

# Gestión de la calidad del aire por impacto del tránsito vehicular en un municipio de la región metropolitana de Buenos Aires

Valeria Messina<sup>1</sup>, Maria Victoria Spinetto<sup>1</sup>, Juan Carlos Aguirre<sup>1</sup>,  
Carlos Romero<sup>2</sup>, Lucio de Oto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dirección de Salud Ambiental del Municipio de Vicente López, Argentina

<sup>2</sup>CNEA – Comisión Nacional de Energía Atómica

\*e-mail: luciodeoto@fibertel.com.ar

## Resumen

La contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud y el ambiente. Las personas están expuestas a contaminantes de aire en exteriores e interiores. Las exposiciones a los mismos puede generar o agravar afecciones respiratorias, cardíacas y otras. La presente experiencia nace como la necesidad de conocer la calidad del aire de puntos específicos por impacto del alto tránsito vehicular, con potencial riesgo para la salud en la población. Con una visión epidemiológica y la participación de Universidades Nacionales -Centros de Investigación sobresale en esta investigación : el riesgo en los grupos vulnerables del benceno , los valores altos de mutagenicidad encontrados, el mayor porcentaje de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) asociados con las partículas finas y la presencia en el 21 % de las muestras del benzo (a)pireno.

Palabras clave: Monóxido de carbono; Material particulado; Tránsito vehicular

## 1 Introducción

Vicente López, es un Municipio de solo 39 km<sup>2</sup>, pegada a la Ciudad de Buenos Aires-Argentina. Como un indicador demográfico su población es de 288.965 habitantes, con una densidad poblacional de 7.020 hab. / km<sup>2</sup> y su pirámide posee un perfil de desarrollo. Se encuentra atravesada por redes viales, permitiendo la integración del norte de la región metropolitana a la ciudad capital; siendo su densidad automotriz de 1 auto por cada 2 habitantes.

La presente experiencia nace como necesidad de conocer la calidad del aire en puntos específicos por impacto del tránsito vehicular con potencial riesgo para la salud en el municipio.

Esta vivencia tiende no solo a evaluar riesgo, sino también el modelo de trabajo utilizado por un equipo multidisciplinario

La contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud y el ambiente. Las personas están expuestas a contaminantes de aire en exteriores e interiores [2].

Las exposiciones a la contaminación del aire puede generar o agravar afecciones respiratorias, cardíacas y otras [1]. Puede ser especialmente dañina para personas con enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas, embarazadas, ancianos, niños y puede ser más dañina para poblaciones que trabajan principalmente en la calle.

Los problemas de salud causados por la contaminación pueden ser influidos por factores tales como magnitud, alcance y duración de la exposición, edad, susceptibilidad de cada persona, entre otros.

Si evaluamos el perfil de riesgo por contaminación de aire, podemos identificar en el municipio, dos tipos de áreas, con potencial impacto a la Salud: a) Interfase Urbano-Industrial y b) Corredores Viales.

Dentro de estos últimos sobresalen varios puntos críticos; el más estudiado es Puente Saavedra (punto de acceso a la ciudad Capital - 75.000 vehículos/día), por sus condiciones edilicias, rosa de los vientos, dinámica particular y mayor número de denuncias por impacto ambiental. Esto nos llevó a delinear los objetivos de la investigación: abordar en forma integrada medio ambiente con salud; evaluar según riesgo los principales contaminantes en aire, que impacten en la salud; identificar los grupos de riesgos dentro del proyecto; identificar en forma progresiva los principales riesgos de la población vulnerables; priorizar según magnitud del riesgo, las áreas a gestionar; estimar el riesgo de la población, según la metodología de Riesgo de OPS y seleccionar elementos “trazadores situacionales”, que permitan detectar tempranamente problemas del estado de salud de la población, referidos al ambiente, realizando la medición de biomarcadores en la población de riesgo [6].

Dentro de los mismos por su trascendencia se priorizó: medir el material particulado PM 10 y principalmente el PM < 2,5 dadas sus características impacto a nivel alveolar así como las sustancias que demostraron efectos carcinógenos y/ o mutagénicos (IARC tipo I), priorizándose el Benceno, los HAPS; entre ellos el benzo(a)pireno y estudiar los efectos biológicos de los estratos del material particulado fino (Test de Ames) [3].

