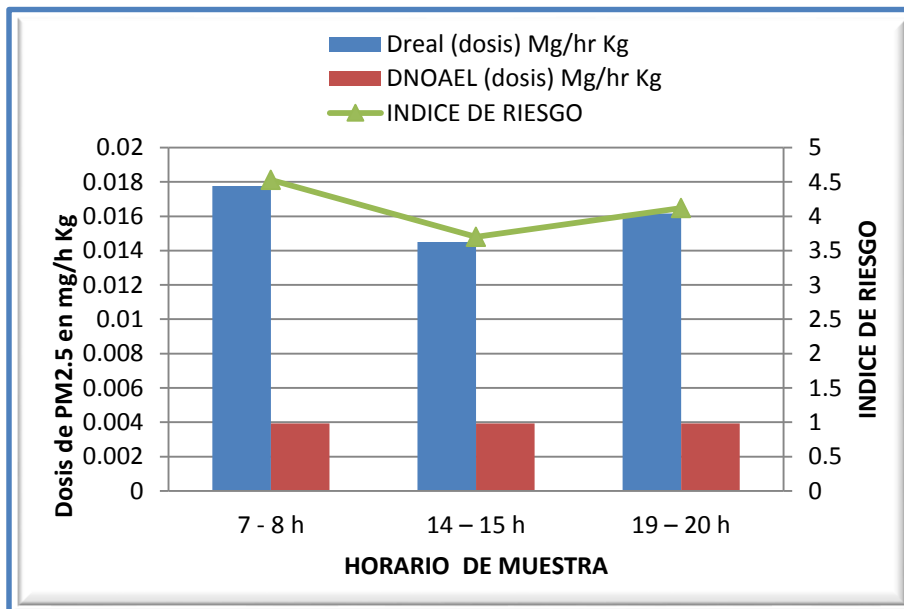


Figura 38.- Jóvenes de 55kg. 21/02/2014

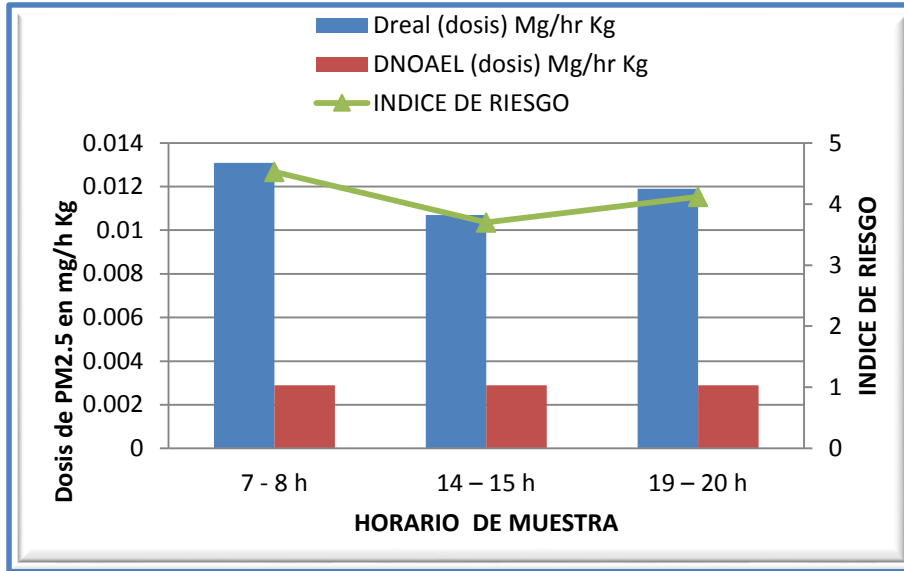


Figura 39.- Adultos de 75kg. 21/02/2014

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 22/02/14 en el transporte público (combi) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y aún más las grandes variaciones dependiendo del día de la semana que se tomó la muestra, también podemos observar que todas las dosis calculadas sobrepasan el valor permisible establecido por la (EPA) en (Mg/h kg).

