

IMPACTO AMBIENTAL DEL TRANSPORTE URBANO EN EL GRAN MENDOZA

Resultados preliminares sobre los beneficios de descontaminar el aire

Por Lic. Zulema Tomassetti de Piacentini¹
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Cuyo

I. Introducción.

Existe una conciencia creciente entre los organismos públicos y los no gubernamentales acerca de la necesidad y urgencia de poner límites y tratar de frenar el proceso de contaminación del ambiente que proviene principalmente de la actividad humana en el proceso de desarrollo económico y social, especialmente aquellas actividades relacionadas con el transporte y las industrias. Estas son las llamadas fuentes de contaminación antropogénicas. Además existen otras fuentes de contaminación. Son las llamadas fuentes naturales, provenientes de la acción de la naturaleza, tales como accidentes volcánicos (lluvia de cenizas, lava, etc.), polen de las plantas, inundaciones, etc. En realidad, las que interesa estudiar son las primeras pues es donde será posible actuar para reducir sus efectos mediante la aplicación de las políticas ambientales apropiadas.

La ciudad de Mendoza no escapa al fenómeno ya generado en otras partes del mundo, en relación con las megaciudades. En éstas, la concentración de población es creciente y ya se espera que para el año 2025 estará absorbiendo las dos terceras partes del total de la población, con lo cual se seguirá acentuando el problema de contaminación si no se aplican soluciones a tiempo.

Si bien son numerosos los factores que contribuyen a la contaminación del aire, la idea es tomar un aspecto de ese conjunto y plantear diferentes alternativas de acciones destinadas a minimizar los efectos contaminantes que actúan empobreciendo la calidad del aire. Una de ellas es la de promover cambios en el parque automotor del servicio público de pasajeros que contribuyan a reducir la contaminación del aire a niveles aceptables que minimicen sus efectos sobre la salud de la población urbana.

Se trata de reunir la información sobre las mediciones en los niveles de contaminación del aire existente en el Gran Mendoza y más específicamente en la zona céntrica de la Ciudad Capital. Analizar los efectos sobre la salud de la población tomando en cuenta las experiencias y resultados obtenidos en otros centros con similares condiciones ambientales con el fin de comparar los beneficios de reducir la contaminación a valores aceptables mundialmente, con los costos requeridos para lograr tales niveles.

En el capítulo se hace referencia a generalidades sobre la contaminación y los daños asociados con la salud de la población y los bienes físicos representados por el patrimonio

¹ Lic. Zulema Tomassetti de Piacentini es profesora invitada en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNCuyo, colaboradora en la Cátedra Organización Industrial I e investigadora integrante del Programa de Incentivos en la UNCuyo.

Correo Electrónico: ztomasse@fcemail.uncu.edu.ar y ztomasse@itcsa.net

cultural (edificios, monumentos, etc.), además de los efectos negativos sobre la naturaleza (las plantas, los animales y las producciones).

Se analizan los diferentes estándares aceptados en cuanto a los niveles de contaminantes tolerables, haciendo referencia a las normas vigentes tanto a nivel internacional como local.

Se realiza una estimación de las ganancias de descontaminar.

Por último, se trata de comparar los beneficios sobre la salud de las acciones o políticas destinadas a mejorar la calidad del aire a partir del aporte que puede hacer la transformación del parque automotor del servicio público de transporte teniendo en cuenta tanto la información local como la de otros estudios que analizan condiciones similares a las existentes en Mendoza.

II. Antecedentes sobre contaminación en el transcurso de la vida humana.

La exposición del hombre a la contaminación es tan antigua como el mismo ser humano desde sus primeros contactos con el fuego cuando estaban expuestos en los espacios cerrados. Esto está corroborado por una gran cantidad de evidencias antropológicas. Sin embargo, la atención sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud recién apareció en el período que va desde el comienzo hasta mediados del siglo XX. Sucedió así debido a la ocurrencia de una serie de episodios que produjeron efectos dramáticos sobre la salud, los cuales se estudiaron e investigaron en detalle. Fueron casos muy graves donde se perdió la vida de muchas personas. Por ejemplo, en Londres en 1952 se estimó que hubo 4000 pérdidas de vidas como consecuencia de la producción de una gran cantidad de humo con altas concentraciones de dióxido de azufre (SO_2). Por el énfasis puesto en estos episodios puntuales, es posible que se haya distraído la atención sobre los efectos que producen las permanentes exposiciones a gases contaminantes, provocando y/o agravando enfermedades crónicas como las bronquitis, el asma, problemas cardiovasculares y cardiopulmonares, etc. A partir de los años 50 del siglo pasado, comenzó la acumulación de evidencias con datos que muestran los efectos dañinos que produce la contaminación del aire especialmente sobre la salud de las personas y sobre el ambiente en general.

Dado que se trata de un problema con un amplio espectro, se ha limitado el campo de análisis solamente a los efectos que el crecimiento económico produce sobre la calidad del aire, a través de las diferentes actividades humanas involucradas, con el consecuente aumento de la concentración de población en las ciudades. En este trabajo se centra la atención más específicamente en la influencia que el transporte público de pasajeros tiene sobre los niveles de contaminación de la atmósfera en el ámbito urbano del Gran Mendoza. En realidad el problema es mucho más complejo, pues debe pensarse en un plan integral de transporte que abarque todos los aspectos y permita que se produzca una paulatina reducción de la contaminación.

III. Generalidades sobre la contaminación del aire. Daños asociados sobre la salud y otros efectos sobre los bienes físicos.

III.1. Concepto

En primer lugar es importante establecer el concepto de contaminación. Se trata de la impregnación del aire, el agua o el suelo con productos tóxicos que afectan tanto la salud humana y su calidad de vida como el funcionamiento natural de los ecosistemas.

Es decir, la contaminación ambiental abarca un amplio espectro, que involucra al aire (ya sea con productos y/o sonora), al agua y al suelo. Las fuentes principales de donde

proviene los agentes contaminantes antropogénicos son las fuentes móviles y las fijas. Las primeras la conforman los vehículos de motor que funcionan con distintos tipos de combustibles derivados del petróleo y las segundas son las industrias, con sus diferentes producciones, incluyendo las plantas productoras de energía.

En cuanto a la contaminación del aire o atmosférica, especialmente en las ciudades, la principal causa proviene de la emisiones de los vehículos por la combustión de los combustibles fósiles y las centrales térmicas que queman combustible para uso industrial y doméstico. Las industrias también como fuentes fijas aportan su cuota a los niveles de contaminación de la atmósfera urbana.

Es tan importante el tema de la conservación ambiental que desde hace más de 20 años la preocupación ya ha tomado connotaciones mundiales. En estos últimos tiempos se está convirtiendo en uno de los objetivos fundamentales de la humanidad. La prueba está en los foros mundiales que se realizaron en Río de Janeiro en 1992, en Tokio en 1997 y en Porto Alegre en 2003. Esto es así porque la naturaleza no es un bien inagotable, gratuito y eterno, sino que se degrada por la acción misma del quehacer humano. Es muy frágil y puede extinguirse haciendo desaparecer a la vida misma.

Teóricamente, en una combustión perfecta, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire y el resultado es la producción de calor, luz, dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O). Pero las impurezas del combustible agregado a una imperfecta relación de la mezcla del aire y el combustible y/o con temperaturas de combustión demasiado altas o bajas, causan la formación de agentes contaminantes del aire tales como el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado en suspensión (MPS), hidrocarburos no quemados (HC), plomo y otros tales como los aromáticos (benceno, tolueno y xileno) de los cuales aún no se tienen medidas de las emisiones y son contaminantes peligrosos para la salud.

Existen estadísticas de distintas partes del mundo que señalan los porcentajes de contaminación donde se pone de manifiesto cuál es la participación de las distintas actividades humanas en las emisiones al aire de productos tóxicos.

En general en las ciudades, el principal responsable de la pérdida de calidad del aire lo constituyen las fuentes móviles, con una cifra que oscila entre el 75% y 80% del total de la contaminación. Conviene destacar que estas fuentes móviles contribuyen con más del 70% del monóxido de carbono (CO), con más del 50% de los hidrocarburos (HC) y con alrededor del 45% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) del total que emite al aire cada una de las fuentes contaminantes.

Ahora bien, la población en el mundo supera los 6.300 millones de personas (6.200 en 2001) y los problemas ambientales se agudizan con el rápido crecimiento de la misma. Con una tasa actual de 14 nacimientos por año por cada cien mil habitantes, la población del mundo llegaría a mediados de este siglo 21 a los 10.000 millones de habitantes. De estas personas, las dos terceras partes constituirían población urbana. Esto señala una voz de alerta para tratar de que realmente se pongan en práctica las políticas de reducción paulatina de la contaminación tanto del aire como del suelo y el agua. Para esto deberán tenerse en cuenta y cumplirse estrictamente las normas establecidas para llevar a niveles aceptables las emisiones tóxicas con el fin de reducir y/o eliminar los efectos nocivos sobre la salud de la población y los bienes físicos tales como el patrimonio cultural y biológico (animales y plantas).

Se han establecido estándares de calidad ambiental del aire, los cuales determinan los niveles máximos permisibles de concentración de contaminantes en un cuerpo receptor. Es decir, cuánto material tóxico puede tolerar el organismo sin causar daño en la salud. Son

estos los estándares referidos a los contaminantes primarios. Los estándares secundarios están orientados hacia la solución de otros aspectos del bienestar humano y del ambiente, por ejemplo, la visibilidad, malos olores, disminución de la producción agrícola, corrosión de materiales y deterioro del patrimonio cultural.