Para ello se conformó un equipo multidisciplinario, con participación de profesionales de Salud Municipal (especializados en Salud Pública y en Contaminación Ambiental) y especialistas en Medio Ambiente representados por Universidades Nacionales y/o Centros de Investigación (alta capacitación y Know How). Hasta la

fecha participaron: INQUIMAE (2001-2002) <sup>1</sup> ; CIMA (2003-2004) <sup>2</sup> ; CNEA (2005-2006) <sup>3</sup>.

## 2 Materiales y Método

### 2.1 Muestreo

Se realizó un monitoreo de parámetros de calidad d aire en zonas de alto tránsito vehicular e industrial en el Partido de Vicente López. La misma se llevó a cabo en 4 etapas.

#### *Etapas 1:*

Dado el alto tránsito vehicular, se priorizaron 2 áreas urbanas del corredor vial, del Partido de Vicente López: Puente Saavedra y Panamericana (lado oeste y este ) [12] [5]. Se efectuaron mediciones en distintas épocas del año para estudiar su variabilidad. Las mediciones realizadas fueron: a) Determinación pasiva de cuarenta días de dióxido de nitrógeno (promedios de 25 puntos); b) Determinación de perfiles diarios de concentración de monóxido de carbono en Puente Saavedra (primavera-verano) y Panamericana lados Este y Oeste (verano-otoño); c) Determinación activa de promedios diarios de concentración de material particulado respirable en Puente Saavedra (primavera-verano), Panamericana lados Este y Oeste (verano-otoño) y Puente Saavedra (invierno); d) Se determinaron los promedios de concentración de dióxido de nitrógeno mediante tubos pasivos en 25 sitios del Partido de Vicente López.

El sitio elegido para las determinaciones de monóxido de carbono y material particulado en los casos 2.a y 3.a fue Puente Saavedra. Las medidas en una zona urbano – corredor vial (Puente Saavedra) alrededor de 5 metros de altura. La toma de monóxido de carbono se ubicó hacia la calle a 1.5 m sobre la línea de edificación.

El instrumento usado para la recolección de partículas se colocó a nivel de la pared. El sitio elegido para las determinaciones de monóxido de carbono y material particulado en los casos 2.b y 3.b fue la autopista Pascual Palazzo (Panamericana), ubicando la toma de monóxido de carbono a 0.80m de altura a una distancia de 50m a 75m del borde de la autopista en el caso del lado este y a una altura de 2m y una distancia de 75 a 100m en el caso del lado oeste.

Los tubos pasivos para medición de dióxido de nitrógeno, fueron instalados de a pares sobre luminarias, a alturas comprendidas entre seis y ocho metros. Se dejaron expuestos durante 40 días. Excepto en los sitios (Melo y Av. Del Libertador), en que los tubos no pudieron ser recuperados, no se registraron dificultades y se comprobó que el estado de los mismos era óptimo. Sobre cada tubo se realizaron determinaciones por cuadruplicado (ocho por sitio) usando técnicas analíticas convencionales.

---

<sup>1</sup> INQUIMAE – Facultad de Cs. Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires

<sup>2</sup> CIMA: Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de la Plata

<sup>3</sup> CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

*Etapa 2:*

Se realizaron durante 12 semanas muestreos semanalmente de concentración de material particulado de cada uno de los siguientes sitios: *zona 1 (S1)*: área urbana – corredor vial (Puente Saavedra) esta zona se caracteriza por ser de alto tránsito vehicular, y la *zona 2 (S2)* área mixta –interfase urbano e industrial (Barrio de Florida); utilizando muestreadores activos de alto volumen. Estos fueron colocados sobre el nivel del suelo. La *zona (2)* se caracteriza por ser de bajo tránsito vehicular y de alto nivel industrial [7].

*Etapa 3:*

Se realizó muestreos y análisis de compuestos orgánicos volátiles en aire ambiente en Puente Saavedra utilizando muestreadores pasivos [10]. El dispositivo de muestreo fue colocado a aproximadamente 3 metros del nivel del piso, sobre la Avenida Maipú (Puente Saavedra) entre 12/08/03 y el 2/09/03.