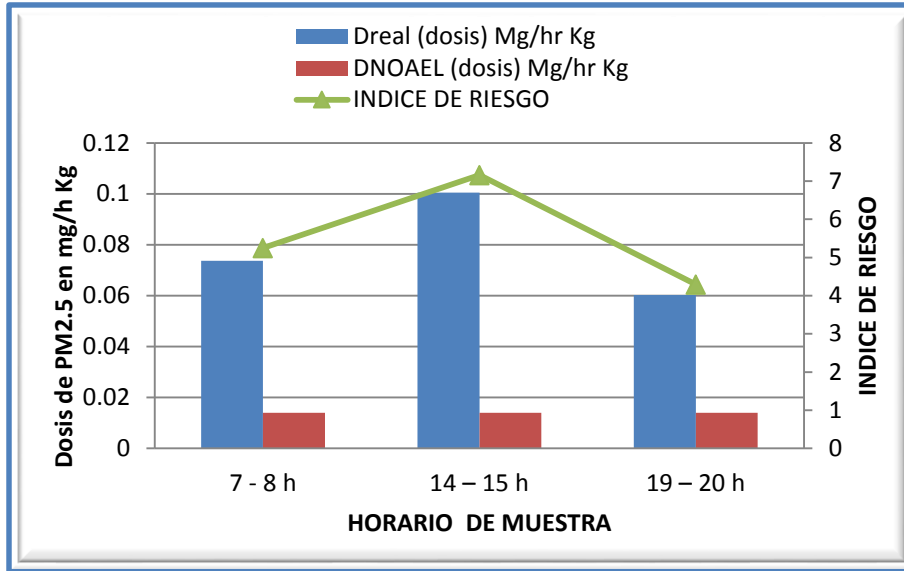


Figura 40.- Niños de 10kg. 22/02/2014

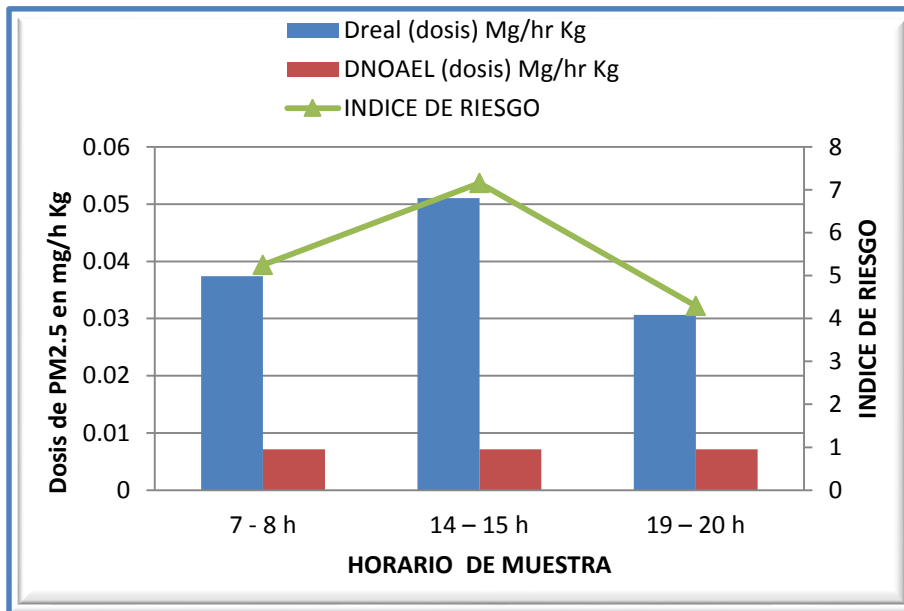


Figura 41.- Adolescentes de 30kg. 22/02/2014

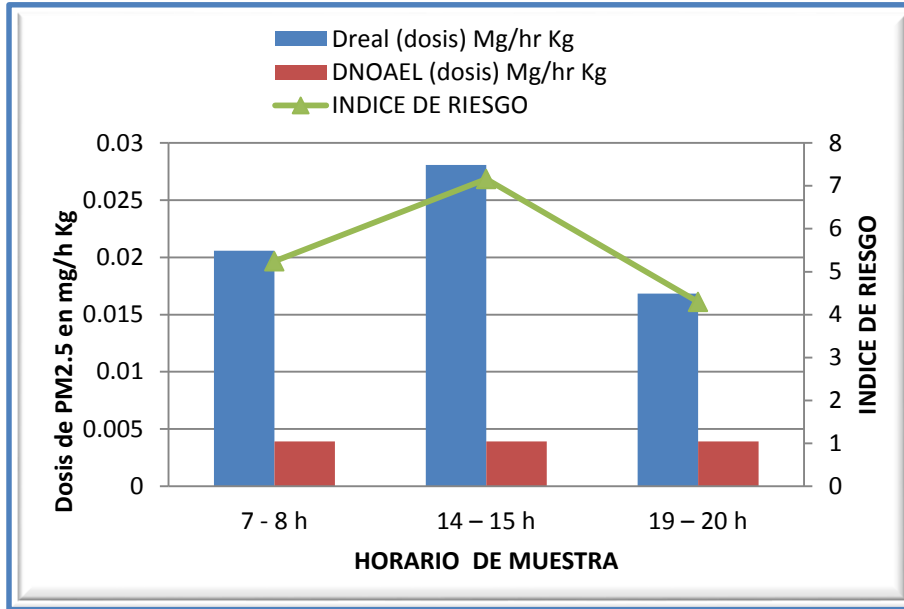


Figura 42.- Jóvenes de 55kg. 22/02/2014

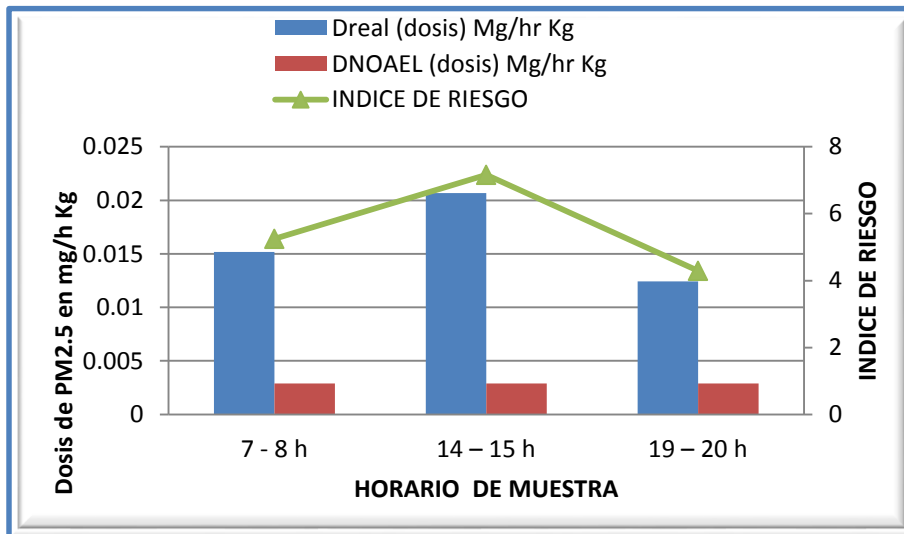


Figura 43.- Adultos de 75kg. 22/02/2014

Camión.

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 17/02/14 en el transporte público (camión R1) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que la dosis recibida por la tarde es la única que rebasa los límites permisibles.

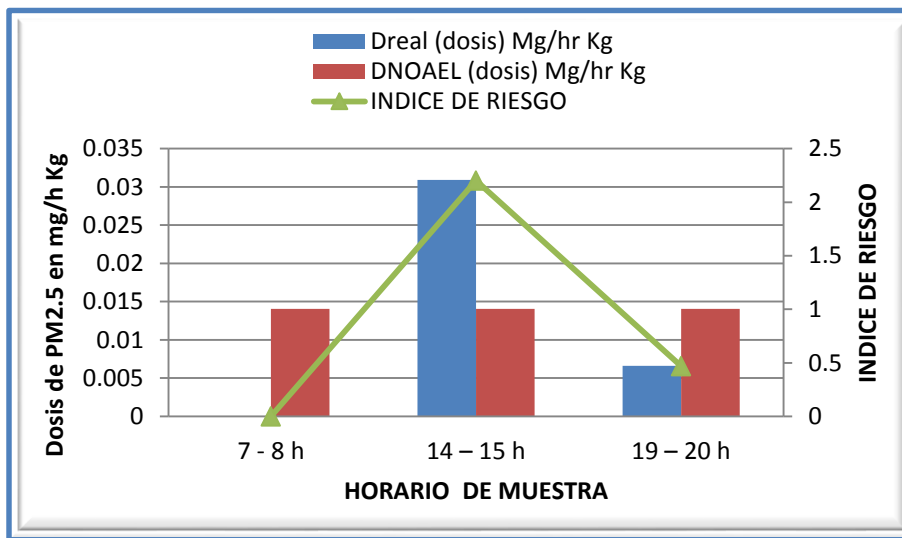


Figura 44.- Niños de 10kg. 17/02/2014 (camión)

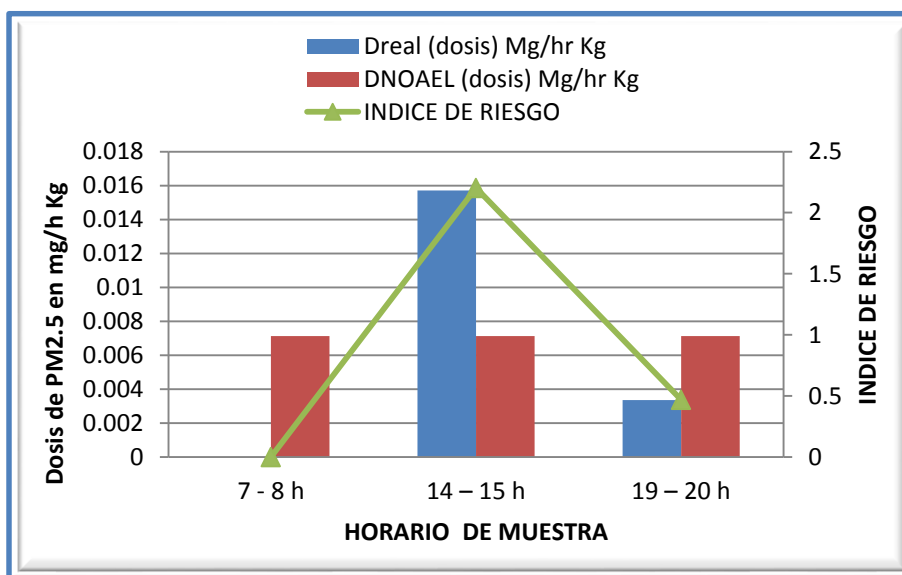


Figura 45.- Adolescentes de 30kg. 17/02/2014 (cami3n)