En cuanto a las fuentes de los contaminantes del aire se pueden clasificar en tres grandes grupos. Según un estudio de la OMS son los que provienen de las actividades humanas, es decir, los antropogénicos y afectan tanto a los países desarrollados como en vías de desarrollo provocando serios problemas en la salud y en el ambiente. También producen daños en los recursos que se necesitan en el largo plazo para un desarrollo sustentable del planeta.

Los grandes grupos son:

Fuentes fijas o estacionarias:

Estas fuentes se pueden dividir en:

- Fuentes del área rural tales como la producción agrícola, minera y de canteras.
- Fuentes industriales ubicadas tanto en un determinado punto o en un área determinada (parques industriales). Involucra a las manufacturas químicas, productos minerales no metálicos, industrias de metales básicos y generación de energía entre los principales.
- Fuentes provenientes de la población, tales como: calefacción de los hogares y edificios, residuos domiciliarios, incineradores, chimeneas, servicios de lavandería, etc.

Fuentes móviles:

Comprende toda forma de combustión de los vehículos motorizados (autos, camiones, ómnibus, motocicletas, aviones, etc.) y también el polvo que produce el tránsito de dichos vehículos.

Fuentes de origen interior:

Incluyen el humo del tabaco, fuentes biológicas (polen, micro-organismos, mohos, insectos, agentes alergénicos domésticos), emisiones de la combustión, emisiones de los componentes orgánicos volátiles, del plomo, radon, amianto, sintéticos químicos variados y otros.

En cuanto a los contaminantes del aire se pueden clasificar en tres grupos:

- **Material particulado en suspensión (MPS)**

Este material particulado incluye el total de las partículas suspendidas (MPT) que comprende a las denominadas PM_{10} . Se trata de material particulado con un diámetro medio inferior a diez micrones ($10\mu m$), a las partículas $PM_{2.5}$, es el material particulado con diámetro inferior a 2.5 micrones ($2,5\mu m$), son las partículas finas que permanecen por mucho tiempo en suspensión. Las gruesas pueden asentarse y son menos peligrosas que el material particulado fino y ultrafino (de tamaño menor que un micrón). Es decir, dentro de este material particulado $PM_{2.5}$ están, además, las partículas ultrafinas, las cuales también son muy nocivas para la salud. Provocan opacidad en el ambiente y junto con las finas permanecen por largo tiempo suspendidas en el aire. En cambio, las partículas grandes sedimentan más rápido, por lo cual son algo menos perjudiciales.

- **Contaminantes gaseosos**

Comprende una larga lista de gases tóxicos. Los principales y más abundantes en el aire son los siguientes: dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso (SO_2), también el trióxido de azufre (SO_3) al oxidarse el SO_2 por acción térmica y disuelto en agua (humedad del aire) produce el ácido sulfúrico que cae en forma de lluvia ácida, el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) que incluyen al óxido de Nitrógeno (NO), al dióxido de nitrógeno (NO_2) y otros óxidos de nitrógeno, el ozono superficial (O_3), hidrocarburos totales (HCT), los componentes orgánicos volátiles (VOC) dentro de los cuales están el benceno, tolueno y xileno (gases aromáticos) que son cancerígenos y también forman parte de los HCT y por último el plomo (Pb).

- **Olores**

Son aquellos causados por agentes químicos específicos tales como: el ácido sulfídrico (H_2S), el disulfuro de carbono (CS_2) y otros que son difíciles de definir químicamente.

Por lo que puede apreciarse, existe en el aire una gran variedad de gases contaminantes de origen primario y secundario, algunos de los cuales aún no están identificados. Aquellos más comunes que han sido detectados y se los responsabiliza de determinadas enfermedades son los considerados “clásicos”. Estos son los principales contaminantes a los cuales se hace referencia: Monóxido de carbono (CO), hidrocarburos totales (HC), dióxido de azufre, (SO_2), Ozono a nivel de superficie (O_3), óxidos de nitrógeno (NO, NO_2 y NO_x), material particulado en suspensión (MPS) y el plomo (Pb). Los países desarrollados monitorean una importante variedad de contaminantes y tienen acumuladas bases de datos. También en los países en desarrollo estos contaminantes del aire son los que más se monitorean, aunque los datos son menos abundantes y precisos debido a los sistemas de captación empleados.

III. 2. Naturaleza, fuente y efectos de los principales contaminantes de la atmósfera sobre la salud.

Es importante señalar cuáles son los principales daños que la polución existente en el aire puede producir en la salud de la población e identificar las fuentes y los efectos de cada uno de los principales contaminantes. A continuación se hace este análisis para cada uno de los contaminantes “clásicos” más comúnmente estudiados.

- **Material particulado en suspensión (MPS)**

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Se le llama de este modo a un conjunto de partículas sólidas mezcladas con gotitas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas son grandes y oscuras, lo suficiente como para formar hollín. Otras son tan pequeñas que pueden ser detectadas solamente con un microscopio electrónico. Estas partículas que tienen un amplio rango de tamaños (PM_{10} , las más gruesas y $\text{PM}_{2.5}$ las finas que también se observan del tamaño de un micrón), se originan en las fuentes móviles y en las estacionarias o fijas y también las producen fuentes naturales. Las finas resultan de la combustión de los vehículos motorizados, usinas térmicas, industrias y de fuente residencial (estufas de leña, chimeneas, etc.). Las partículas gruesas (PM_{10}) son emitidas generalmente por vehículos que transitan por rutas de tierra, manipulación de materiales en operaciones de molienda y triturado y también por el polvo que disemina el viento. Parte de estas partículas provienen de emisiones primarias, es decir, directamente de sus fuentes, tales como las chimeneas y los vehículos. También contribuyen a formar partículas finas otros gases como el óxido y el dióxido de azufre (SO y SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los componentes orgánicos volátiles (VOC). Estos interactúan entre sí y

suman sus efectos contribuyendo a formar partículas finas cuya composición química y física depende de la localización, del estado del tiempo, de la estación del año, de las características del viento, velocidad y dirección, etc. Son las llamadas emisiones secundarias.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

A través de la inhalación de los dos tipos de partículas, gruesas (PM_{10}) y finas ($PM_{2.5}$) se acumulan en el sistema respiratorio y produce efectos nocivos sobre la salud. La exposición a las partículas gruesas provoca un agravamiento de las vías respiratorias especialmente a los que tienen asma. Las partículas finas también están asociadas a este tipo de problemas. Se traduce en incrementos en las admisiones hospitalarias y en las visitas de emergencia a los consultorios, en enfermedades de corazón y de pulmón, malestares crecientes en los síntomas respiratorios, deterioro y cambios en la función pulmonar que pueden provocar la aparición de muerte prematura. Los grupos de personas con mayor riesgo de padecer tales efectos son los ancianos, los niños y aquellos individuos con problemas cardiopulmonares tales como el asma.

En cuanto a los daños en el ambiente, las partículas suspendidas (PM) son la principal causa de la reducción de la visibilidad, es decir, provoca opacidad en el aire y daños en los edificios (deterioro de la pintura y otros materiales).

Un estudio realizado por Otro y otros en 1996, ha corroborado la existencia de una fuerte relación entre los niveles de concentración de estas partículas y la salud de las personas. Además de los señalados más arriba, se mencionan las enfermedades como la bronquitis crónica, días con dificultades respiratorias, pérdida de días de trabajo y días de actividad restringida.

Otro aspecto que se destaca en la literatura reciente es que la mayoría de los efectos nocivos provocados en la salud surgen de las partículas finas y ultrafinas ($PM_{2.5}$ y PM_1) que provienen de fuentes primarias y procesos secundarios por suma e interacción con otros gases contaminantes como se dijo más arriba. Estas partículas finas permanecen por mucho tiempo flotando en el aire y al aspirarse, endurecen las celias (velocidad que sirve de filtro en las vías respiratorias) por lo que pasan directamente, intensificando el daño. Además, a ellas se le adhieren otros gases contaminantes, que son aspirados y acentúan los problemas provocados en las vías respiratorias. De estos últimos aún no existen medidas que cuantifiquen los efectos.

- **Monóxido de carbono (CO)**

1. Naturaleza y fuentes del contaminante

El monóxido de carbono es inodoro y incoloro y en altas concentraciones es un gas venenoso. Se origina cuando el carbón que está en el combustible, no se quema completamente. Es un componente de los escapes de los vehículos motorizados. Contribuye con alrededor del sesenta por ciento de todas las emisiones de CO. Las mayores concentraciones de este gas se producen en áreas de fuerte congestión de tránsito, especialmente en las ciudades con un porcentaje más alto aún. Otras fuentes las constituyen las emisiones de los procesos industriales o fuentes fijas de contaminación. En cuanto a la naturaleza, los incendios forestales son fuente natural de contaminación de este gas. Los problemas se agudizan cuando se forman los picos de concentración. Estos ocurren típicamente en los meses fríos del año porque las emisiones de los vehículos son mayores y en los momentos en que se generan las condiciones de inversión, donde el aire

contaminado es atrapado cerca de la superficie del suelo, debajo de una capa de aire caliente. Este fenómeno es más frecuente que se produzca en la noche.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

El monóxido de carbono entra en la corriente sanguínea a través de los pulmones y reduce el oxígeno liberado por los órganos y tejidos del cuerpo. Tiene una alta capacidad de reacción con la hemoglobina, y afecta el transporte de oxígeno al corazón, músculos y cerebro. Con bajos niveles de concentración, quienes están susceptibles de sufrir afecciones son las personas que sufren de enfermedades coronarias. En altas concentraciones y con altos niveles de exposición el CO afecta también la salud de gente sana. Además, genera mayores admisiones hospitalarias, efectos negativos en la conducta, en el desarrollo mental y en las circunstancias perinatales. También produce otros efectos nocivos cardiovasculares.