*Etapa 4:*

Se llevó a cabo un muestreo activo de Compuestos orgánicos volátiles COVs, en iguales puntos descritos en la etapa 3. El equipo fue colocado a una altura de altura de 1,50 mts, durante los días 27 al 31 de diciembre del 2004 [9].

Se realizó también, la evaluación de riesgo por exposición a compuestos orgánicos volátiles, según la metodología de OPS-CEPIS, durante los meses de marzo a mayo del 2005 [4].

## 2.2 Determinación de Monóxido de Carbono

En la primera etapa, se tomaron promedios horarios y diarios de monóxido de carbono por fotometría infrarroja no dispersiva con un instrumento que opera mediante la técnica de correlación de filtros (Equipo Activo: Monitor Labs., modelo ML 9830). El mismo fue calibrado según los procedimientos recomendaciones de la US-EPA (Environmental Protection Agency de los EE.UU.) y monitor Lab., Inc. Para dicha calibración se utilizó monóxido de carbono (10 ppmV =2%).

## 2.3 Determinación de la Concentración de Material Particulado

Para la recolección de material particulado de la primera etapa, se empleó un equipo portátil MiniVol. (Bajo volumen), que dispone de impactadores intercambiables tanto para PM10 como PM2.5. Para la recolección se emplearon filtros de vidrio de 47mm de diámetro. Los filtros fueron pesados mediante una microbalanza, equilibrándolos en su contenido de humedad antes y después de ser expuestos [13].

En la segunda etapa se utilizó un muestreador de alto volumen, determinándose concentración de material particulado en suspensión en aire, diferenciando material particulado total, material particulado inhalable (PM10) y fracciones menores (total 6 fracciones de PM10; diámetro aerodinámico fracción 1:10-7,2  $\mu\text{m}$ ; fracción 2: 7,2-3  $\mu\text{m}$ ; fracción 3:3-1,5  $\mu\text{m}$ ; fracción 4:1,5-0,95  $\mu\text{m}$ ; y una fracción 6:< 0,49  $\mu\text{m}$ , tomándose

como fracción respirable PM<sub>2,5</sub> a todo material inferior a 3 µm), siendo todos los muestreos realizados con equipos de alto volumen, con separador en cascada utilizando filtros de fibra de vidrio y separador de PM<sub>10</sub>, cuando corresponde. La concentración de partículas fue determinada por el Método Gravimétrico.

#### **2.4 Determinación Pasiva de Dióxido de Nitrógeno**

En la primera etapa se utilizaron muestreadores pasivos. Los tubos de difusión utilizados consisten, en esencia, en un cilindro que tiene un extremo abierto a la atmósfera y, en el otro, una solución capaz de absorber el contaminante. Los gases se difunden en el tubo y alcanzan el absorbente. Conociendo los coeficientes de difusión de los contaminantes y aplicando la primera ley de Fick, se obtiene una relación lineal entre la concentración media de aquellos en la atmósfera y la cantidad absorbida en un tiempo de exposición conocido.

#### **2.5 Determinación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHS)**

Para el análisis químico de la segunda etapa, se determinó los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHS) asociados a material particulado. Las muestras fueron extraídas, mediante la técnica de Soxhlet (método 3510, USEPA SW846, 1994), seguido de aislamiento por cromatografía en columna (Método 3630, USEPA SW846, 1994). Los análisis químicos de estos compuestos fueron realizados por cromatografía líquida (HPLC/Detección UV)- Marca Beckman System Gold 126 con las siguientes condiciones de análisis: columna C18 MICROSORV-MV 25cm x 0,46ID, elusión isocrática acetonitrilo: agua 65:35, flujo 0,9ml/min, volumen de inyección 20µl [11].

#### **2.6 Test de Mutagenicidad (AMES)**

Se evaluó en la segunda etapa la mutagenicidad de extractos orgánicos de material particulado en suspensión en aire (fracción respirable) por medio del Ensayo de Ames utilizando la cepa TA98 de Salmonella Typhimurium, con activación microsomal de hígado de rata (fracción S9) y preincubación según protocolo (USEPA, 1983).