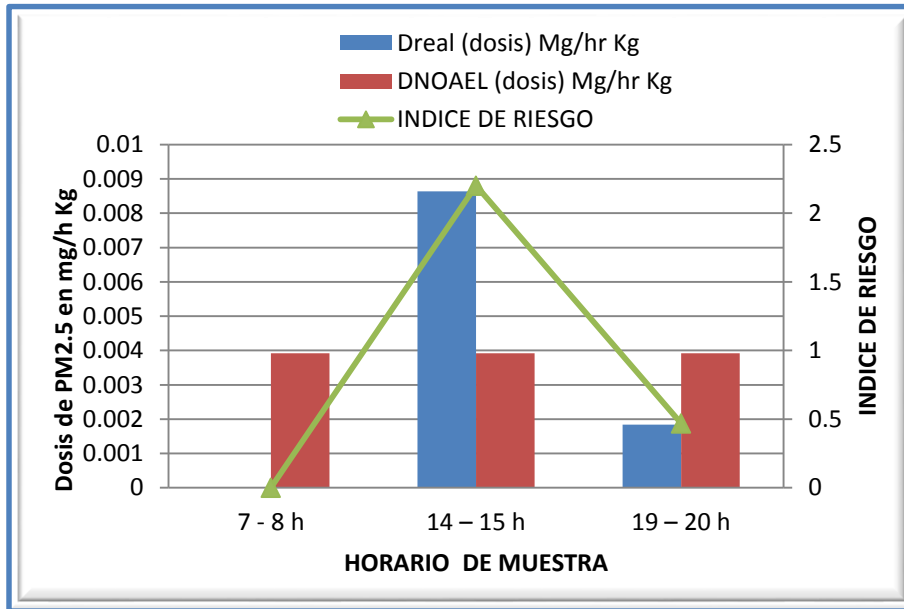


Figura 46.- J3venes de 55kg. 17/02/2014 (cami3n)

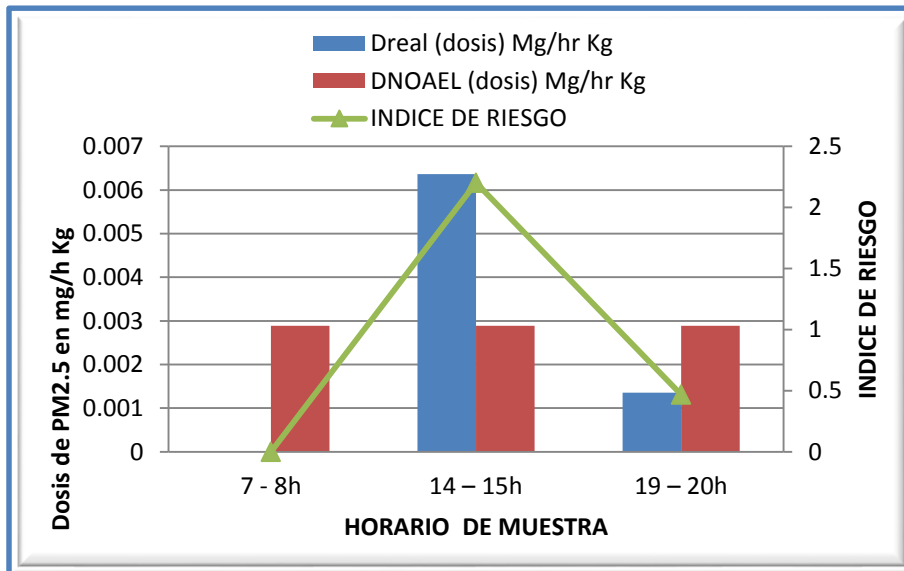


Figura 47.- Adultos de 75kg. 17/02/2014 (camión)

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 18/02/14 en el transporte público (camión R1) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que la dosis recibida es menor por la noche solamente, en el horario de la mañana y la tarde se registraron dosis mayores a las permitidas.

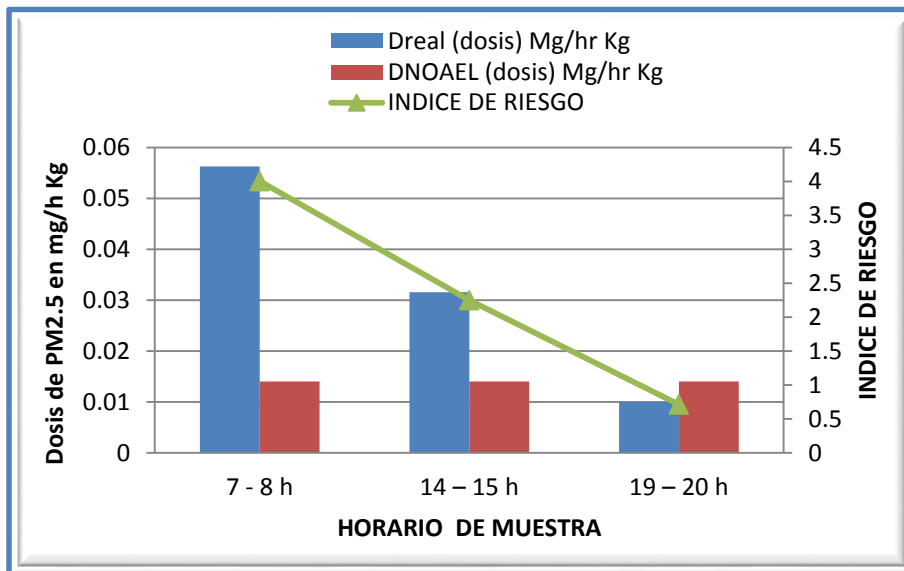


Figura 48.- Niños de 10kg. 18/02/2014 (camión)