- **Dióxido de azufre (SO_2)**

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Este gas pertenece a la familia de los óxidos de azufre y se forma cuando se quema el combustible que contiene azufre (especialmente los fósiles como el carbón y petróleo o sus derivados). También surge por la fundición de metales que contengan azufre y por diferentes procesos industriales. Los monitoreos se realizan en las áreas urbanas porque las más altas concentraciones de este contaminante se encuentran en las cercanías de los parques industriales. Es válida su consideración porque es un importante precursor de las partículas en suspensión de origen secundario y también de las partículas finas $\text{PM}_{2.5}$. Sus efectos se potencian en presencia de las PM_{10} . En el interior del hogar la principal fuente la constituye el fuego que se produce en las casas.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

Provoca dificultades en la respiración de los niños y los adultos que padecen de asma cuando realizan actividades al aire libre. Las exposiciones por corto tiempo a elevadas concentraciones de SO_2 , sobre todo en los individuos asmáticos, pueden producir reducción de la función pulmonar, acompañada de dificultades en la respiración, opresión al pecho, irritación de las vías respiratorias, bronquitis obstructiva, etc. También se ha observado incremento en las admisiones hospitalarias. Los principales afectados por la acción de este contaminante son los que padecen de enfermedades cardiovasculares, enfermedades crónicas en los pulmones, además de afectar a los niños y ancianos.

En cuanto a los daños en el ambiente, tanto el SO_2 como los óxidos de nitrógeno son los precursores de la lluvia ácida que provocan la acidificación de los suelos, lagos y corrientes de agua. Aceleran los procesos de corrosión de edificios y monumentos. El SO_2 reduce también la visibilidad porque es precursor de las partículas $\text{PM}_{2.5}$.

- **Dióxido de nitrógeno (NO_2)**

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Forma parte del grupo de los óxidos de nitrógeno (NO_x) que involucra la suma del óxido y el dióxido de nitrógeno. Es de color rojizo y altamente reactivo. Se forma en el ambiente por la oxidación del óxido de nitrógeno (NO). Tiene una participación muy importante en la formación del ozono (O_3). La principal fuente de formación de los óxidos de nitrógeno son los procesos de combustión a altas temperaturas. Tales como las que se producen en los

vehículos y en las plantas de energía. La calefacción y las estufas de gas de uso residencial también contribuyen sustancialmente a la formación de los NO_x .

2 Efectos sobre la salud y el ambiente

La aspiración del dióxido de nitrógeno (NO_2) genera efectos nocivos sobre la salud, pues su toxicidad se debe principalmente a que tiene propiedades oxidativas. Se le atribuyen los siguientes efectos negativos: aumenta el metabolismo antioxidante. Produce daño celular en el pulmón, causa irritación y pérdida de mucosas. No obstante estas consecuencias que se han detectado, existe aún poca certeza acerca de las evidencias epidemiológicas de los efectos del NO_2 .

En cuanto al ambiente, los óxidos de nitrógeno son precursores del material particulado en suspensión de carácter secundario mediante reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Contribuyen a acentuar la contaminación con un amplio rango de efectos sobre el ambiente. Cambios potenciales en la composición y competencia de algunas especies de vegetación en sistemas pantanosos y de tierra, empeoramiento de la visibilidad, acidificación de las aguas dulces, invasión de algas por agotamiento del oxígeno del agua.

• Ozono a nivel de superficie (O_3)

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Es uno de los más fuertes agentes oxidantes del ambiente. Es un agente secundario pues se forma por la acción de calor y la luz del sol en forma indirecta por la reacción de los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV) que se encuentran en la atmósfera. También se forma por la acción de la luz en las moléculas de ozono en la estratósfera. Es el principal constituyente del humo y es un problema generalizado en grandes áreas. Se forma fácilmente en la atmósfera y especialmente en época de verano.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

Repetidas exposiciones al ozono, puede provocar en la gente susceptibilidad a contraer infecciones respiratorias, inflamación de los pulmones y agravar las enfermedades respiratorias previas como el asma, disminución significativa en la función pulmonar, dolor de pecho y tos. Exposiciones por largo tiempo a niveles moderados de ozono pueden provocar cambios irreversibles en los pulmones que podrían conducir a un envejecimiento prematuro de los mismos y/o a enfermedades respiratorias crónicas.

En cuanto a los efectos sobre el ambiente, el ozono afecta a la vegetación y a los ecosistemas reduciendo los niveles de producción agrícola y forestal. Reduce el crecimiento y la supervivencia de las plantas y las hace susceptibles de contraer enfermedades por la acción de diferentes plagas. Daña el follaje de los árboles y otras plantas pueden reducir su valor estético y ornamental, perjudicando la belleza natural de los parques y áreas de recreación.

• Plomo (Pb)

1. Naturaleza y fuente del contaminante

En el pasado la principal fuente de contaminación del aire con plomo provenía de la combustión de las naftas, pues se le adicionaba plomo como antidetonante. Hoy las naftas ya no contienen plomo. Por lo tanto, el sector transporte ha eliminado su contribución a la contaminación del aire con plomo. Hoy el principal responsable de las emisiones de plomo

es el procesamiento de los metales. Las más altas concentraciones de plomo se encuentran hoy en las cercanías de las fundiciones de materiales ferrosos y no ferrosos y en las manufacturas de pilas.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

El plomo se inhala por el aire y se acumula en la sangre, los huesos y los tejidos blandos. Puede dañar los riñones, el hígado, el sistema nervioso y otros órganos. Excesiva exposición al plomo puede causar problemas neurológicos, tales como convulsiones, retardo mental, trastornos de conducta. Aún en bajas dosis, la exposición al plomo está asociada con daños en el sistema nervioso de los fetos y niños chicos, provocando déficit de aprendizaje y bajo coeficiente intelectual. Estudios recientes también muestran que el plomo puede afectar la presión sanguínea y enfermedades del corazón.

En cuanto al ambiente, el plomo se deposita en las hojas de las plantas y se convierte en un peligro y riesgo para el pastoreo de los animales. Desde el punto de vista del transporte, los combustibles no tienen plomo, de modo que no es fuente móvil de contaminación.

IV. Estándares aceptados en los niveles de los contaminantes y legislación existente sobre contaminación del aire

Existen dos tipos de estándares para medir y considerar los niveles aceptables de contaminantes en el aire. También existen dos tipos de medidas que son equivalentes. Están las partículas por millón (ppm) y los miligramos por metro cúbico (mg/m^3).

Los niveles máximos aceptables varían en cada país según el clima y las condiciones del tiempo, temperatura, vientos, velocidad y dirección, topografía y demás condiciones geográficas, etc.

A continuación se presentan los estándares permitidos en EE.UU. por la EPA (Environmental Protection Agency), la Agencia de Protección Ambiental. También los ha establecido la Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud.

Contaminante	Valor estándar		Tipo de Contaminante
Monóxido de Carbono (CO)			
8 horas Promedio	9ppm	10mg/m ³	Primario
1 hora promedio	35ppm	40 mg/m ³	Primario
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)			
Media aritmética anual	0.053 ppm	100mg/m ³	Primario y secundario
Ozono (O ₃)			
1 hora promedio	0.12 ppm	235 mg/m ³	Primario y secundario
8 horas promedio	0.08 ppm	157mg/m ³	Primario y secundario
Material Particulado en Suspensión (MPS) PM ₁₀			
Media aritmética anual	50mgm ³		Primario y secundario
24 horas promedio	150mg/m ³		Primario y secundario

Material Particulado en Suspensión

PM_{2.5}

Media aritmética anual	15mg/m ³	Primario y secundario
24 horas promedio	65mg/m ³	Primario y secundario

Dióxido de Azufre (SO₂)

Media aritmética anual	0.03ppm	80mg/m ³	Primario
24 horas promedio	0.14ppm	365mg/m ³	Primario
3 horas promedio	0.50ppm	1300mg/m ³	Secundario

Referencias: ppm significa partes por millón de partículas.

mg/m³ significa miligramos por metro cúbico de aire y es el equivalente de la medida de partes por millón de partículas.

Las horas se refieren al tiempo de exposición en el aire contaminado.

La Comunidad Europea, a través del Consejo de la Unión Europea, tiene establecidos los valores límites de exposición a los gases contaminantes de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas en suspensión (MPS), y plomo (Pb), según la Directiva 1999/30/CE del 22 de abril de 1999. También determina los umbrales de alerta de cada uno de los contaminantes, teniendo en cuenta su normalización a determinada temperatura y presión atmosférica.