#### **2.7 Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles**

Se realizó en la tercera etapa, el primer muestreo de COVs. Se utilizaron monitores pasivos de carbón activado Marca 3M modelo 350. Se analizó la muestra con Cromatografía Gaseosa con detector FID en las siguientes condiciones de corrida: Instrumento GC Agilent Technologies modelo 6890N, columna J y W Scientific, 30m x 0,53mm ID, HP-1 1.5 micrómetros, carrier Hidrógeno, temperatura del detector: 300°C; temperatura del inyector: 180°C; modo splitless. La identificación se realizó por el método de sobregregado y la cuantificación de los compuestos se realizó por comparación de áreas.

En la cuarta etapa, se realizó un muestreo activo de COVs. Se utilizó una bomba de muestreo de caudal constante "SKC" mod 224-PCXR8. La metodología de muestreo utilizada, fue ASTM D 3686 (muestreo) y ASTM D 3687 (análisis). Como instrumento se utilizó un cromatógrafo gaseoso Shimadzu 17 A., columna J y W Scientific, 30m x

0,53mm ID, HP-1 1.5 micrómetros, carrier Hidrógeno, temperatura del detector: 300°C; temperatura del inyector: 180°C; modo splitless. La identificación se realizó por el método de sobrealimentación y la cuantificación de los compuestos se realizó por comparación de áreas. Los resultados están corregidos a 25 grados y a 1 atmósfera de presión. Se utilizó una estación meteorológica portátil marca "DAVIS", modelo Monitor II [8].

## 2.8 Evaluación del Análisis de Riesgo

Se realizó la evaluación de riesgo según la Metodología de Evaluación de riesgo por sustancia específica de OPS-CEPIS [14].

## 2.9 Análisis Estratégico FODA

Con el fin de evaluar la metodología aplicada en la presente experiencia, se realizó el análisis FODA que nos permitió evaluar desde la estrategia las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la investigación.

# 3 Resultados y Discusión

## 3.1 Etapa 1

### 3.1.1 Determinación Mediante Tubos Pasivos de Dióxido de Nitrógeno

La Provincia de Buenos Aires (Ley N° 11459) regula el promedio anual de concentración de óxidos de nitrógenos totales (mono y dióxido) en  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente a 53 ppb. Cabe considerar que los Estándares Nacionales de calidad de Aire de los EEUU (NAAQS) fija un límite de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio anual de concentraciones de dióxido de nitrógeno exclusivamente

Los resultados dieron por debajo de las normas nacionales y de EEUU. Se registraron promedios en áreas de alto tránsito promedios, que varían entre 15 ppb y 11,9 ppb.

### 3.1.2 Determinación de Perfiles Diarios de Concentración de Monóxido de Carbono

#### a) Puente Saavedra primavera-verano :

Los índices de contaminación del aire dependen fuertemente de la época del año, registrándose en verano los índices más bajos. Las concentraciones de monóxido de carbono se encuentran por debajo del estándar corrientemente definido para este período, exceptuando el día 05 / 01 / 01 en el cual se exceden las 3,5 ppm como promedio 24 hrs.

#### b) Panamericana lados Este y Oeste verano-otoño:

A partir de los datos de monóxido de carbono registrados en ambos lados de la autopista Panamericana, los promedios de 24hs., No superan las 2ppm, registrándose niveles algo superiores para el lado Oeste, superándose esta cota en dos ocasiones El promedio de 22 días en verano del lado Este resultó ser de 0.5ppm con un máximo

diario de 1.7 ppm. Por otra parte en el lado Oeste se registró un promedio de 0.9 ppm como promedio de 42 días de medida con una máxima diaria de 2.2 ppm. Observando el registro horario se obtuvo que el lado Este no se superaron los 4.5 ppm siendo el máximo de 6.8 ppm para el lado Oeste. De la representación de los promedios horarios en forma gráfica se pueden observar perfiles similares aunque diferentes para ambos lados. Estos perfiles están íntimamente relacionados con la densidad de circulación vehicular y los horarios de máxima y mínima circulación desde y hacia la Capital por la autopista.