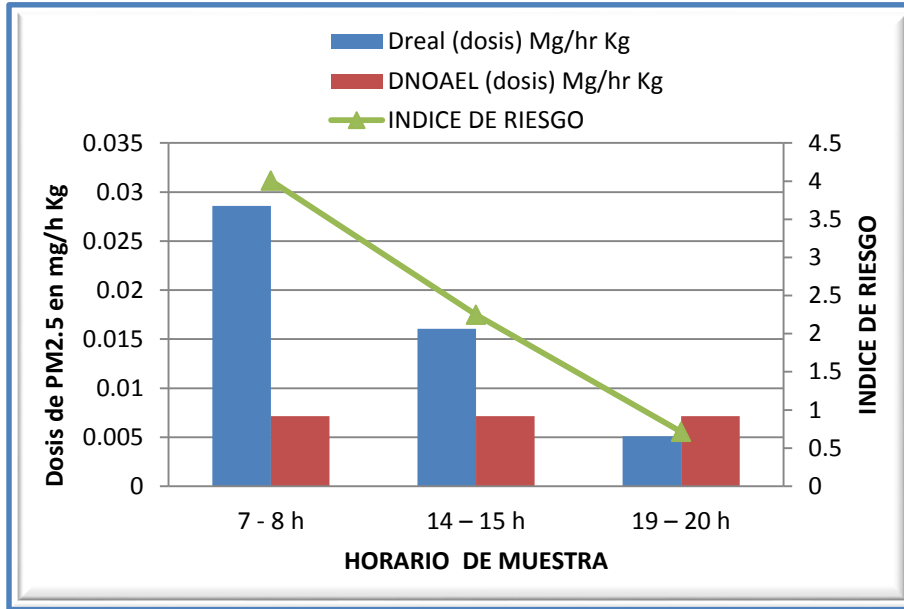


Figura 49.- Adolescentes de 30kg. 18/02/2014 (camión)

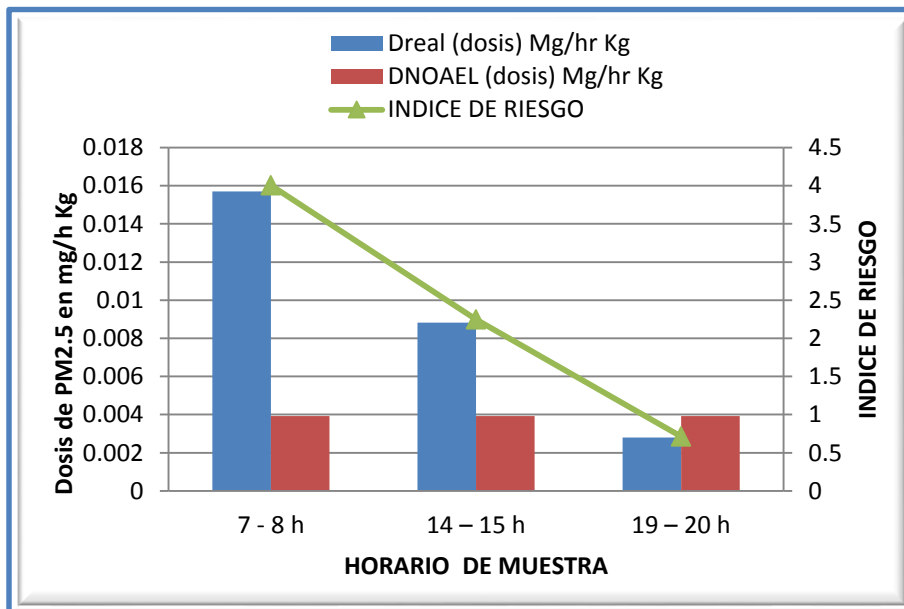


Figura 50.- Jóvenes de 55kg. 18/02/2014 (camión)

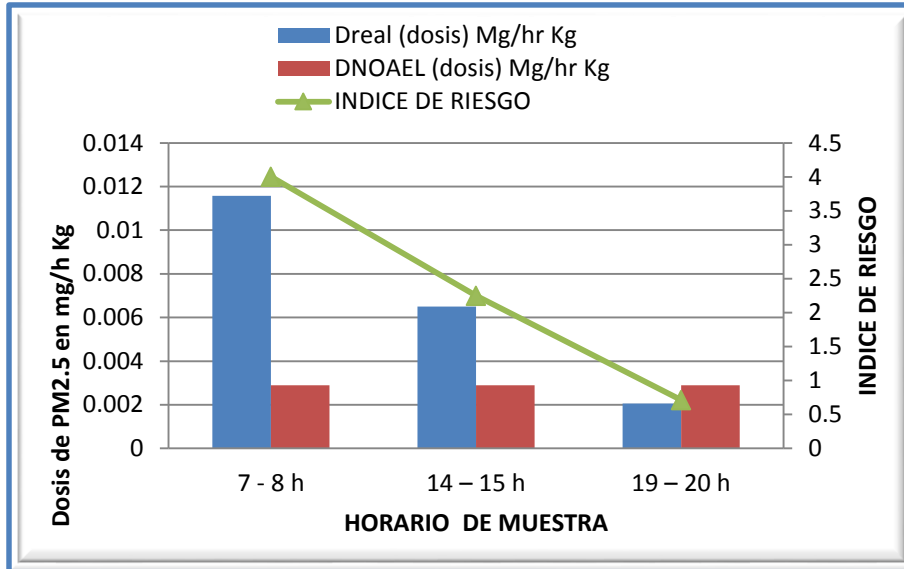


Figura 51.- Adolescentes de 75kg. 18/02/2014 (cami3n)

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el d3a 19/02/14 en el transporte p3blico (cami3n R1) para ni3os de 10kg, adolescentes de 30kg, j3venes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que las dosis recibidas son menores que las recibidas en la combi en este d3a se registraron dosis mayores a las permitidas.

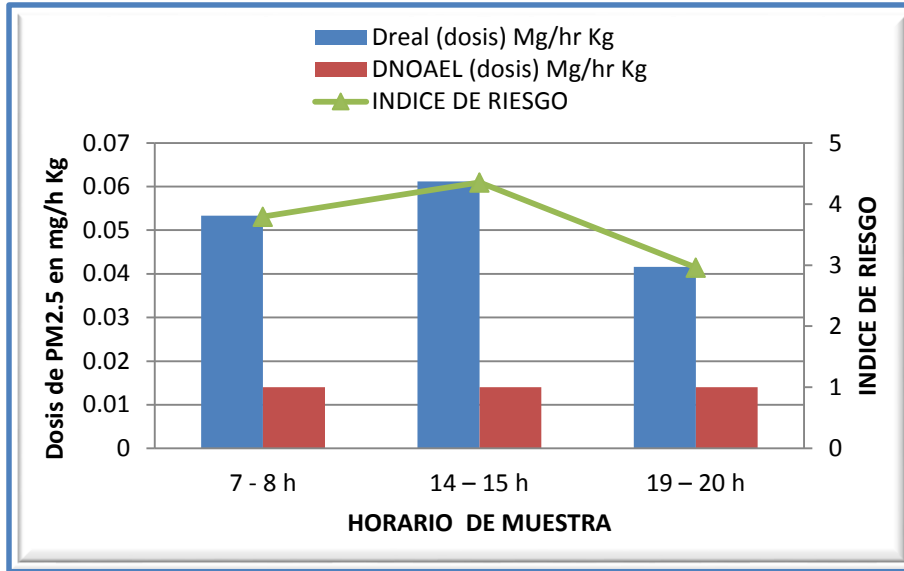


Figura 52.- Niños de 10kg. 19/02/2014 (cami3n)