En la Argentina, al nivel nacional, existe una normativa sobre los límites permitidos de contaminantes en el aire. Se trata de la Resolución 1237/02, dictada por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social, que fija en su Anexo 1 los límites máximos para cada uno de los siguientes contaminantes. Están expresados en gramos por kilovatio hora (kwh):

Contaminante	Valor Límite (gr/kwh)
Monóxido de carbono (CO ₂)	4,0
Hidrocarburos totales (HCT)	2,2
Hidrocarburos No Metánicos (HCNM)	1,1
Oxidos de nitrógeno (Nox)	7,0

En la Provincia de Mendoza está legislado este tema, basado en las normas internacionales, a través de la ley 5100 y su decreto reglamentario 2404/1989, en el Anexo III, como sigue:

Contaminante	Nivel de alerta mg/m ³	Período de Muestreo	Observaciones
Partículas en suspensión (MPS)	100 200	30 días 24 horas	Media geométrica Máx. 1 vez al año
Partículas sedimentables (PM ₁₀)	1.000	30 días	Máximo

Monóxido de carbono (CO)	10 40	9 ppm 35 ppm	8 horas 1 hora	Máximo Máx. 1 vez al año
Hidrocarburos no metánicos (HCNM)	0,19		3 horas	Máximo
Hidrocarburos Totales (HCT)	0,160		3 horas	Máx. 1 vez al año
Plomo (Pb)	10		30 días	Máximo
Ozono (O ₃)	125		1 hora	Máx. 1 vez al año
Dióxido de azufre (SO ₂)	80 260	0,03 ppm	8 horas 1 hora	Máximo Máx. 1 vez al año
Oxidos de Nitrógeno (NOx)	100 200	0,053 ppm 0,106 ppm	1 año 24 horas	Media aritmética Máx. 1 vez al año

Fuente: Bullaude, Andrés, "Información General. Contaminación del aire", Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza, pág 12.

V. Información sobre Mendoza. Análisis preliminar de los datos.

En la Provincia de Mendoza existe preocupación por el tema de contaminación del aire, tanto al nivel de Gobierno, como de entidades privadas y organizaciones no gubernamentales. Existen programas para controlar las emisiones e inmisiones de gases nocivos para la salud humana, para las plantas, edificios y todo lo relacionado con la conservación del patrimonio cultural.

La Dirección de Saneamiento y Control Ambiental se ocupa de medir las inmisiones de gases contaminantes en la atmósfera y la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza controla las emisiones de gases de los escapes de los vehículos automotores del transporte público y privado.

Es decir, el Gobierno de la Provincia determina un índice de calidad ambiental (ICA) a través de cuatro estaciones fijas en la zona de mayor riesgo para la salud y exposición de contaminantes del microcentro de la ciudad de Mendoza. La Provincia controla las inmisiones (concentraciones en el aire). En cambio la Municipalidad de la ciudad de Mendoza controla las emisiones de los escapes de las fuentes móviles y también determina porcentajes de vehículos que cumplen o no con las especificaciones de la norma establecidas en la Ordenanza 3396/99, la cual se refiere al "Procedimiento de evaluación de impacto ambiental".

V. 1. Índices de contaminación y métodos de cálculo

En cuanto al índice ICA, elaborado por la Dirección de Saneamiento Ambiental, se trata de valores promedios de las 24 horas del día. En general no sobrepasan los límites tolerables. Sus resultados varían entre los valores de 0 y 500, con la escala siguiente:

0 – 100	Muy bueno
100 – 200	Bueno
200 – 300	Regular

300 -- 400	Malo
400 -- 500	Crítico

Se controlan los niveles de concentración existentes en el aire de tres contaminantes: el dióxido de azufre(SO₂), el óxido de nitrógeno (NO) y el material particulado en suspensión (MPS).

Si se observan los cuadros del anexo estadístico, para los años 1999 a 2002, los valores más altos surgen de una misma estación y en los meses de invierno, donde se acumulan más partículas en suspensión. En estos casos hay que interpretar con cuidado estos índices porque pueden ser engañosos al ser simples promedios. Las horas pico de las actividades educativas, comerciales y del gobierno, con mayor contaminación, no quedan reflejadas en el promedio y son causales de alta exposición a los gases contaminantes y partículas en suspensión. A veces, son agravadas por las condiciones meteorológicas, falta de vientos y dirección de los mismos, presión atmosférica, etc., que impiden el barrido de la polución de la zona crítica. Para calcular el índice promedio ICA se utiliza una ecuación empírica cuya fórmula general es la siguiente:

$$ICA = 0.72 (MPS / [MPS]_s + SO_2 / [SO_2]_s + NOx / [NOx]_s + Pb / [Pb]_s + CO / [CO]_s)^{3.5}$$

El subíndice s puesto en el denominador de cada contaminante indica que se trata del valor estándar y el exponente 3.5 es empírico.

La aplicación de la fórmula utilizando los datos obtenidos de las cuatro estaciones fijas en el microcentro de la ciudad de Mendoza queda reducida como sigue:

$$ICA = 0.72 (MPS / 100 + SO_2 / 0.03 + NOx / 0.053 + 2)^{3.5}$$

Los dos últimos términos de la fórmula general se reemplazan por el número 2 porque es la suma de las concentraciones de plomo y monóxido de carbono cuyo valor es 1 para cada uno, lo cual supone que los valores reales coinciden con el estándar. En el anexo estadístico se puede apreciar la serie desde 1999 a 2002 del índice de calidad ambiental y de las concentraciones promedio mensuales de los tres contaminantes medidos.

En cuanto a la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, lleva registros de las emisiones de gases y procesa los datos con la clasificación que se presenta más abajo.

Se trata de los niveles de contaminación medidos por las emisiones de los escapes del transporte público y privado. Los datos siguientes corresponden al año 2003 completo. A través de los dispositivos de control, separan a los vehículos en dos categorías: los que están fuera de las especificaciones permitidas (f/e) y los que están dentro de dichas especificaciones (d/e). Los valores son los siguientes en porcentajes de ruidos, gases, gases y ruidos en las dos clasificaciones:

Año 2003 (en %)		%
Transporte público de Pasajeros	Ruidos f/e	19,0
	Gases f/e	35,2
	Gases y ruidos f/e	14,8
	Dentro de las especificaciones d/e	31,0
Vehículos nafteros	Ruidos f/e	23,2
	Gases f/e	22,5
	Gases y ruidos f/e	14,3

	Dentro de las especificaciones	d/e	40,0
	Ruidos f/e		15,3
	Gases f/e		29,4
Vehículos gasoleros	Gases y ruidos f/e		14,9
	Dentro de las especificaciones	d/e	40,4
	Ruidos f/e		20,4
	Gases		19,3
Vehículos de GNC	Gases y ruidos		29,8
	Dentro de especificaciones	d/e	30,5

f/e: fuera de especificación

d/e: dentro de especificación

Para controlar las emisiones de gases de los escapes, la Municipalidad utiliza la Escala Bacharach Ru BmeBgerat. Es de origen alemán y mide los niveles de tolerancia en opacidad (hollín), en monóxido de carbono (CO) y en ruidos.

La opacidad se controla en los vehículos gasoleros. El nivel 4 es el de tolerancia máxima en una escala del 1 al 9.

Controlan el monóxido de carbono (CO) en vehículos nafteros y de GNC. El nivel 1 es el máximo en la escala del 1 al 7 en los de GNC. En los nafteros el límite máximo es 4.5 en la misma escala.

Los ruidos se controlan en los tres tipos de vehículos.

Se puede observar que los porcentajes mayores corresponden a los vehículos que están fuera de especificación. Es decir, alrededor del 60 % no cumple con los límites admitidos de emisiones contaminantes en vehículos nafteros y gasoleros del transporte privado. Alrededor del 75% de los micros gasoleros contaminan con gases, ruidos y partículas en suspensión y lo mismo ocurre con los vehículos nafteros, gasoleros y de GNC privados. Aunque en el caso de los vehículos de GNC el mayor porcentaje corresponde a gases (especialmente monóxido de carbono y ruidos pues no contaminan con hollín (PMS).

Es necesario destacar que a partir de la información existente, las fuentes móviles, es decir, los vehículos del transporte público y privado representan alrededor del 70% de la contaminación atmosférica en la zona del Gran Mendoza. Las fuentes fijas representan el 30% de la contaminación. Esto es un dato importante porque da las pautas sobre los alcances que puede tener la reducción de la contaminación del aire a través de las acciones que se lleven a cabo tanto desde el ámbito privado como del público sobre el transporte automotor de pasajeros en el área del Gran Mendoza.

Con los datos e información de trabajos realizados en otros lugares con similares condiciones meteorológicas, geográficas, de clima y topográficas, se ha tratado de estimar el impacto ambiental sobre la contaminación del aire en Mendoza y luego estimar en cuánto se podrían reducir los niveles según se adopten distintas políticas sobre el transporte público partiendo del escenario actual en el que se está prestando el servicio.

Para poder realizar las estimaciones se han utilizado los datos existentes en trabajos de otros países, en especial Chile en la ciudad de Santiago, pues las condiciones son similares a las existentes en Mendoza. Tales datos han permitido aplicarlos a la escasa información disponible para Mendoza a fin de estimar los niveles de contaminación en la zona de mayor concentración urbana.

Se ha tomado la información utilizada por la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile para realizar el trabajo "Evaluación económica de la norma de emisión de monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (MPS) para buses con motores diesel y vehículos pesados en la Región Metropolitana". De acuerdo con estudios de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), se usaron los factores de emisión de gases y partículas emitidos por los distintos tipos de micros expresados en gramos por kilómetro (gr/km) y los valores en pesos por gramos de los contaminantes para evaluar los perjuicios sobre la salud y sobre los materiales. Sobre la base de un cambio de seiscientos pesos chilenos por dólar y de tres pesos argentinos por dólar, se hizo la conversión a pesos argentinos por gramo de contaminación. Esta se muestra en el cuadro 3.

En primer lugar, en el cuadro 1 se detallan las emisiones de gases contaminantes de los siguientes motores: Euro y/o EPA según las normas establecidas por la Comunidad Europea y por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA). A medida que se adelantan los modelos, las exigencias son mayores pues los límites máximos permitidos de emisión se van reduciendo. Es decir, los motores más nuevos deben cumplir con emisiones cada vez menores de gases contaminantes. Por este motivo las fábricas de automotores han ido realizando mejoras tecnológicas en los motores gasoleros que permiten cumplir con tales exigencias siempre que sean acompañadas por el adecuado mantenimiento mientras dure su vida útil. Estos vehículos experimentan un deterioro anual por desgaste con lo cual aumentan un cierto porcentaje por año en algunas de las emisiones, tales como monóxido de carbono y partículas en suspensión.