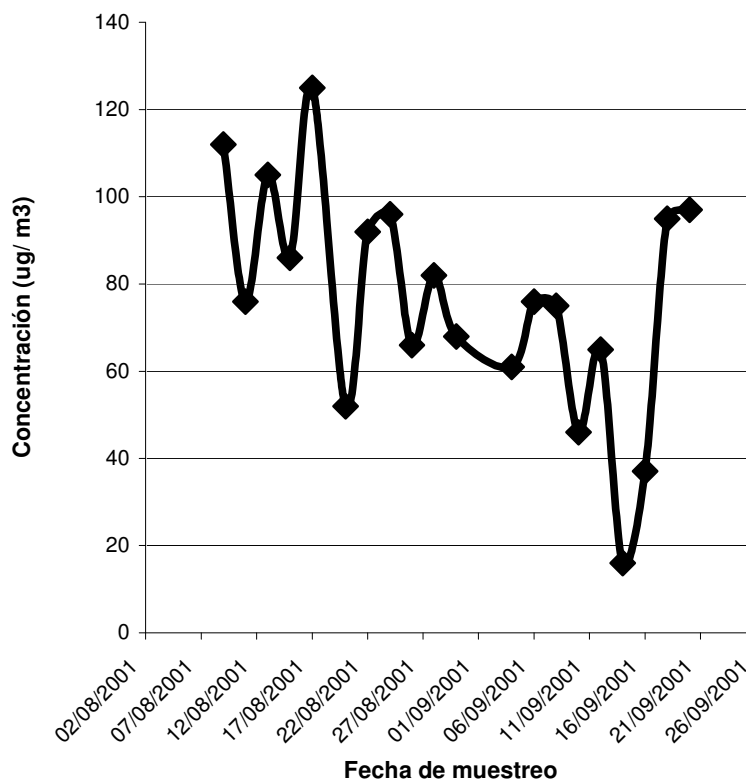
### 3.1.3 Determinación Activa de Promedios Diarios de Concentración de Material Particulado Respirable

a) Puente Saavedra primavera-verano: El valor estándar de la NAAQS para material particulado  $PM_{10}$  es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y para el material particulado 2,5 es de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A la luz de las determinaciones realizadas puede anticiparse que la fracción mas fina del material particulado total, que es la que posee el mayor impacto sobre la salud, es muy importante; siendo la concentración de  $PM_{2.5}$  alrededor del 60% de la  $PM_{10}$ , lo cual constituye un indicio de que este material proviene del tránsito automotor. Los valores promedio de  $PM_{2.5}$  se encuentran alrededor de los nuevos estándares de la US-EPA, superándose los mismos en reiteradas oportunidades. Los valores promedio de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  registrados en Puente Saavedra son comparativamente más altos que los registrados en los puntos restantes. El máximo de  $PM_{10}$  registrado fue de  $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, los cuales si bien no superan la norma, deben considerarse altos. Existe una cierta correlación entre las concentraciones de material particulado y monóxido de carbono.

b) Panamericana lados Este y Oeste verano-otoño: En la Autopista Panamericana, se comprueba que los valores promedios son inferiores as los registrados en Puente Saavedra, siendo los máximos diarios cercanos a estos para el lado Oeste. De la comparación de las relaciones entre las concentraciones promedio de material particulado se obtiene una relación de 0.59 para el lado Oeste, similar a ala encontrada en Puente Saavedra, evidenciando que su origen es mayoritariamente debido al transito automotor. La relación es 0.83 para el lado Este, es mayor a la encontrada en Puente Saavedra, lo que podría ser explicado por un mayor aporte al material particulado proveniente de otras fuentes.

c) Puente Saavedra Invierno: Por comparación de estas mediciones con las obtenidas el mismo sitio durante primavera - verano, se ve un incremento significativo mayor al 40% en el promedio de  $PM_{<2.5}$  y más del 70% en el máximo (Fig. 1). Por su parte, el incremento observado para  $PM_{10}$  es menor al 10% tanto para el promedio como para el valor máximo.

La concentración de  $PM_{<2.5}$  es de alrededor del 75% de la correspondiente a  $PM_{10}$ , lo que implica que esta relación ha crecido en un 15% respecto a los resultados obtenidos anteriormente. Los valores de  $PM_{2.5}$  en invierno superan el valor Standard de la US-EPA en el 75% de los días de medición.