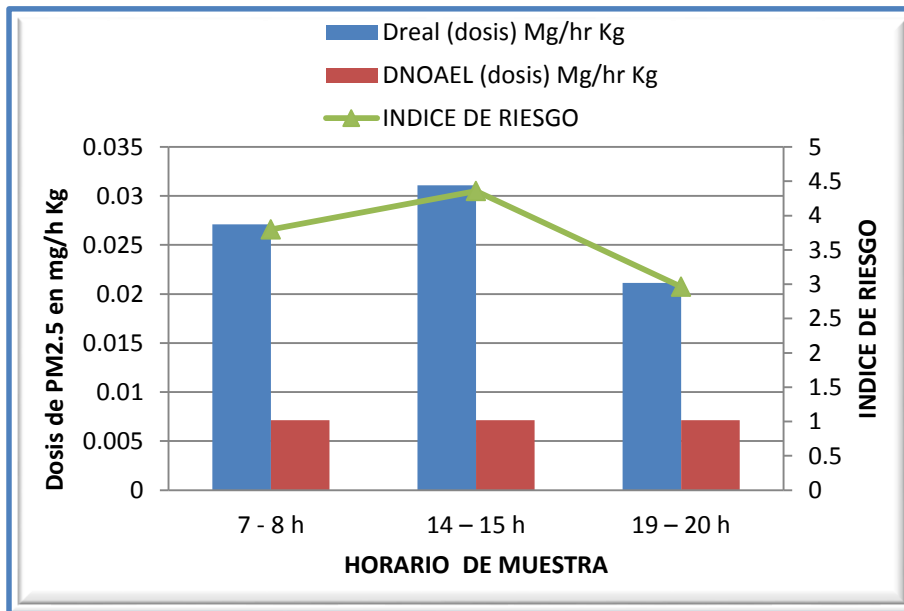


Figura 53.- Adolescentes de 30kg. 19/02/2014 (cami3n)

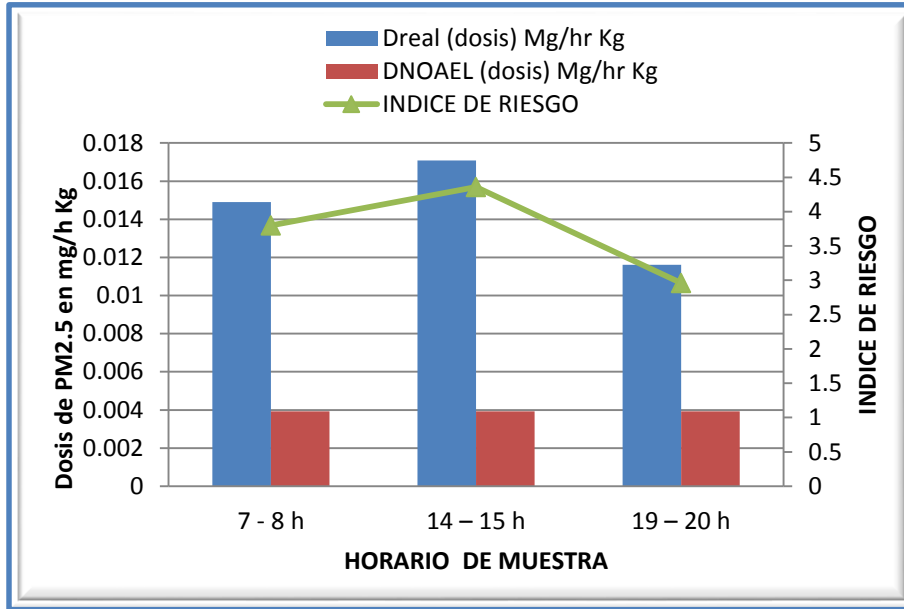


Figura 54.- Jóvenes de 55kg. 19/02/2014 (camión)

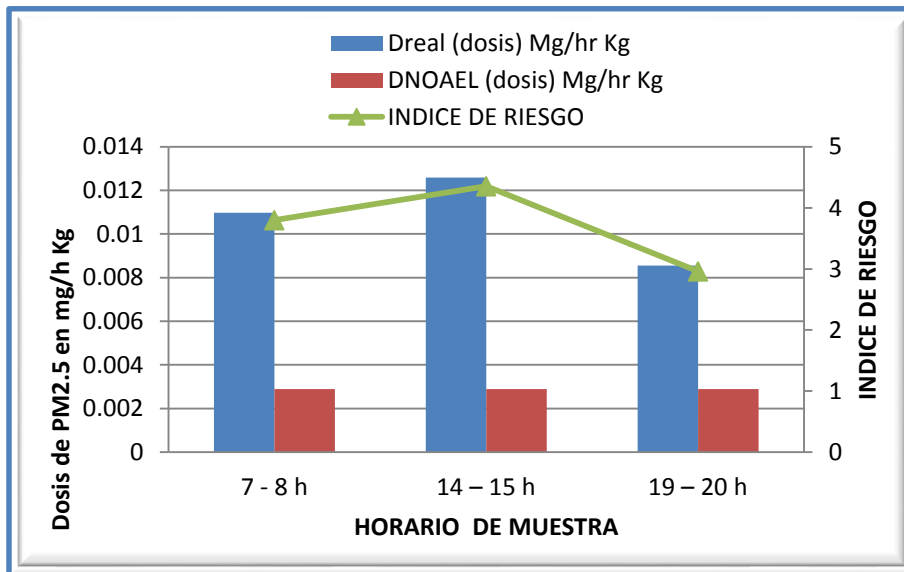


Figura 55.- Adultos de 75kg. 19/02/2014 (camión)

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 20/02/14 en el transporte público (camión R1) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que las dosis recibidas son menores que las recibidas en la combi en este día se registraron dosis mayores a las permitidas solamente por la mañana y por la tarde.

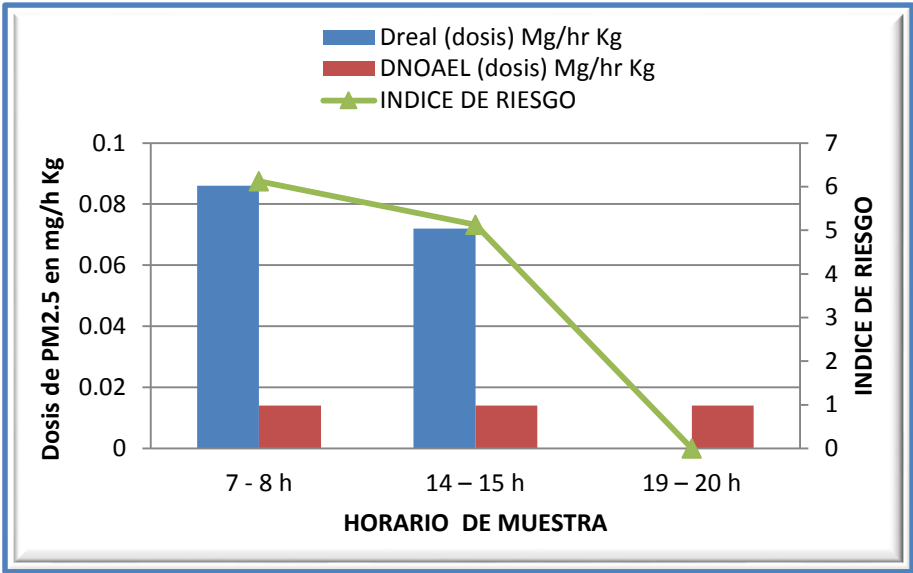


Figura 56.- Niños de 10kg. 20/02/2014 (camión)