Cuadro 1

Emisión de gases por tipo de ómnibus en gr/Km

Porcentaje de reducción de contaminantes respecto de las normas Euro 1

Año 2002 y 2003

Gases	Normas Euro I		Normas Euro II		Normas Euro III		GNC	
	EPA 91		EPA 94		EPA 98		GNC	
	gr/km		gr/km	Reduc. %	gr/km	Reduc. %	gr/km	Reduc. %
CO	3,17		2,54	-20	1,77	-44	3,65	15
HCNM	1,50*		1,40	-7	0,98	-35	0,66	-56
NOx	13,21		9,43	-29	6,6	-50	3,90	-70
SO ₂	0,12		0,12	0	0,12	0	0	-100
PM ₁₀	0,55		0,34	-38	0,24	-56	0,02	-96
CO ₂	1.618*		1.618	0	1.618*	0	1.524	-6
PRS	7,69		7,69	0	7,69	0	7,69	0

Fuente: Chile, CONAMA, "Evaluación económica de norma de emisión de monóxido de carbono (CO),

Hidrocarburos totales (HCT), Oxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado para buses (Julio 2001)

(*) Las cifras marcadas con asteriscos son estimadas.

Las emisiones de gases contaminantes del aire se van reduciendo a medida que se renuevan los ómnibus gasoleros al pasar del motor Euro I a Euro II y a Euro III. En cuanto a los vehículos de GNC, se presenta esta otra alternativa de reducción de contaminación.

La situación en la CE y en EEUU es tal que los vehículos Euro I y II ya no están en condiciones de circular porque sobrepasan las normas de máximo nivel de emisión de contaminantes permitido.

Es importante observar el Cuadro 1 porque da la pauta de los niveles de descontaminación del aire que se puede conseguir con la renovación del parque automotor de pasajeros según cuál tipo de vehículo se adopte.

La diferencia entre el Euro II y el Euro I es la menos significativa. Se disminuye un 20% el monóxido de carbono (CO), un 29% los óxidos de nitrógeno (NOx), un 38% de hollín (PMS) y sólo un 7% de hidrocarburos no metánicos (HCNM).

La emisión de gases contaminantes de los motores gasoleros Euro III se reduce significativamente con respecto al Euro I en monóxido de carbono (CO), en óxidos de nitrógeno (NOx), en HCNM y en partículas en suspensión (PM₁₀).

En cuanto a los motores de GNC, se nota una eliminación total del dióxido de azufre y prácticamente todas las partículas en suspensión (hollín), aunque se produce un aumento del 15% en las emisiones de monóxido de carbono (CO).

En cuanto a la situación del parque de micros que circulan actualmente en Mendoza, el promedio de edad es de nueve años. Prácticamente el parque automotor del servicio de transporte de pasajeros está obsoleto y debería renovarse casi íntegramente. Existen muy pocos vehículos de modelos nuevos o recientes.

Con esta información y con la que muestra el cuadro 1 se puede determinar los niveles de contaminación actual y en cuánto se puede reducir si el parque se renovara con las alternativas planteadas.

El cuadro 2 muestra las emisiones anuales de gases contaminantes en toneladas según el tipo de micro. El motor gasolero Euro III y el de GNC son los que más reducen lo niveles de emisiones.

Cuadro 2

Emisiones de gases contaminantes por el transporte urbano en el Gran Mendoza por tipo de micros según normas Euro de emisiones (1)
Año 2003 (Tm por año)

Tipo de micro	Total sin CO ₂	CO	HC	NOx	SO ₂	PM ₁₀	PRS	CO ₂
Euro I (91)	1574,4	190,2	90,0	792,6	7,2	33,0	461,4	97.080
Euro II (94)	1291,2	152,4	84,0	565,8	7,2	20,4	461,4	97.080
Euro III (98)	1044,0	106,2	58,8	396,0	7,2	14,4	461,4	97.080
GNC	955,2	219,0	39,6	234,0	0,0	1,2	461,4	97.080

Fuente: CONAMA, op. cit., AUTAM y Cuadro 1

(1) Cálculos realizados según las normas Euro correspondientes y datos sobre kilometraje recorrido y micros en servicio. El sistema utiliza actualmente 800 micros y durante el año 2003 el transporte urbano del Gran Mendoza recorrió alrededor de 60 millones de kilómetros.

Como se puede apreciar, los motores de GNC eliminan totalmente las emisiones de dióxido de azufre, un gas que contribuye al calentamiento global y es irritante de las vías respiratorias según se explicó más arriba. También reduce casi a cero las partículas en suspensión (hollín). Pero aumenta las emisiones de monóxido de carbono (CO). Sin embargo, en el total de toneladas anuales emitidas de gases contaminantes, el motor GNC y el Euro III son los menos contaminantes dadas las tecnologías existentes en este momento.

También es conveniente comentar lo referente a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Se trata del gas que emite toda combustión pura. No daña la salud, pero es uno de los

causantes más importante del calentamiento global de la atmósfera y del cambio climático junto con los provenientes del azufre y de los óxidos de nitrógeno. No se tiene en cuenta para evaluar los daños en la salud y en materiales.

La contaminación ambiental seguirá existiendo mientras se utilice como combustible a los hidrocarburos en cualquiera de sus formas, como líquido o en forma de gas. Lo único que se puede hacer es reducir las emisiones a menores niveles de los actuales, dependiendo de los adelantos tecnológicos en la construcción de motores y del estricto mantenimiento de los mismos mientras están en uso y van envejeciendo. Los organismos de control sobre la contaminación son los encargados de hacer cumplir las normas de emisión establecidas como límite para ayudar a disminuir el daño ambiental en el aire. Para eliminar el problema en realidad se requiere un reemplazo de los hidrocarburos por otros combustibles alternativos tales como el hidrógeno combinado con oxígeno en una celda de combustible similar a una batería pero que no requiere carga y la electricidad. Cuando se agoten las reservas de petróleo y gas en el mundo, quizás ya comience a ser económico utilizar las fuentes alternativas de energía y se iniciará el proceso de descontaminación del aire y la reversión del calentamiento global.

V. 2. Evaluación de los daños en la salud provocados por las emisiones de gases contaminantes y beneficios de reemplazar el parque automotor

En este punto se trata de determinar el daño en salud expresado en valor monetario, teniendo en cuenta la valuación asignada a cada gramo de contaminante en el trabajo de CONAMA para el plan de reestructuración del transporte urbano en la Región Metropolitana de Santiago de Chile. En ese trabajo no todos los contaminantes tienen asignado un precio por gr/km. Por lo tanto se han calculado los valores para los que existe el dato monetario.

El cuadro 3 muestra las cifras en miles de pesos por año del daño que causan cuatro contaminantes considerados muy nocivos para la salud. No se consideró el factor de emisión del monóxido de carbono porque no existen datos de la valuación por gramo en el trabajo de base de CONAMA.

Para elaborar las cifras se tomaron en cuenta los valores correspondientes a los gramos de contaminantes por kilómetro que figuran en el cuadro 1 y se aplicó a los sesenta millones de kilómetros recorridos por el transporte urbano en Mendoza en 2003.

Cuadro 3

Daños en salud provocados por los principales contaminantes de la combustión de ómnibus de pasajeros
Factores de emisión (miles de \$/año)

Gases contaminantes	\$/gr	Micros			
		Euro I	Euro II	Euro III	GNC
Total		20.574,3	14.935,2	11.076,0	6.418,0
NOx	0,019	15.060,0	10.750,2	7.524,0	4.446,0
SO ₂	0,026	187,2	187,2	187,2	0,0
PRS	0,004	1.845,6	1.845,6	1.845,6	1.845,6
PM ₁₀	0,1055	3.481,5	1.519,2	1.519,2	126,6

Fuente: Chile, CONAMA, op.cit., AUTAM y cuadro 1 para ver gr/km

Los costos calculados en salud se transforman en beneficios al reducirse la contaminación. En el cuadro 4 figuran las diferencias entre los daños de cada tipo de micro en relación con

las normas Euro I. Es decir, el reemplazo de los micros Euro I por Euro II genera menos beneficios que si se cambiaran por Euro III y aumenta más el beneficio con la adopción de micros GNC. Influye en estos datos la fuerte reducción de los NOx y de las partículas en suspensión (MPS).

Pero como no están considerados los valores monetarios correspondientes al monóxido de carbono, estos datos deberían ser corregidos por los daños aumentados en las emisiones de monóxido de carbono por la combustión del GNC.

Por otra parte es necesario dejar sentado que todas estas mediciones son aproximaciones porque no existen datos de emisiones de gases tales como los aromáticos (Benceno, Tolueno y Xileno) que son cancerígenos, forman parte de los HCT y surgen como resultado de la combustión a altas temperaturas, de todos los hidrocarburos (nafta, gasoil y GNC). Es decir, los resultados de estas mediciones pueden ser diferentes si se contara con datos de emisiones de los otros contaminantes aun no medidos. Lo que se puede decir es que con las mediciones actuales las dos opciones más convenientes son las de los motores Euro III y los de GNC. Pero como se desconoce lo que ocurre en la cámara de combustión a altas temperaturas, como sucede con el GNC, la renovación de vehículos por GNC puede llevar a reemplazar un contaminante por otro en este último caso.