**Figura 1:** Material Particulado PM<sub>2.5</sub>, Promedio 24 Hs .Pte. Saavedra, invierno.

### 3.2 Etapa 2

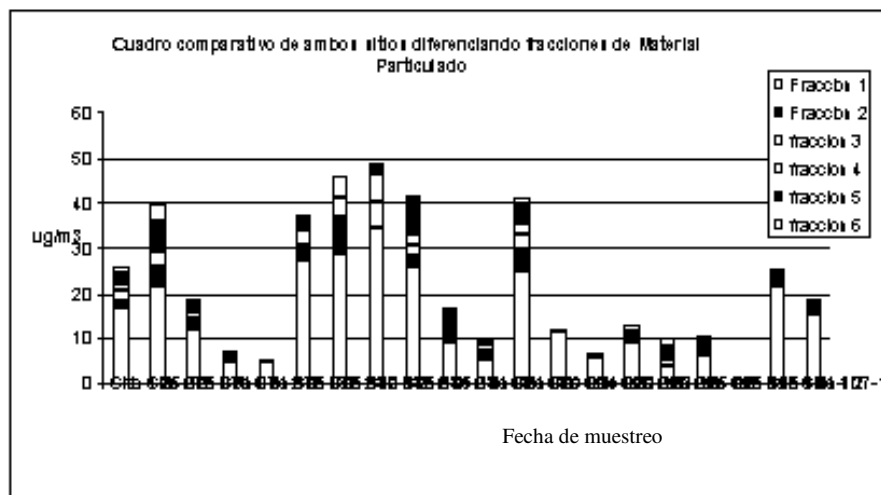
Los sitios fueron clasificados con un número correspondiendo el 1 a un área urbana del corredor vial (Puente Saavedra) y 2 al área mixta –interfase urbana-industrial (Florida). En la tabla 1. se puede observar las diferentes fracciones de PM<sub>10</sub>, la fracción más fina es la más abundante. Este tipo de comportamiento es característico de zonas urbanizadas. Al analizar el material particulado total (<100µm), en simultaneidad con el PM<sub>10</sub>, se pudo también detectar una importante contribución de material mayor a 10µm por comparación de resultados.



**Tabla 1.** Concentración de material particulado ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cada sitio de muestreo diferenciando seis fracciones, desde la mas gruesa (1), a la mas fina (6).

Sitio	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2
Fecha	25/07/03	25/07/03	31/07/03	31/07/03	06/08/03	06/08/03	12/08/03	25/08/03	25/08/03	31/08/03
<b>Fracción 1</b>	<2	3,56	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
<b>Fracción 2</b>	2,54	6,79	<2,38	<2	<2	<2	<2	<2	7,94	2,94
<b>Fracción 3</b>	<2	<2	<2	<2	<2	4,99	6,29	6,29	2,14	<2
<b>Fracción 4</b>	2,21	3,31	<2	<2	<2	4,03	5,64	5,64	2,28	<2
<b>Fracción 5</b>	<2	4,64	2,44	<2	<2	8,27	<2	<2	2,76	2,55
<b>Fracción 6</b>	16,60	21,42	12,03	5,03	4,95	28,66	34,62	34,62	25,65	9036

También se observa que, en comparación con mediciones de  $\text{PM}_{<2,5}$  previamente realizadas en anteriores estudios en la zona de Puente Saavedra, se detectan aquí concentraciones inferiores de material particulado (Fig.2). Existe una importante diferencia en la localización de los muestreadores en ambos casos. Se utilizó aquí una mayor distancia a la calle, seleccionándose un sitio más abierto, sin la influencia de paredes como pantalla, de acuerdo a los criterios generales utilizados en muestreos con equipos de alto volumen. En el estudio previo se logra diferenciar la franja más crítica, con influencia directa de escapes, a escasos metros de los conductos de salida de los automotores.