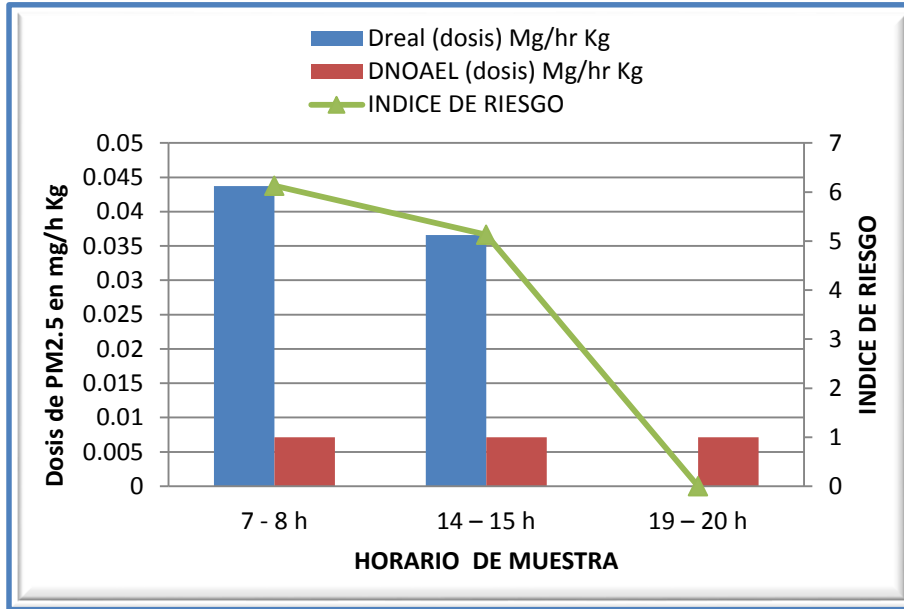


Figura 57.- Adolescentes de 30kg. 20/02/2014 (cami3n)

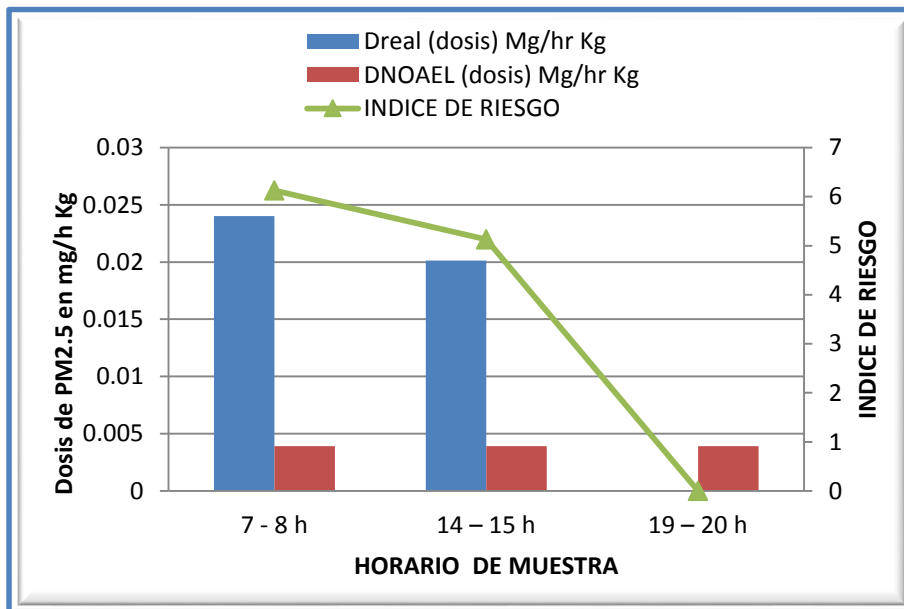


Figura 58.- J3venes de 55kg. 20/02/2014 (cami3n)

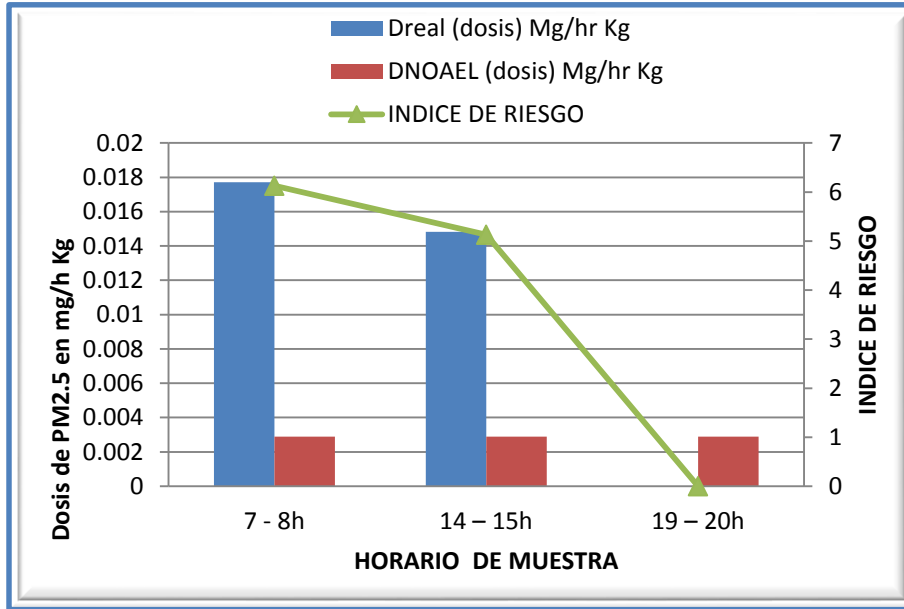


Figura 59.- Adultos de 75kg. 20/02/2014 (camión)

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 21/02/14 en el transporte público (camión R1) para niños de 10kg, adolescentes de 30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que las dosis recibidas son menores que las recibidas en la combi en este día se registraron dosis mayores a las permitidas.

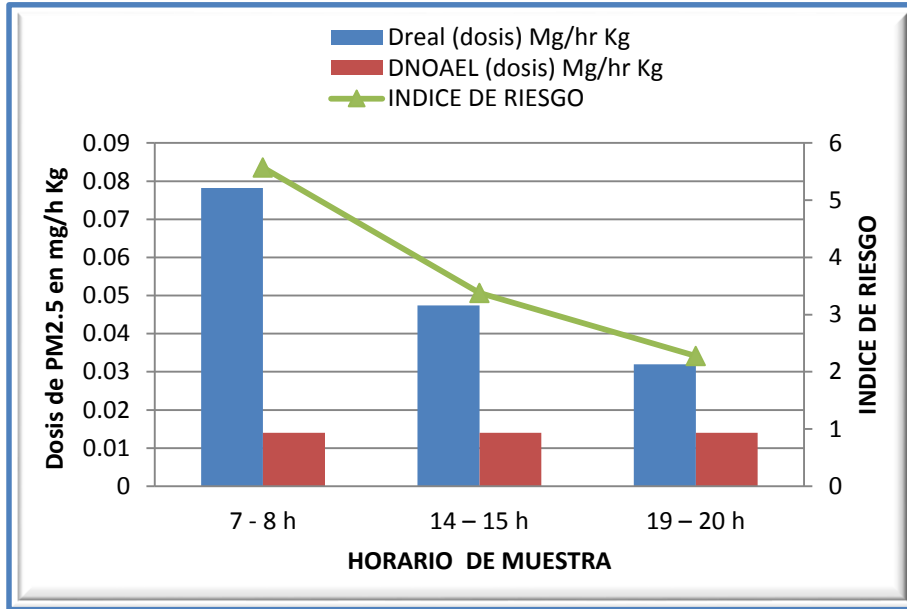


Figura 60.- Niños de 10kg. 21/02/2014 (camión)