La Organización Mundial de la salud tiene un manual detallado de todos los contaminantes, con una minuciosa descripción de cada uno y sus efectos sobre la salud, incluso los gases menos comunes. Como los daños sobre la salud varían en cada lugar o región dependiendo de varios factores como el nivel de exposición y la susceptibilidad de la población a dicha exposición, la composición de la población, las enfermedades que sufren más frecuentemente. Estos son todos factores que reflejan las diferencias de comportamiento ante los contaminantes, aparte de los factores climáticos, topográficos y geográficos que influyen en mayor o menor grado sobre los niveles de contaminación del aire de una determinada zona o región..

Cuadro 4

Beneficios de la descontaminación con diferentes tipos de micros
Medidas por diferencias en los costos respecto del Euro 1
(miles de \$/año)

Gases Contaminantes	Euro II	Euro III	GNC
Total	5.639,1	9.498,3	14.156,1
NOx	4.309,8	7.536,0	10.614,0
SO ₂	0,0	0,0	187,2
PRS	0,0	0,0	0,0
PM ₁₀	1.329,3	1.962,3	3.354,9

Fuente: Cuadros 1 y 3

V. 3 Daños en materiales provocados por las emisiones de gases contaminantes

Se ha realizado un cálculo aproximado de los daños que la contaminación por las partículas en suspensión provoca anualmente sobre los bienes materiales. El cuadro 5 señala para Mendoza una cifra cercana a los tres millones y medio de pesos por año, considerando el kilometraje anual del servicio público de transporte de alrededor de sesenta millones de kilómetros.

Cuadro 5

Daños en materiales por las emisiones de gases contaminantes

Miles de pesos por año

Gases	gr/km	\$/gr	\$/año*
PM10	0.55	0,1055	3.481.500

Fuente: CONAMA, op.cit., AUTAM y cuadro 1

Se calcula sobre la base de un recorrido anual del sistema de transporte urbano de 60 millones de kilómetros anuales en 2003

V. 4 Emisiones de gases contaminantes provenientes del transporte privado

Se han realizado algunos cálculos para determinar cuánto aporta el transporte privado a la contaminación atmosférica en el Gran Mendoza. De acuerdo con las emisiones de cada contaminante expresadas en gramos por kilómetro recorrido en el cuadro 1, se puede conocer aproximadamente, la cantidad de toneladas de contaminantes emitidas al aire por año por el transporte privado. El parque automotor de Mendoza está compuesto por más de trescientos cincuenta mil vehículos. Se calcula que circulan diariamente alrededor de doscientos mil en el área del Gran Mendoza con un recorrido medio de veinte kilómetros por vehículo durante trescientos días al año. Con estos datos se preparó el Cuadro 6.

Cuadro 6

Estimaciones sobre contaminación por emisión de gases

Del transporte privado en el Gran Mendoza

Gases contaminantes	Gr/km		Transporte privado*	
	Euro I	Euro II	Tm/año	
Total sin CO ₂	--	--	31,488	25,824
CO	3,17	2,54	3,804	3,048
HC	1,50	1,40	1,800	1,680
NOx	13,21	9,43	15,852	11,316
SO ₂	0,12	0,12	144	144
PM ₁₀	0,55	0,34	660	408
PRS	7,69	7,69	9,228	9,228
CO ₂	1618	1618	1,941,600	1,941,600

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Instituciones relacionadas con el servicio de transporte público.

(*) Se considera un promedio de circulación en la zona urbana de 200.000 vehículos

Con un recorrido diario por automotor de 20 km durante 300 días en el año

Se han tomado en cuenta las normas Euro I y II, cuyos niveles de emisión de gases producen más contaminación. Es porque se aproxima a la realidad del estado obsoleto del parque automotor privado. El promedio de antigüedad es del año 1981. Por lo tanto, es alta la contaminación generada por estos vehículos. De acuerdo con estos números, las toneladas emitidas por el parque de micros del transporte público representan alrededor de un 5 a 6% del total emitido por el transporte privado. Es decir que la renovación del parque

de micros produciría una reducción importante de emisiones de partículas porque los vehículos gasoleros del servicio están muy deteriorados por mal mantenimiento.

Por otra parte, no se ha reducido la contaminación atmosférica en relación con las partículas en suspensión medidas por el índice ICA debido a que casi todas las conversiones de los vehículos se hacen de nafta a GNC. Los vehículos gasoleros siguen circulando, tanto los micros del transporte público como los particulares y de la administración pública, en malas condiciones de combustión por lo que también provocan mayor contaminación. Existen conversiones de gasoleros a GNC pero en escasa medida en el transporte público.

V.5 La descontaminación atmosférica en el Gran Mendoza y el sistema de transporte

Los resultados presentados llevan a reflexionar sobre cuáles son los mecanismos más apropiados tanto desde el ámbito público como privado para lograr la reducción de los niveles de contaminación del aire en la ciudad de Mendoza.

- **Diseño de un plan integral del transporte urbano público y privado**

El simple reemplazo de micros viejos por nuevos sólo puede considerarse un paliativo para aliviar el problema. Esto es así porque el transporte público de pasajeros debe considerarse como una parte integrante de un sistema que debe ser integral, de modo que contemple el conjunto de las actividades humanas y mejore la calidad de vida de las personas que viven y/o desarrollan sus actividades en el conglomerado urbano del Gran Mendoza. Deben tener un servicio eficiente que satisfaga las necesidades de movilidad y fácil acceso en cada uno de los requerimientos de la vida cotidiana (actividades socioculturales, económicas, educacionales, recreativas, de salud, etc.) y que al mismo tiempo contemple la minimización de los niveles de contaminación. El sistema debe ser tal que desincentive, por diferentes mecanismos, el uso de los vehículos particulares para entrar al conglomerado urbano y utilice el transporte público. Esto requiere la coordinación de diferentes medios, de modo que exista un sistema troncal que acerque a las personas a la periferia y luego coordine el viaje con otros medios, si es posible con vehículos menos contaminantes (por ejemplo de energía eléctrica). Para esto es necesario plantear un modelo o plan integral que logre los objetivos paulatinamente en un plazo determinado pero con el desarrollo de etapas sucesivas para realizar las inversiones necesarias de infraestructura vial y de servicios, en parque móvil público y privado y otras inversiones del sector (sistema de recaudación, gestión ambiental, etc), hasta llegar a su total maduración. En realidad el sistema de transporte debe estar al servicio de las personas y no a la inversa, como ocurre actualmente en el área que se está estudiando. Mientras no se tome conciencia de la necesidad de lograr un sistema integral a largo plazo comenzando desde ahora, lo que se está haciendo es salir al paso de los problemas con soluciones parciales que no tienen como objetivo resolver el problema de fondo.

- **Determinación y aplicación de normas estrictas de niveles máximos de emisión de gases contaminantes**

Independientemente del sistema integral de transporte que exista o se implemente en una determinada área urbana, una alternativa es establecer normas estrictas de niveles máximos de tolerancia en las emisiones de gases contaminantes, de modo que cualquiera sea la elección del tipo de vehículo que se adopte para prestar el servicio público y el funcionamiento del transporte privado, deben hacerse cumplir dichas normas indefectiblemente. Pero esto requiere de un organismo de control que haga cumplir estrictamente los niveles máximos de emisión permitidos por las disposiciones legales.

- **Establecimiento de canon para circular por el área urbana**

Mientras se siga utilizando los hidrocarburos para la combustión de los motores (nafta, gasoil, GNC), la atmósfera seguirá expuesta a la contaminación en mayor o menor grado con distintos contaminantes según los vehículos que se utilicen. Todos tienen ventajas y desventajas con respecto a alguno de los distintos contaminantes mencionados. El uso del GNC asegura la eliminación de las partículas en suspensión (hollín) y los gases derivados del azufre pero aumenta la emisión de monóxido de carbono. Además, se desconocen los efectos de los otros contaminantes derivados de la combustión a altas temperaturas. De modo que, otra alternativa viable para reducir la contaminación es el establecimiento de un canon para poder circular con el vehículo por el área de mayor concentración urbana. Por ejemplo, en Londres se cobra cinco libras para entrar a la ciudad con el vehículo. El monto de ese canon debe ser tal que reduzca el interés de las personas en usar su vehículo dentro del conglomerado urbano con más densidad de población, e incentive el uso del transporte público. Pero éste debe responder con una alta calidad de servicio a las necesidades de la mayoría para que sea demandado por quienes disponen de la comodidad de un vehículo propio.

VI. Conclusiones

- El transporte público de pasajeros que presta el servicio en el área del Gran Mendoza, produce niveles de contaminación a través de las emisiones de gases y partículas que están fuera de las normas de emisión aceptadas por los países desarrollados y por los grandes conglomerados urbanos de los países en desarrollo.

- El parque automotor actual está compuesto por micros cuya antigüedad promedio está en los nueve años o más. Es decir, la mayoría debería ser reemplazada por nuevos. El parque actual se compone de 800 micros, con una circulación del 80%. El reemplazo debería hacerse adquiriendo unidades que respondan a las normas Euro III, si se quiere disminuir realmente los niveles de contaminación. También está la alternativa de utilizar unidades de GNC. Pero aún no existe un interés generalizado por utilizar este tipo de vehículos, porque la ventaja del combustible más barato se compensa en parte con los costos de inversión y explotación que superan a los de los vehículos gasoleros en un determinado porcentaje.