**Figura 2:** Contribución porcentual de las diferentes fracciones de material particulado analizadas.

La mayor concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos no sustituidos (16 compuestos prioritarios sugeridos por la USE-PA) se corresponde a las fracciones de material particulado más finas y con mayor poder de penetración en las vías respiratorias. Los componentes más abundantes son algunos de los PAHs más livianos (naftaleno, acenaftileno, acenafteno) e intermedios o pesados (fluoranteno, pireno, criseno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno y benzo(k)fluoranteno), detectándose además el compuesto utilizado como trazador benzo(a)pireno en el 21% de las muestras o fracciones analizadas.

Por otra parte, se comparó la contribución relativa de estos compuestos respecto al total de otros componentes no identificados, (detectados en las condiciones de corrida cromatográfica). La proporción de los mismos resulta ser en algunos casos hasta un 80% del total del área cromatográfica.

Con respecto a los PAHs, una mejor interpretación de su distribución por fracciones se logra al expresar su concentración referida a la masa de partículas. La mayor concentración de estos compuestos se asocia con las fracciones más finas ( $<3\mu\text{m}$ ), observándose una disminución significativa en las fracciones correspondientes al PM10 y TSP (particulado total en suspensión).

Del estudio de mutagenicidad se observa en la tabla 2, comparando los efectos biológicos de los extractos del sitio 1 (Puente Saavedra) con el sitio 2 (área mixta), el primero presenta una actividad mutagénica aproximadamente 3 veces superior para la fracción más fina. Los estudios biológicos de las partículas más finas, presentan mayor actividad mutagénica.

**Tabla 2:** Resultados de la evaluación de la mutagenicidad de los extractos orgánicos de material particulado con el Ensayo de Ames.

Sitio	Muestra	Rev Ind/mg	Rev Ind/m <sup>3</sup>
1	Fracción 3-0,49 $\mu\text{m}$	3,1	0,03
1	Fracción $< 0,49\mu\text{m}$	149,7	3,7
2	Fracción 3-0,49 $\mu\text{m}$	1,1	0,01
2	Fracción $< 0,49\mu\text{m}$	93,4	0,9

### 3.3 Etapa 3

Del estudio de COVs con tubos pasivos se observa en la tabla 3 que los niveles de compuesto como el benceno, son más altos en la muestra de Vicente López, en relación a los niveles guía de la legislación vigente a aquellos aconsejados por la OMS.

Los compuestos analizados y cuantificados, representan aproximadamente un 30% (estimado según áreas cromatográfica en las condiciones de corrida empleadas) del total de compuestos absorbidos en el muestreador. Dado que se emplearon condiciones de corrida durante 25 minutos, se pudo visualizar la presencia de otros compuestos orgánicos que representan más de 60% del total de los compuestos extraídos. Se detecta presencia de hidrocarburos alifáticos entre 8 y 16 átomos de carbono (C8 a C16).

**Tabla 3:** Resultados de evaluación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), con marcadores pasivos

Compuesto	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Compuesto	15,6
Benceno	15,2
Ciclohexano	1,1
Metilciclohexano	3,2
Tolueno	49,5
Estilbenceno	1,7
Estireno	D.N.C
m-xileno	16,2
p-xileno	81,6
o-xileno	17,7

### 3.3 Etapa 4

De los COVs analizados, se encontró al benceno, como único elemento con valores superiores (Promedio, Mínimo y Máximo) a los valores guía. El análisis de riesgo se efectuó únicamente para el benceno por ser el contaminante crítico. Esta metodología permite calcular la dosis de exposición y calcular el índice de peligro.

Dado que el Índice de Peligro calculado para niños menores de 6 años es mayor que 1, existe una mayor probabilidad de manifestar efectos adversos debido a la exposición crónica del benceno.

Con respecto al FODA surge que aporta las siguientes ventajas: nuevas herramientas al equipo de Salud que amplían el concepto de la prevención y de vigilancia epidemiológica; permitir medir la calidad de aire, complementando eficiencia del ámbito académico (monitoreo de calidad de aire; Know How), con la visión de riesgo y de vigilancia epidemiológica de la Salud; suma conocimientos, técnicas y logísticas de ambas instituciones potenciando el análisis y las propuestas; con sus costos accesibles, es posible realizar los estudios de medición; moviliza a los medios e indirectamente a la población, pudiendo hacerlo al resto de la estructura municipal y a las O.N.G. y esta experiencia multidisciplinaria, puede ser aplicada en otros municipios. A su vez manifiesta, las siguientes desventajas: parte de un ir hacia delante, de un aprendizaje en el camino, con un accionar de prueba-error; depende del

posicionamiento del tema; depende de más de criterios de gestión grupal, que estructural y la continuidad de las etapas depende de las variables económicas.

#### 4 Conclusiones

El enfoque dado al trabajo, con una visión epidemiológica, permite centrar la investigación y la gestión en la población vulnerable, evaluando los riesgos por contaminantes específicos y delinear mejor las medidas de prevención y remediación.

La metodología de riesgo de la OPS aporta una herramienta práctica de gestión, permitiendo la cuantificación del riesgo, de contaminantes específicos. Esto permite, una mayor visualización de la problemática en estudio, optimizando la toma de decisión y la gestión desde la Salud Pública.

Las concentraciones de MP no resultan ser extremadamente elevadas y nunca se superaron los máximos permitidos para PM10. Sin embargo, las características del material particulado permitió diferenciar un riesgo asociado a partículas finas y muy finas, con mayor poder de penetración en vías respiratorias.

El mayor porcentaje de PAHs está asociado a partículas finas. Además se detecta presencia de otros componentes, en condiciones de análisis, presumiblemente PAHs sustituidos.

La mutagenicidad es mayor en el orden de 3 magnitudes, en el área de alto tránsito estudiada y en el S1, con menor contenido de PAHs pero mayor área cromatográfica.

Los niveles de VOCs indican riesgo asociado a BTX, con mayor prevalencia del benceno. El Análisis Estratégico (FODA), nos permite visualizar las Fortalezas y Debilidades del presente estudio.

#### Referencias

- [1] Alley, R. y Associates, Inc. *Manual de la calidad del aire*. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. de México, D.F, 2001.
- [2] Ballester, D.F.; Tenías, J.M.; Pérez-Hoyos, S. *Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción*. Revista especial Salud Pública. Vol 73, N°2. España, 1999.
- [3] Canter, L. *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Segunda Edición. McGraw-Hill. Colombia, 1999.
- [4] CEPIS-OPS. *Curso de Autoevaluación de Riesgo asociado a Contaminación de Aire*. 2003
- [5] De Nevers N. *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Segunda Edición McGraw- Hill, México, 1997.
- [6] Martínez, A. P. *Introducción al monitoreo atmosférico*. Capítulo 2, Editorial Atlántida, 1999

- 
- [7] Organización Mundial de la Salud. *Contaminación atmosférica causada por vehículos automotores*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México, 1992.
- [8] Raashou-Nielsen, O.; Lohse, C.; Thomsen, B. L.; Skov, H.; Olsen, J.H. *Ambient air levels and the exposure of children to benzene, toluene, and xylenes in Denmark*. Environmental Research 75, 149-159, 1997.
- [9] Ronco, A.; Rehwagen, M.; Herbarth, O. *Investigación de Compuestos orgánicos volátiles en el aire del Gran La Plata*. Gerencia Ambiental Pag. 106-111, 2001
- [10] Schink, U.; Rehwagen, M.; Damm, M.; Richter, N.; Borte, M.; Herbarth, O.. *Seasonal cycle of indoor VOCs: comparison of apartments and cities*. Atmospheric Environment. , 38, 1181-1190, 2004.
- [11] Swiss contact. *Metodología para el análisis de contaminantes del aire*. Segunda Edición, San José de Costa Rica, 1998.
- [12] Tomei, F.; Ghittori, S.; Imbrianti, M.; Pavanello, S.; Carere, A.; Marcon, F.; Martín, A.; Baccolo, T.P.; Tomao, E.; Zijno, A. *Environmental and biological monitoring of traffic wardens from the city of Rome*. Occup. Med. Vol.51 Nro.3, pp.198-203, 2001.
- [13] Universidad Nacional de Ingeniería. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología. Curso de contaminación atmosférica, Managua, Nicaragua, 1998.
- [14] Walpole, J.; Myers, N. *Probabilidad y Estadística*. Cuarta Edición, McGraw Hill. México, 1992.