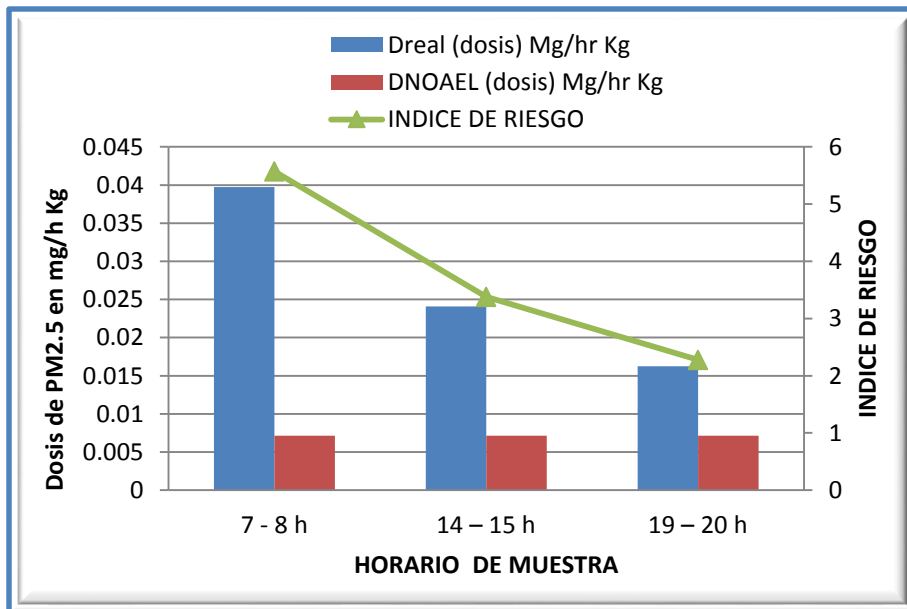


Figura 61.- Adolescentes de 30kg. 21/02/2014 (camión)

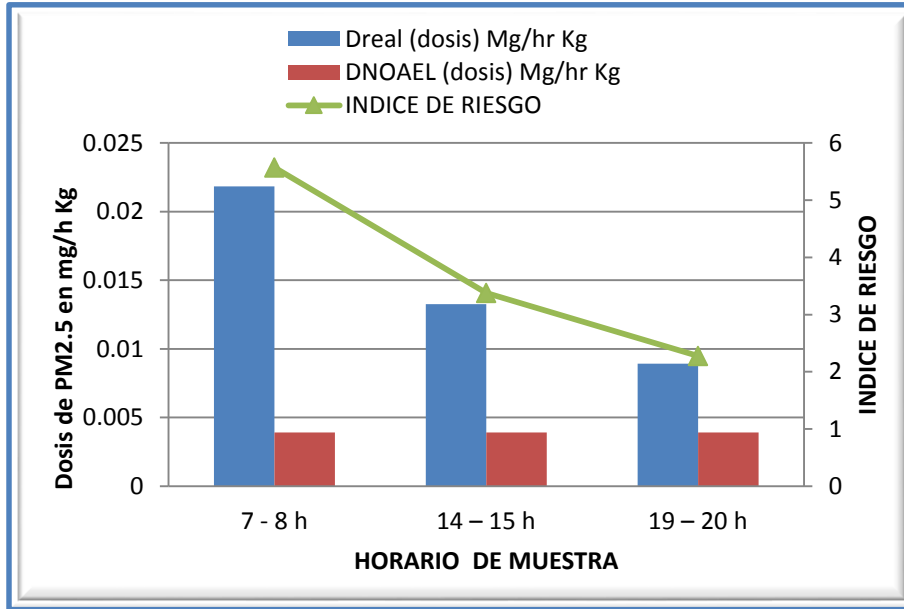


Figura 62.- Jóvenes de 55kg. 21/02/2014 (camión)

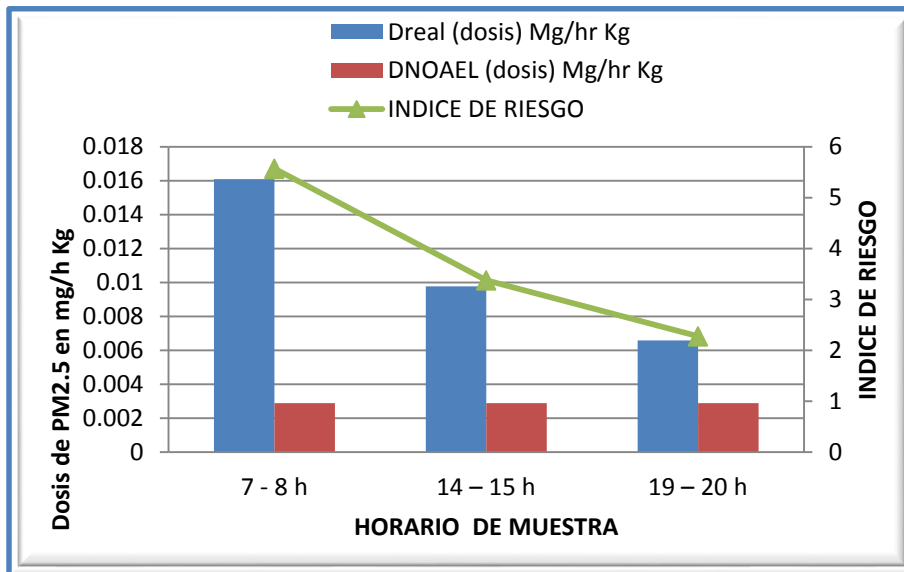


Figura 63.- Adultos de 75kg. 21/02/2014 (camión)

En las siguientes figuras correspondientes a las tomas de muestra para el día 22/02/14 en el transporte público (camión R1) para niños de 10kg, adolescentes de

30kg, jóvenes de 55kg y adultos de 75kg respectivamente podemos observar las diferentes variaciones de las dosis recibidas en los tres horarios diferentes y es necesario resaltar que las dosis recibidas son menores que las recibidas en la combi en este día se registraron dosis menores a las dosis permitidas por la EPA en el horario nocturno.

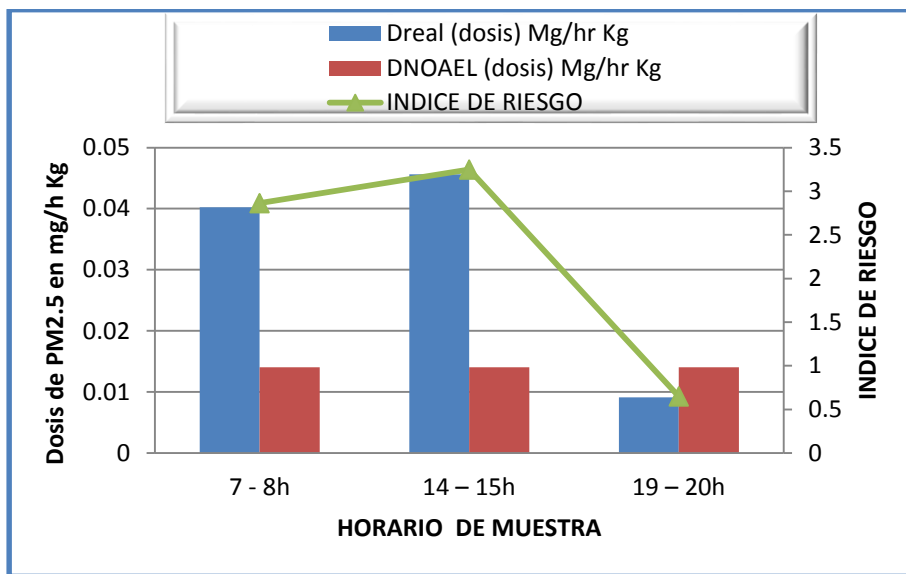


Figura 64.- Niños de 10kg. 22/02/2014 (cami3n)

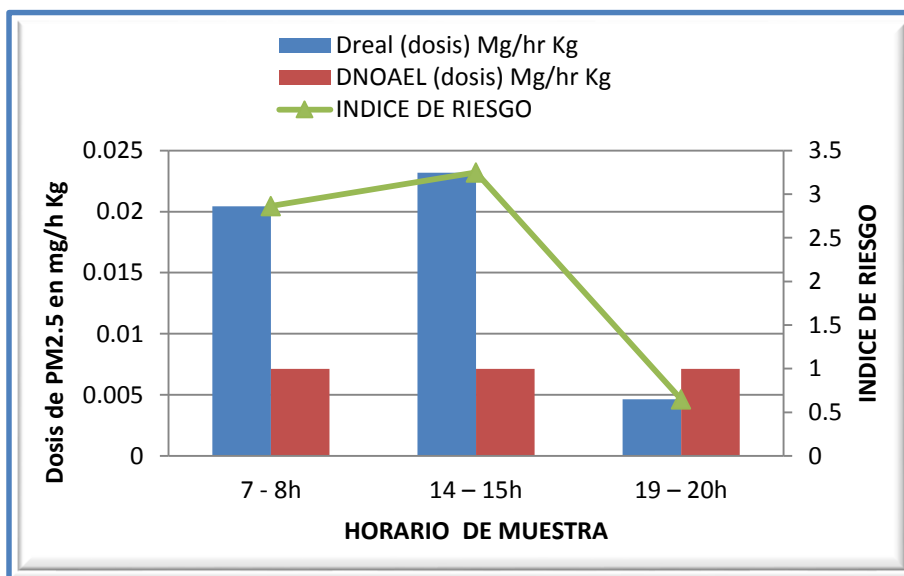


Figura 65.- Adolescentes de 30kg. 22/02/2014 (cami3n)

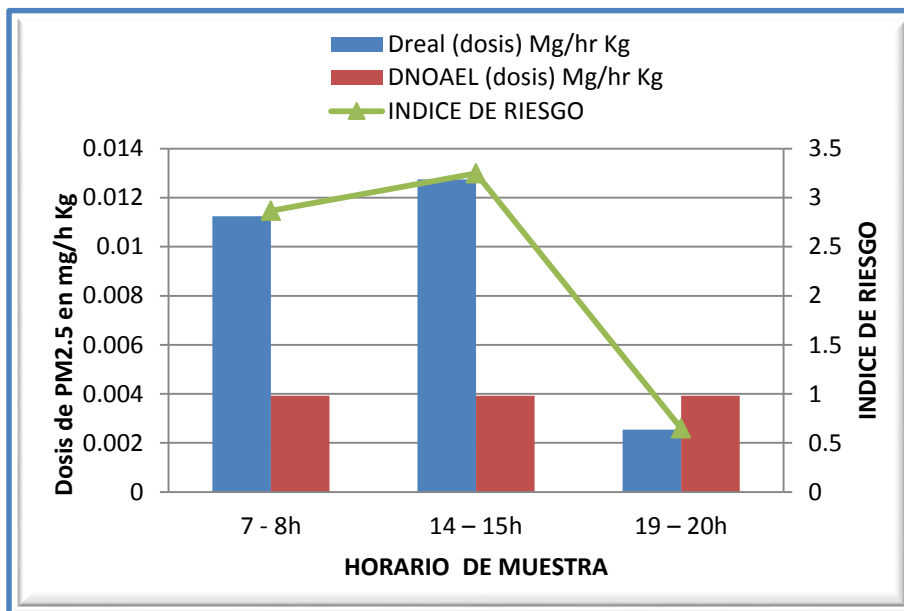


Figura 66.- Jóvenes de 55kg. 22/02/2014 (camión)

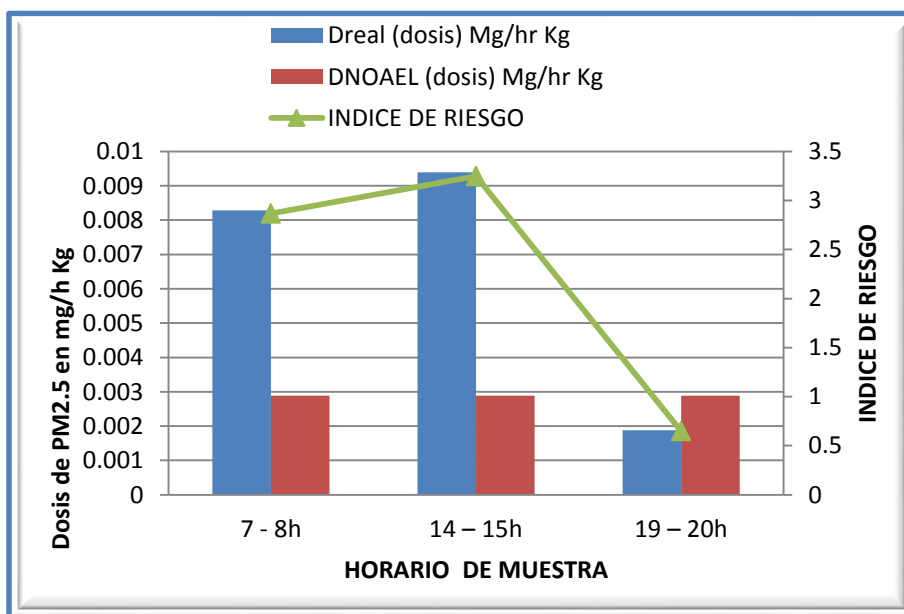


Figura 67.- Adultos de 75kg. 22/02/2014 (camión)