- Se ha logrado estimar los daños que produce la contaminación sobre la salud utilizando los coeficientes y valores que se han calculado en Chile para la Región Metropolitana. De acuerdo con estos valores los mayores beneficios se logran con una renovación de micros gasoleros de tipo Euro III o de GNC.

- Los daños en materiales provocados por las partículas en suspensión contaminantes, también requieren las mismas exigencias que para la mitigación de los daños en la salud.

- La renovación de los micros solamente es un paliativo que no resuelve el problema de fondo del transporte urbano de pasajeros público y privado en el conglomerado urbano del Gran Mendoza y tampoco reduce la contaminación del aire significativamente.

- El área urbana del gran Mendoza requiere de un plan integral de transporte que contemple todos los aspectos de la vida de la población con sus necesidades de movilidad y accesibilidad para desarrollar eficientemente sus actividades (socio- culturales, económicas, educacionales, recreativas, de salud, etc) en un ambiente descontaminado. Es decir, el sistema debe estar al servicio de la población y no al revés como sucede ahora.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTERNATIVE FUELS DATA CENTER, Departamento de Energía de EE.UU., Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable de Tecnología del Transporte, Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), "Autobuses urbanos de gas natural: Separemos el mito de la realidad" traducción de 'Natural Gas Buses: Separating Myth From Fact' en www.afdc.doe.gov (Centro – Battelle – Bechtel, NREL, octubre de 2001).
- AZQUETA OYARZUN, Diego, Valoración económica de la calidad ambiental (McGraw-Hill, Madrid 1994).
- "El método del costo del viaje" en EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA MEJORA AMBIENTAL, Monografías de economía y medio ambiente, Nº 4 (Junta de Andalucía, Sevilla, Mayo 1990).
- BULLAUDE, Andrés, "Información general. Contaminación del aire." (Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, Gobierno de Mendoza, Diciembre de 2001).
- CADOPPI, Norma, "Los desafíos para la transformación del transporte público: calidad del aire y salud", en EXPO GNC 2000, Centro Costa Salguero (Buenos Aires, Agosto de 2000).
- CONAMA, Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile, "Evaluación económica de la norma de emisión de CO, HC, NOx y material particulado para buses con motores diesel y vehículos pesados en la Región Metropolitana" en www.conama.cl , (Santiago, Julio 2001).
- CONAMA, Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile, "Avances en el Control de la contaminación atmosférica en Santiago de Chile", en www.santiagolimpio.cl (Santiago, 2002).
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, "Directiva 1999/30/CE del Consejo, 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente" (Diario de las Comunidades Europeas, 29 de junio de 1999).
- EPA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY de EE.UU., "Six Principal Pollutants. Ground Level Ozone (O₃)", en www.epa.gov, (National Ambient Air Quality Standards, 2000).
- GASTRONIK, Centro de Diagnóstico y Desarrollo Automotriz, "Informe Técnico. Ensayo de potencia de motor Mercedes Benz OM3GG" (Buenos Aires.1993).
- KORE, MARCELO E. y MAISONET, MILDRED, "Directrices para la elaboración de planes de acción locales para mejorar la calidad del aire", OPS/CEPIS/PUB/02.75
- KRALICH, Susana, "El transporte urbano entre la globalización y la fragmentación. El caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires", En EURE (Santiago) v.24 n. 71 (Santiago, marzo 1998).
- MANUAL DEL BANCO MUNDIAL SOBRE AMBIENTE, "Types of Environmental Standards", en www.wb.gov (EE.UU., febrero 2004).
- "The Environmental Assessment Process", en www.wb.gov (Febrero 2004)

- “Monitoring Environmental Quality”, en www.wb.gov (Febrero 2004)
- “Economic Analysis of Environmental Externalities”, en www.wb.gov (Febrero 2004)
- “The Economic Toll of Pollution’s Effects on Health”, en www.wb.gov (Febrero, 2004).
- “Analytical Support for Cost-Effective Pollution Control”, en www.wb.gov (Febrero 2004)
- “Airshed Models”, en www.wb.gov (Febrero 2004)
- “Urban Air Quality Management”, en www.wb.gov (Febrero 2004)
- “Environmental Management Systems and ISO 14000”, en www.wb.gov (Febrero 2004).

MvC, ¿Qué es la contaminación?, en www. (Buenos Aires, 2001).

NICOLAISEN, J., DEAN, A. and HOELLER, P., “Economics and the Environment: A Survey of Issues and Policy Option”, en OECD Economics Studies Nº 16, Spring 1991.

PORTER, Richard C., “The New Approach to Wilderness Preservation through Benefit-Cost Analysis”, en Journal of Environmental Economics and Management, Vol 9, 1982.

PULIAFITO, E., GUEVARA, M. y PULIAFITO, C., “Characterization of urban air quality using GIS as a management system”, en ELSEVIER, ENVIRONMENTAL POLLUTION 122 (2003) págs. 105-117.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, Marco legal ≥ Aire, Resolución 1237/02. (Buenos Aires, noviembre 2002)

SENATI (Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial), “Control de Gases Contaminantes de Vehículos Motorizados”, en www.senati.edu.pe/SER_CGC_Resultados (Lima, 2003)

SOTELSEK, Daniel F., “Valoración económica de intangibles en el marco de la teoría económica: el caso de la contaminación acústica”, en XXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política (Tucumán, Noviembre 1993).

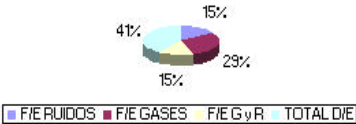
WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Air Quality guidelines, en www.who.int/es , (WHO, 1999).

ANEXO ESTADÍSTICO

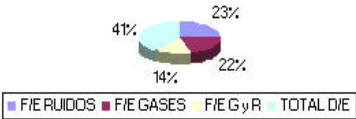
Cuadro A.1.
MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO
CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR FUENTES MÓVILES EN EL MICROCENTRO DE LA CIUDAD DE MENDOZA
PERÍODO 2003

TIPO DE ANALISIS	TIPO DE VEHÍCULO	CASOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
% F/E (R y G) y D/E	GASOLEROS	F/E RUIDOS	7	31	44	55	34	68	47	39	65	66	59	58	573
		F/E GASES	70	52	98	104	107	80	66	107	104	135	96	84	1103
		F/E G y R	12	44	50	57	52	40	37	53	53	65	50	48	561
		TOTAL D/E	125	124	91	89	79	96	78	294	183	128	130	98	1515
	NAFTEROS	F/E RUIDOS	8	72	76	68	86	81	79	59	77	112	71	75	864
		F/E GASES	14	76	84	61	81	66	67	67	80	79	88	75	838
		F/E G y R	11	57	42	51	58	36	37	48	51	51	49	43	534
		TOTAL D/E	60	165	102	67	72	51	99	266	155	206	137	110	1490
	GNC	F/E RUIDOS	45	82	84	78	95	88	92	120	144	166	99	106	1199
		F/E GASES	16	75	77	73	95	72	74	100	142	126	134	149	1133
		F/E G y R	13	63	52	47	62	58	45	123	98	83	99	1007	1750
		TOTAL D/E	112	204	123	95	90	69	125	448	263	261	168	14959	1790
	TRANSPORTE DE PASAJEROS	F/E RUIDOS	50	7	42	49	60	69	22	81	82	99	103	59	723
		F/E GASES	43	77	151	124	118	147	100	112	94	138	138	98	1340
		F/E G y R	19	43	32	50	31	27	33	54	50	72	87	61	559
		TOTAL D/E	14	79	58	66	41	53	65	339	123	142	106	95	1181

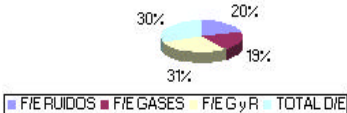
TOTAL CONTAMINACION GASOLEROS



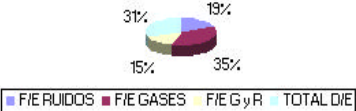
TOTAL CONTAMINACION NAFTEROS



TOTAL CONTAMINACION GNC



TOTAL CONTAMINACION TRANSPORTE PUBLICO



Cuadro A.2**RESUMEN DE INDICES DE CALIDAD DEL AIRE CALCULADOS EN BASE A PROMEDIOS SEMANALES PARA CADA ESTACIÓN DE MONITOREO. 1999 - 2002****Nota: Estación 22 puesta en marcha Mayo 1999**

MES	ESTACIÓN	ICA			
		1999	2000	2001	2002
ENE	9	18,1	18,7	40,266	34,534
	20	28,5	30,2	18,138	8,146
	21	53,5	20,3	20,030	52,558
	22		122,0	58,511	8,146
FEB	9	24,1	38,0	38,172	31,428
	20	18,3	20,4	35,687	24,183
	21	68,0	20,9	17,671	27,526
	22		120,9	71,555	75,365
MAR	9	20,3	31,5	15,795	43,953
	20	29,0	22,2	21,160	26,429
	21	44,2	15,5	35,055	24,263
	22		74,5	67,571	103,570
ABR	9	19,8	24,6	17,065	40,966
	20	30,0	33,7	25,753	25,982
	21	59,6	27,6	46,045	23,655
	22		125,6	67,054	74,164
MAY	9	21,5	25,9	15,164	38,353
	20	31,9	43,4	30,336	27,028
	21	80,6	20,1	68,386	25,519
	22	167,0	143,9	79,996	74,360
JUN	9	25,2	28,3	18,430	40,812
	20	26,8	35,5	28,426	30,503
	21	110,2	23,8	67,052	22,681
	22	208,8	115,6	88,315	95,614
JUL	9	28,7	72,0	30,059	
	20	29,0	46,8	33,607	47,435
	21	64,5	26,0	57,360	27,183
	22	307,9	117,5	76,951	
AGO	9	27,3	34,5	17,447	49,794
	20	23,9	21,4	30,023	30,165
	21	67,0	23,6	39,660	41,952
	22	365,0	97,8	54,719	66,429
SET	9	20,1	38,5	37,418	38,604
	20	24,2	21,1	24,503	29,067
	21	122,5	22,1	27,750	24,449
	22	70,4	60,8	44,175	82,522
OCT	9	30,7	36,4	40,744	39,695
	20	13,1	21,9	21,736	23,539
	21	31,4	21,9	29,404	21,726
	22	104,4	84,8	55,959	74,151
NOV	9	23,4	37,2	29,478	22,076
	20	16,7	18,0	19,832	22,783
	21	37,9	23,8	30,105	23,394
	22	259,9	63,8	69,220	90,607
DIC	9	26,2	48,1	29,103	34,572
	20	20,6	21,2	23,009	26,538
	21	31,2	22,5	42,461	22,055
	22	260,8	67,7	62,519	107,291

Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas.

Cuadro A.3

DATOS PROMEDIO ESTACIONES FIJAS - DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL

PROMEDIOS AÑO 1999 ESTACIONES DEL MICROCENTRO												
Mes	Estación 9			Estación 20			Estación 21			Estación 22		
	Lavalle y San Juan			Salta y Cordoba			Garibaldi y Rioja			Patricias y Gutierrez		
	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS
Ene	0,000	0,016	27,313	0,000	0,018	42,063	0,002	0,017	83,375	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos
Feb	0,000	0,014	16,600	0,000	0,024	16,875	0,002	0,019	100,563	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos
Mar	0,000	0,021	13,647	0,000	0,027	18,000	0,001	0,019	56,000	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos
Abr	0,000	0,022	12,833	0,001	0,027	39,250	0,001	0,026	103,500	0,002	0,051	145,818
May	0,001	0,023	18,400	0,001	0,034	29,100	0,001	0,042	107,600	0,007	0,057	196,000
Jun	0,002	0,027	16,667	0,001	0,023	31,333	0,001	0,042	124,583	0,004	0,055	206,133
Jul	0,002	0,023	37,667	0,000	0,036	36,667	0,001	0,036	85,545	0,002	0,047	297,700
Ago	0,001	0,031	19,500	0,001	0,031	25,167	0,001	0,038	110,000	0,008	0,055	278,000
Sep	0,000	0,013	22,667	0,000	0,028	35,875	0,000	0,030	156,071	0,001	0,019	174,882
Oct	0,001	0,017	37,091	0,001	0,010	12,500	0,001	0,029	39,909	0,002	0,034	188,222
Nov	0,001	0,018	35,923	0,001	0,015	21,667	0,001	0,025	62,077	0,001	0,064	206,214
Dic	0,001	0,015	55,000	0,001	0,012	sin medición	0,003	0,017	72,500	0,005	0,060	249,000

PROMEDIOS AÑO 2000 ESTACIONES DEL MICROCENTRO												
Mes	Estación 9			Estación 20			Estación 21			Estación 22		
	Lavalle y San Juan			Salta y Cordoba			Garibaldi y Rioja			Patricias y Gutierrez		
	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS
Ene	0,000	0,010	18,364	0,000	0,035	28,923	0,002	0,009	28,333	0,003	0,049	156,000
Feb	0,000	0,017	84,750	0,000	0,019	39,000	0,002	0,009	44,833	0,000	0,030	195,538
Mar	0,001	0,017	78,133	0,000	0,030	12,688	0,001	0,008	30,938	0,001	0,030	140,929
Abr	0,001	0,018	31,700	0,000	0,030	21,455	0,001	0,016	44,500	0,003	0,029	162,545
May	0,002	0,019	33,667	0,001	0,048	27,444	0,002	0,013	23,818	0,002	0,044	168,286
Jun	0,002	0,016	52,500	0,003	0,035	27,750	0,002	0,017	37,750	sin medición	0,029	151,000
Jul	0,004	0,035	87,000	0,001	0,046	32,125	0,002	0,024	22,692	0,003	0,052	174,222
Ago	0,001	0,019	58,667	0,007	0,023	13,625	0,001	0,020	28,733	0,004	0,044	118,941
Sep	0,001	0,021	78,750	0,003	0,020	22,154	0,001	0,016	53,875	0,006	0,023	102,933
Oct	0,001	0,018	69,750	0,002	0,021	24,417	0,000	0,013	41,313	0,008	0,024	111,750
Nov	0,001	0,021	67,500	0,001	0,013	25,444	0,000	0,010	54,000	0,001	0,023	111,556
Dic	0,001	0,022	87,000	0,001	0,015	27,867	0,001	0,009	50,429	0,002	0,026	106,357

Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza.

Cuadro A.3 (Continuación)

PROMEDIOS AÑO 2001 ESTACIONES DEL MICROCENTRO												
Mes	Estación 9			Estación 20			Estación 21			Estación 22		
	Lavalle y San Juan			Salta y Cordoba			Garibaldi y Rioja			Patricias y Gutierrez		
	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS
Ene	0,000	0,018	78,133	0,000	0,017	20,182	0,000	0,009	36,412	0,000	0,020	110,250
Feb	0,000	0,012	88,438	0,001	0,028	45,188	0,001	0,005	37,933	0,005	0,017	124,938
Mar	0,000	0,009	22,941	0,000	0,016	28,941	0,000	0,009	90,235	0,002	0,014	131,643
Abr	0,000	0,013	21,077	0,000	0,021	40,385	0,000	0,016	17,692	0,002	0,020	116,231
May	0,001	0,012	13,438	0,001	0,023	43,813	0,001	0,028	108,813	0,002	0,031	118,500
Jun	0,003	0,014	12,533	0,001	0,023	28,267	0,001	0,023	113,733	0,009	0,032	123,667
Jul	0,002	0,021	53,500	0,001	0,041	21,143	0,003	0,023	105,786	0,001	0,029	114,000
Ago	0,001	0,009	30,000	0,003	0,031	24,882	0,001	0,022	80,824	0,001	0,026	103,882
Sep	0,001	0,022	52,933	0,002	0,027	18,923	0,001	0,013	48,667	0,000	0,016	78,923
Oct	0,001	0,020	75,941	0,002	0,016	26,647	0,001	0,010	66,706	0,002	0,015	109,924
Nov	0,001	0,020	45,647	0,001	0,011	32,765	0,001	0,013	60,706	0,006	0,008	104,765
Dic	0,001	0,017	31,923	0,001	0,017	47,385	0,001	1,167	80,462	0,003	0,025	106,385

PROMEDIOS AÑO 2002 ESTACIONES DEL MICROCENTRO												
Mes	Estación 9			Estación 20			Estación 21			Estación 22		
	Lavalle y San Juan			Salta y Cordoba			Garibaldi y Rioja			Patricias y Gutierrez		
	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS	SO2	Nox	MPS
Ene	0,001	0,031	47,294	s/d	s/d	s/d	0,003	0,042	83,706	s/d	s/d	s/d
Feb	0,001	0,014	58,750	0,000	0,028	22,429	0,001	0,010	59,688	0,001	0,028	90,571
Mar	0,001	0,018	60,400	0,001	0,019	24,143	0,001	0,009	40,933	0,016	0,021	104,133
Abr	0,001	0,025	71,938	0,000	0,027	27,938	0,000	0,013	47,125	0,008	0,032	108,000
May	0,001	0,022	57,000	0,001	0,032	18,471	0,001	0,017	40,529	0,002	0,030	110,588
Jun	0,001	0,040	63,867	0,000	0,035	23,133	0,001	0,018	36,933	0,004	0,039	116,933
Jul	0,001	0,030	46,571	0,001	0,051	25,375	0,001	0,028	37,929	0,008	0,045	107,125
Ago	0,001	0,043	62,875	0,001	0,037	28,333	0,000	0,024	35,813	0,003	0,036	104,688
Sep	0,001	0,028	52,375	0,000	0,032	23,286	0,001	0,017	37,188	0,002	0,011	117,071
Oct	0,001	0,021	61,833	0,001	0,021	27,278	0,001	0,013	34,833	0,005	0,027	117,611
Nov	0,001	0,012	43,059	0,001	0,018	30,176	0,001	0,012	43,471	0,005	0,028	123,941
Dic	0,001	0,021	51,538	0,001	0,024	29,769	0,001	0,011	50,692	0,003	0,034	125,385

Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza.

Cuadro A.4

Datos promedio semanales Agosto – septiembre – octubre de 2003

CUARTA SEMANA DE AGOSTO del 20 al 27

Estac	NOx	SO2	MPS
9	0,025	0	60,37
20	0,031	0	34,63
21	0,011	0	57,87
22	0,048	0,004	121,10

QUINTA SEMANA DE AGOSTO del 27 al 03-09

Estac	NOx	SO2	MPS
9	0,032	0,001	63,90
20	0,028	0,001	33,43
21	0,009	0,001	56,46
22	0,047	0,004	122,54

TERCERA SEMANA SETIEMBRE del 17 al 24

Estac	NOx	SO2	MPS
9	0,023	0,001	66,93
20	0,020	0,001	34,91
21	0,008	0,001	57,16
22	0,022	0,002	127,31

CUARTA SEMANA SETIEMBRE del 25-09 al 01-10

Estac	NOx	SO2	MPS
9	0,025	0,001	58,72
20	0,018	0,001	36,18
21	0,006	0,001	55,36
22	0,011	0,002	120,37

Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza.