

En cuanto al NO₂, aunque se prevee que en el futuro también seguirá cumpliendo con el valor objetivo ambiental, está previsto que su valor se acercará mucho a la meta. Gran parte se procede de los vehículos, así que para las fábricas se propone el establecimiento de una norma de emisión de NO₂.

Sobre SPM, aunque la actual concentración está por debajo del valor objetivo ambiental, ésta no es tan baja. En el presente Estudio no se ha podido definir la fuente, pero, según la situación de aparición de la concentración de SPM, se podría decir que está relacionado con las actividades humanas, como fábricas y vehículos, y corre peligro de aumentar la concentración en el futuro junto con el desarrollo industrial y expansión urbana de la Ciudad. Por eso, se requiere un fortalecimiento de control y del sistema incluyendo la revisión de la norma de emisión para fábricas.

8.1.2 Contenido de las medidas de control

Después de estudiar las situaciones de los combustibles utilizados e instalaciones de combustión en la zona de Bogotá, se proponen las siguientes medidas mostradas en la Figura 8.1.1, para lograr y mantener el valor de objetivo ambiental.

La base de las medidas para las fuentes de generación es primeramente, la revisión de la norma de emisión, reducción del humo por un manejo de la combustión, y medidas contra el SO₂ para bajar la proporción de azufre en combustibles, y después, introducción del colector de polvo y realización de medidas contra el NO_x.

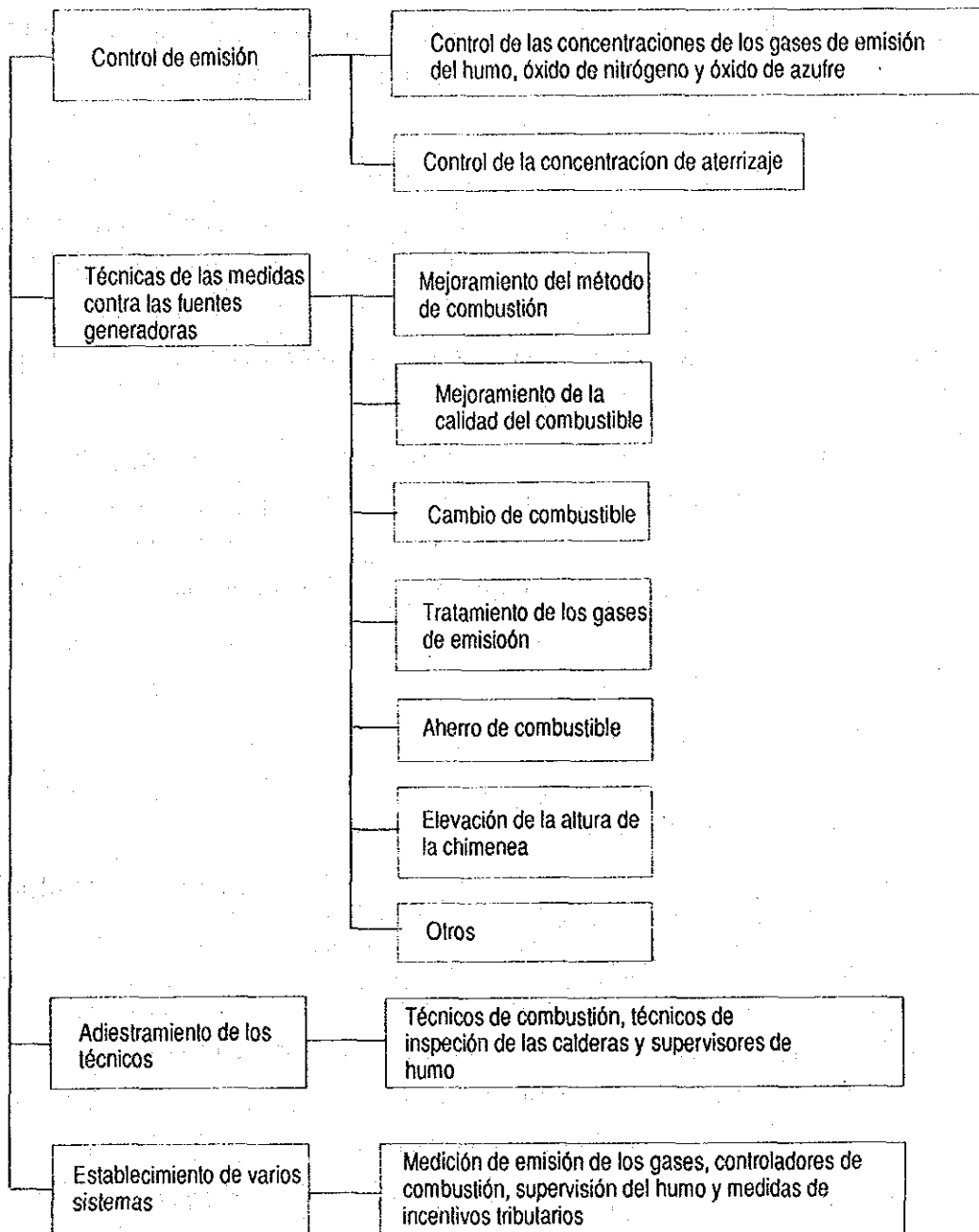


Fig. 8.1.1 Medidas para las fábricas y establecimientos

(1) Control de emisión

La norma de emisión de la vigente ley es indulgente para calderas de combustión de petróleo crudo y hornos de cocción de ladrillos y no podrá hacer frente al futuro aumento del humo emitido.

Dadas estas circunstancias, hay que establecer una norma a corto plazo con un valor aproximado a la situación actual, y a mediano y largo plazo, con la meta de refrenar la cantidad de emisión al nivel presente. El objeto de control será de más de 50 litros/h. (convertido en petróleo crudo), y para las calderas pequeñas fuera del objeto de control, hay que vigilar la situación del humo emitido, orientar y aconsejar sobre la técnica de manejo de combustión.

Para las zonas donde se concentran instalaciones y hay peligro de producir la contaminación de alta concentración, se proponen el establecimiento de una norma especial de emisión, limitación del tipo de combustible, reglamentación de una nueva norma para las instalaciones nuevas o ampliadas, y colocación obligada de instalaciones preventivas.

1) Norma de emisión de humo

La meta de la reducción de la cantidad emitida es un 10 ~ 20% a corto plazo y un 40% aproximado a largo plazo. Para las instalaciones pequeñas que producen mucha cantidad de humo negro en corto tiempo, hay que controlar éstas para que estén por debajo del No. 2 de la tabla de concentración de Ringelmann.

Para los hornos de cocción de ladrillos y caños de barro y las plantas de asfalto que tienen gran contribución de emisiones, hay que adaptarlos para una nueva norma de calderas de carbón.

2) Norma de emisión de óxidos de azufre

Objeto de control serán las instalaciones que utilicen petróleo crudo o carbón como combustible y la meta de reducción a corto plazo será un 7%, y a mediano y largo plazo un 20%.

3) Norma de emisión de óxidos de nitrógeno

Todas las instalaciones emisoras de humo (más de 50 litros/h.) serán objeto de control. La reducción de la cantidad emitida sera manteniendo la situación actual a corto plazo, y será un 50% para calderas de combustión de petróleo crudo y un 17% para calderas de carbón a mediano y largo plazo.

Las demás instalaciones también estarán de acuerdo con lo mismo.

4) Relación entre la norma de emisión y concentración de aterrizaje sobre suelo para el control de la misma concentración

La norma de emisión que controla la cantidad de los contaminantes del aire emitidos en el gas que sale de chimeneas de fábricas, está definida como la cantidad admisible de emisión para que no sobrepase a un valor (por ejemplo, el valor de la norma ambiental) de concentración de los productos arriba mencionados al llegar al suelo después de la difusión de dicho gas.

La relación entre concentración sobre suelo y cantidad de los contaminantes atmosféricos emitidos (norma de emisión) varía dependiendo de las condiciones climáticas así como de la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica, y condiciones de los orígenes de humo como la altura de la chimenea. Por lo tanto, se calcula la concentración de aterrizaje sobre suelo de cada chimenea según condiciones climáticas representativas para obtener los datos básicos al determinar la norma de emisión. Como ejemplo, se puede citar la "norma de emisión de óxidos de azufre - control por el valor K" de la ley preventiva del contaminación atmosférica del Japón.

(2) Técnica de medidas sobre fuentes generadoras

Es preciso adoptar un método realizable, económico, y apropiado a la situación real para las medidas sobre fuentes generadoras. Teniendo en cuenta que en la Ciudad, muchas instalaciones emisoras de humo son pequeñas y envejecidas con un control insuficiente de combustión, hay que llevar a cabo las siguientes medidas:

1) Mejora del método de combustión

Los métodos de medidas son: modificación del manejo de la combustión, combustión con carga adecuada, alteración a combustión mecánica, e introducción de mechero de NOx bajo. Conjuntamente con el equipamiento de medidores de control de combustión, hay que realizar un correcto control de combustión con el fin de reducir combustible y humo por medio de la combustión completa. El equipo completo de medidores cuesta unos 3.400 mil pesos, pero con sólo un aparato analizador también se puede hacer el control de la combustión hasta cierto punto.

En cuanto a la combustión de carbón, hay que introducir un hogar mecánico (unos 4 millones de pesos) y en el futuro se introducirán el método de inyección de vapor y mechero de NOx bajo como medida para NOx. El

método de inyección de vapor es poco costoso y fácilmente realizable, mientras que un mechero de NOx bajo con 150 litros/h. de consumo de combustible costará 14 millones de pesos incluyendo el coste de reparación. Se propone la adopción de la caldera de combustión fluidizada para reducir el SOx y el NOx de caldera grande a largo plazo. Este tipo de caldera es relativamente de atocosto, puesto que una caldera de combustión de carbón (con 10t/h/ de cantidad de evaporación) cuesta unos 260 millones de pesos.

2) Mejoramiento de la calida del combustible

Métodos de medidas: alteración del combustible con menor contenido de azufre, y arreglo de granulometria de carbón y contenido de azufre. Se propone la mezcla de ACPM como remedio para reducir el contenido de azufre en el petróleo crudo a un 1,8% desde el 2,3% actual. Con esto, se prevé una subida del 37% aprox. (en el precio del petróleo).

En el caso del carbón, se mantendrá el contenido de azufre a un 0,6 ~ 0.7% por mezcla de carbón en las instalaciones de arreglo de calidad, y al mismo tiempo, se arregla la composición así como granulometría y proporción volátil del carbón para conseguir una combustión completa.

Una instalación para mejoramiento de la calidad del carbón requerirá una inversión de unos 440 millones de pesos por 1,500 t/mes y el precio del carbón mejorado será de unos 20 mil pesos/t, un 20% más que el del carbón original, 1,7 mil pesos/t.

3) Cambio del combustible

Métodos de medición: cambio a ACPM en calderas pequeñas, y cambio de petróleo a gas natural en hornos de cocción. Las calderas pequeñas situadas en la ciudad que utilizan petróleo crudo o carbón, cambiarán el combustible por otro más ligero como el APCM. El coste necesario del cambio de combustible es: de carbón a ACPM, unos 10.6 mil pesos (50 litros/h); y 10.9 mil pesos (25 litros/h) de líquido a gas natural. En ambos casos subirá el coste del combustible.

Sobre hornos de cocción de ladrillos y caños de barro, por el momento se utilizarán cintas de evacuación mecánicas con carbones de calidad mesorada, y en el futuro se cambiará con gas natural y hará falta aumentar las instalaciones suministradoras.

4) Tratamiento de los gases de emisión

El humo emitido se trata principalmente con un colector de polvo, y se utilizan colectores altamente eficientes tales como el recogedor policiclónico y el filtro de bolsa.

Un recogedor policiclónico cuesta unos 3.800 mil pesos con capacidad de tratamiento de 3.000 m³/h, y un filtro de bolsa de la misma capacidad cuesta unos 8.600 mil pesos.

5) Ahorro de energía

Junto con el ahorro de combustible por una combustión controlada, se equipará con aislante térmico para reducir el calor radiante de la pared de la caldera, y así disminuirá la cantidad de contaminantes emitidos. El coste será de unos 10 mil ~ 25 mil pesos/m².

6) Elevación de la altura de las chimeneas

Ahora es relativamente alta la cantidad de los contaminantes emitidos, puesto que hay muchas chimeneas bajas. Por la misma razón, se observa la aparición de una alta concentración producida por un fenómeno de caída del polvo de humo encima de los edificios de la fábrica. Habrá que subir la altura de las chimeneas, poniéndose una norma más estricta.

7) Traslado de fábricas

Para las fábricas situadas en las zonas altamente contaminadas, habrá que intentar trasladarlas y dispersarlas óptimamente a otras zonas con mejores condiciones difusoras y ambientales.

8) Medidas contra el polvo

Para los productores originarios de polvo, tales como canteras, plantas de asfalto, y rastros de canteras, hay que regar, proteger del polvo de los vehículos de transporte, pavimentar caminos, utilizar colectores de polvo, y plantar árboles en tales como canteras.

(3) Otros sistemas

1) Formación de ingenieros de combustión

Formar ingenieros que sean capaces de llevar un correcto control de combustión a través de cursillos y prácticas dirigidos por profesionales experimentados.

2) Formación de inspectores de calderas

Formar inspectores que sean capaces de examinar la estructura de la caldera y estado de desgaste, juzgar la presión correcta, años de resistencia, y modificar, dirigir y aconsejar.

3) Formación de vigilantes de niveles de humo

Formar vigilantes que sean capaces de juzgar la conformidad con la norma según la tabla de concentración de Ringelmann para las instalaciones productoras de humo negro, dirigir y aconsejar la técnica de reducción adecuada para las instalaciones que no estén conformes con la norma.

4) Sistema de medida de materias contaminantes

Obligar a los emisores de humo que midan la cantidad de humo, concentración de humo, cantidad de combustible utilizado, y composición del combustible y la conservación de sus resultados.

5) Sistematización de los cargos de administradores de combustión

Sistematizar los cargos de administrador de combustión, inspector de caldera, vigilante de humo, etc. y concederles títulos para que éstos puedan ejecutar oficialmente sus trabajos.

6) Medidas para favorecer la promoción de la prevención de la contaminación

La prevención de la producción de humo es un deber de las compañías y éstas tienen que tomar las medidas necesarias, pero, en caso de que algunas no puedan tomarlas por falta de recursos económicos, habrá que reglamentar la reducción de impuestos, préstamo de fondos, y abastecimiento de intereses con el fin de promover las medidas previas contra la contaminación.

8.2 Medidas para los vehículos

8.2.1 Situación actual y necesidad de medidas

Según el resultado de la medición de la calidad del aire, existe el CO, muy relacionado con vehículos, que sobrepasa la norma ambiental alrededor de los caminos, y el O₃, otra sustancia que sobrepasa la norma, cuyo causante es el HC no metánico que también tiene una concentración muy alta, aunque no está definida su norma ambiental. La mayor fuente originadora de éstos son los vehículos.

Aún no se establece una norma de emisión para vehículos, por lo tanto, aunque existen aparatos de alta compensación en algunos modelos de vehículo y medidas contra el "Blow-by Gas", cabe decir que por el momento no se ha realizado casi ninguna medida para vehículos.

Las principales características de los vehículos en la zona de Bogotá son: hay muchos vehículos grandes a gasolina y viejos, y debido a la presión atmosférica baja, expulsan gran cantidad de CO y HC por combustión incompleta. Después de estudiar medidas de acuerdo con la situación de Bogotá, se propone lo que se muestra en la Figura 8.2.1.

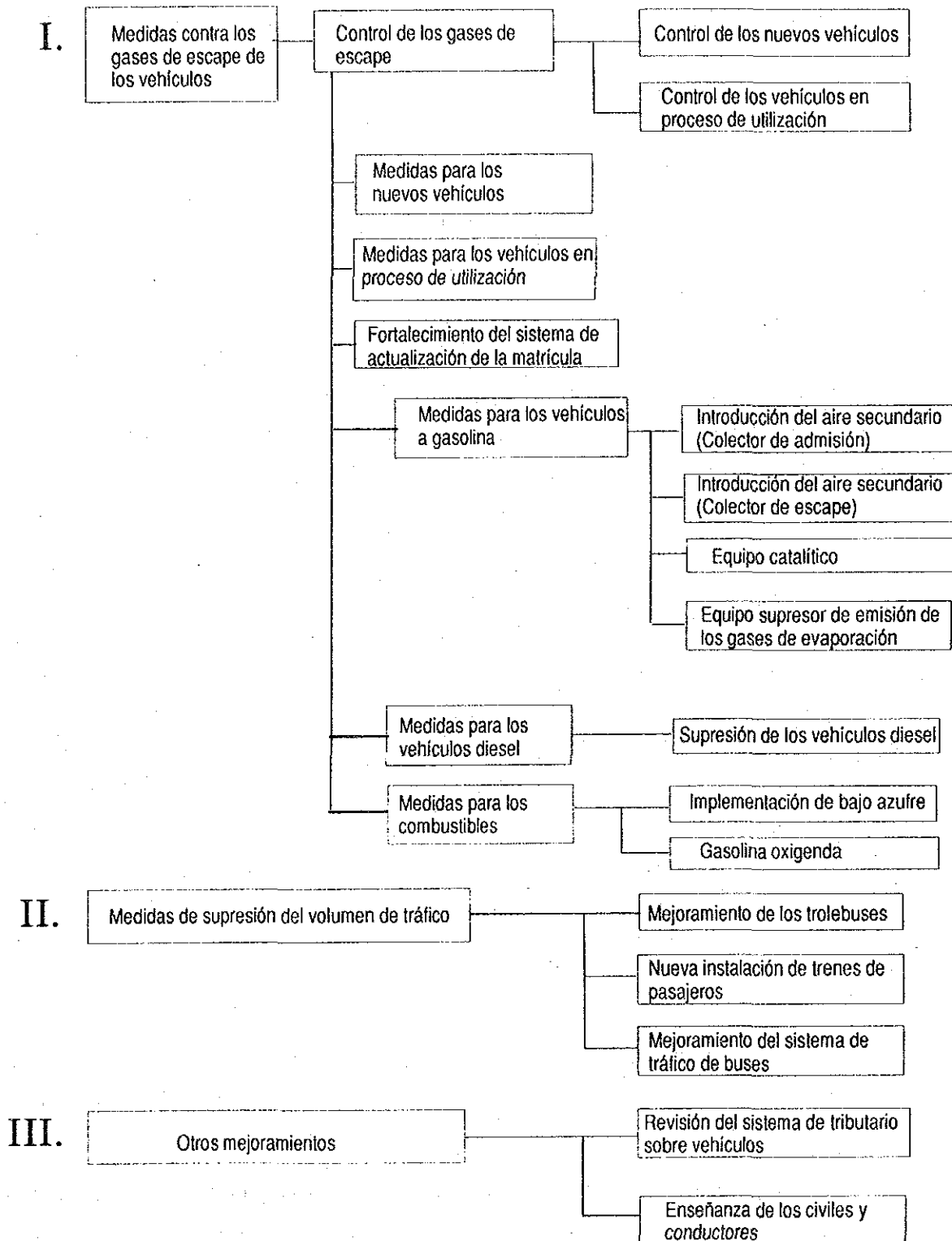


Fig. 8.2.1 Medidas contra los vehículos

8.2.2 Contramedidas

(1) Control del emisión de gas

Sobre el CO y el O₃, que actualmente no se conforman con la norma ambientales, es preciso establecer rápidamente una reglamentación para el gas de escape de vehículos. Para el O₃, como se ha mencionado anteriormente, hay que reglamentar el HC que tiene concentración muy alta y es una sustancia causante de O₃. En cuanto al NO_x, también hará falta un control teniendo en cuenta el aumento de tráfico en el futuro.

Hay que establecer valores reglamentados para vehículos en uso y para los modelos nuevos, respectivamente, según tipo de vehículo y de motor. Y, al establecerlo, hay que definirlo gradualmente para diferentes modelos, después de estudiar el suministro de repuestos, cambio de montaje, arreglo de sistema de mantenimiento, y aumento de tráfico.

La Ciudad manifestó en diciembre de 1991 que a partir de 1992 entraría en vigor un control de concentración del CO y HC en ralentí de los vehículos de gasolina, considerado también en el presente estudio. El valor de control es para vehículos en uso y los modelos nuevos; y, según los años de antigüedad, el control es cada vez más estricto.

Este método de control es especialmente eficaz cuando hay embotellamientos de tráfico. Y ahora, urge establecer otra reglamentación para el emisión de gas en varios modos de conducción, incluyendo el modo normal. En este caso, para confirmar el efecto del control, es necesario un sistema de comprobación de la cantidad emitida utilizando un dinamómetro de chasis con analizador de gas, y también hay que estudiar sistemas relacionados (como el sistema de certificación).

(2) Técnica de las medidas para vehículos

A continuación, se cita unas técnicas para reducir elementos contaminadores en el gas emitido de vehículos.

1) Vehículos de gasolina

① Medidas a adoptarse para el control del monóxido de carbono e hidrocarburo

Ambas sustancias se producen en grandes cantidades en el gas de escape cuando la mezcla de aire y gasolina es insuficiente o durante la disminución de velocidad, por consiguiente, generalmente se toman las siguientes medidas:

- a) Mejora del rendimiento del carburador – mejora en la precisión de las piezas, adopción de control electrónico

- b) Adopción del inyector electrónico de combustible (EFI), en lugar del carburador.
- c) Pre calentamiento de aire
- d) Modificación del conducto de admisión para mejorar la distribución de gas para cada cilindro
- e) Activación de la turbulencia del gas mixto
- f) Prevención del cierre repentino de la válvula de admisión durante la disminución de velocidad (TP, DP)
- g) Introducción de aire o gas mixto al conducto de admisión durante la disminución de velocidad
- h) Suspensión del suministro de gasolina durante la disminución de velocidad
- i) Mejora de la estructura de la cámara de combustión
- j) Ajuste del tiempo de funcionamiento de la válvula para evitar fuga de gas no quemado provocada por una sobreposición
- k) Aumento de la energía de ignición
- l) Ayuda para la recombustión de gas no quemado, subiendo la temperatura del gas de escape al retrasar el momento de ignición (SC)
- m) Ayuda para la recombustión de gas no quemado, mejorando la forma del colector de escape
- n) Ayuda para la recombustión de gas no quemado, introduciendo aire secundario en el colector de escape (AI, AS)
- o) Instalación del catalizador oxidante en el sistema de escape para descomponer el gas no quemado (OC, TWC)
- p) Para el "Blow-by Gas", instalación de dispositivos para devolver el gas de fuga al sistema de aspiración, ventilando obligatoriamente el cárter (PCV).
- q) Dispositivos disuasivos de emisión, como el de absorción de carbón activo para el gas volatilizado en el depósito de combustible. (EVAP)

② Medidas a adoptarse para el control de óxidos de nitrógeno

La emisión de óxidos de nitrógeno puede ser reducida si se evita conducir el vehículo utilizando la proporción teórica de óptima aire con combustible, para bajar la temperatura de combustión. Por lo tanto, se deben tomar las siguientes medidas.

- a) Mantener el nivel del gas mixto de aire y combustible menos denso que la proporción teórica. (EFI)
- b) Mantener el gas mixto de aire y combustible más denso que la proporción teórica. (EFI)
- c) Adopción del método de re-circulación de gas de escape para bajar la temperatura de combustión (EGR)
- d) Ajuste del tiempo de funcionamiento de la válvula para bajar la temperatura de combustión
- e) Acelerar la velocidad de difusión de fuego y acortar el período de alta temperatura, activando el remolino de gas mixto.
- f) Acelerar la velocidad de difusión de fuego modificando la estructura de la cámara de combustión.
- g) Instalación del catalizador de descomposición en el sistema de escape para eliminar óxidos de nitrógeno (TWC).

PCV: Positive Crankcase Ventilation System

TP: Throttle Positioner System

DP: Dash Pot System

SC: Ignition Timing Control System

EGR: Exhaust Gas Recirculation System

AI: Secondary Air Injection System

AS: Secondary Air Suction System

EVAP: Fuel Evaporation Emission Control System

OC: Oxidizing Catalyst System

TWC: Three-Way Catalyst System

EFI: Electronic Fuel Injection System

③ Ejecución para modelos nuevos

Los fabricantes de vehículo de los países como América y Japón, donde se está realizando el control del emisión de gas, adoptan las medidas arriba mencionadas y tienen un nivel técnico adecuado. Por consiguiente, en caso de ejecutarse un nuevo control para modelos nuevos en Colombia, los fabricantes nacionales podrán conseguir el valor de control, luego de un período de preparación adecuado.

2) Vehículos diesel

Las medidas a adoptarse para el control de la contaminación producida por vehículos diesel son principalmente para el humo negro y óxido de nitrógeno, además de reducción del porcentaje de azufre en aceite diesel.

Como medidas contra el humo negro, están la mejora de la mezcla de combustible corrigiendo el remolino de aire en el cilindro, reforma del sistema de admisión para asegurar suficiente aire, y modificación del grado de volatilización y del momento de inyección para una combustión mejorada. No obstante, aún estas medidas son poco eficientes, y además, los colectores de humo negro y dispositivos de catalizador están en etapa de estudio para su aplicación práctica.

Para el óxido de nitrógeno, se adoptan medidas como el método de retardo, que retrasa el momento de inyección de combustible y el de circulación del gas de escape. Pero, existen problemas como el aumento de humo negro y de desgaste del motor y se espera un resultado positivo del estudio de medidas a adoptarse para éstos.

3) Vehículos de baja contaminación

Ahora están en desarrollo varios vehículos de baja contaminación; son principalmente vehículos de combustible de baja contaminación como el LPG y el metanol, que emitan menos de medio emisión de CO y HC de vehículos de gasolina, y el automóvil eléctrico como vehículos no contaminante.

(3) Medidas a adoptarse para los vehículos en uso

Estas medidas tienen limitaciones socioeconómicas y técnicas en comparación con las de los modelos nuevos, puesto que éstos últimos coches están recién salidos de fábrica.

① Fortalecimiento del sistema de renovación de matrícula

El sistema de renovación de matrícula de los vehículos que se utiliza actualmente sería necesario fortalecerlo como las siguientes medidas.

a. Expansión de zona para la matrícula de automóvil

No tendrá sentido si se consideran sólo los vehículos matriculados de la ciudad de Bogotá como objeto de control de la emisión de gas. Según el presente estudio, un 40% de los vehículos que circulaban por la ciudad eran con matrícula de fuera de Bogotá D.C. Por consiguiente, tienen que ser objeto de control por lo menos los vehículos con matrícula de Cundinamarca también.

b. Revisión periódica obligatoria

Los productos contaminadores en el gas de escape aumentan por atasco del filtro de aire, el cambio de proporción del aire en el combustible, provocado por la suciedad del carburador, desajuste del momento de ignición y del número de rotación del motor en marcha lenta. Por eso, con la obligatoriedad de una revisión periódica del sistema de motor en establecimientos que disponen de técnicas garantizadas, se puede esperar una gran mejora de la contaminación del aire tal como se indica en la Figura 8.2.2.

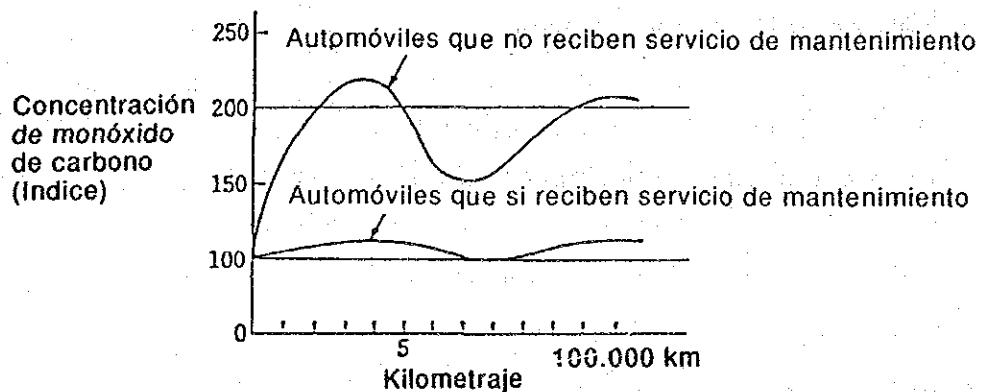


Fig. 8.2.2 Efectividad de la inspección de automóviles
(Informe Oficial sobre Contaminación Ambiental 1970)

c. Medición de concentración en el momento de marcha lenta

Cuando se pone el vehículo en marcha lenta, no es mucha la cantidad del gas de escape, pero es alta la concentración de CO y también se expulsa gran cantidad de HC, por lo tanto, en la revisión periódica arriba mencionada, hay que confirmar que el arreglo del motor está terminado debidamente desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, con la medición de la concentración de CO y HC en el momento de marcha lenta.

La norma de concentración en tal caso hay que establecerla como valor de control y en Bogotá D.C. la pondrá en vigor a partir de 1992 como se ha mencionado anteriormente.

② Medidas a adoptarse para el control del emisión de gas

En las circunstancias presentes, con respecto a los vehículos en la zona de Bogotá, se propone la adopción de las siguientes medidas para el control del emisión de gas.

a. Vehículos de gasolina

- Introducción de aire secundario en el conducto de admisión

Al instalar una válvula de aire secundario entre el regulador y el motor, se tendrá un efecto en al momento de marcha lenta y al disminuir la velocidad, disminuyendo el CO y HC.

- Introducción de aire secundario en el colector de escape.

En el orificio de escape, cuando la temperatura del gas de escape es más de 600 °C, puede bajar la cantidad de emisión de CO y HC por combustión de los mismos, introduciendo aire secundario por un dispositivo introductor del filtro de aire.

- Dispositivo de catalizador

En caso de necesitarse cambios grandes tales como las sugeridas para el emisión de gas del vehículo, es muy útil un dispositivo catalizador que se instalara en medio del tubo de escape. Existen:

- método de catalizador óxido para las disminución del CO y HC, y
- catalizador ternario en caso de incluir las disminución del NOx también.

El porcentaje de eliminación es un 90%.

Por el momento, el CO y el HC son objetos de medidas de control, por lo que se adoptará el método de catalizador óxido, pero, en el futuro se necesitará un dispositivo ternario para los modelos nuevos.

El catalizador óxido necesita suficiente O₂ para quemar CO y HC, y generalmente se introduce aire secundario. Actualmente el contenido de azufre está en un nivel alto que puede afectar al propio dispositivo y producir una nueva contaminación emitiendo una neblina de ácido sulfúrico por el catalizador, por consiguiente, el contenido sulfúrico tendrá que bajarse. También es necesario utilizar gasolina sin plomo para no afectar al catalizador. En la República de Colombia se adoptó la gasolina sin plomo en 1991.

- **Prevención de la vaporización de HC**

Actualmente no está bien sellado el depósito de gasolina de los vehículos colombianos; por otro lado se nota una baja presión atmosférica en la zona, por ello se supone que se está vaporizándose una gran cantidad. Hay un método para introducir HC vaporizado al conducto de admisión por medio de absorción de carbón activo, después de sellar herméticamente el depósito.

- **Condiciones limitantes en la adopción de medidas de control para vehículos en uso.**

Las medidas de control para coches en uso enfrenta muchos problemas: son difíciles de modificar después de haber sido vendidos, hay muchos coches muy viejos en Bogotá, numerosa variedad de fabricantes y tipo de motores, y alto costo para la implementación de las medidas.

b. Vehículos diesel

Como se mencionó anteriormente, el problema de la emisión de gas de vehículos diesel es el óxido de nitrógeno y el humo negro (polvo flotante), y aunque las técnicas para el control vienen mejorándose sucesivamente, aún falta establecer una medida definitiva. También, el aceite diesel contiene mucho azufre, y vehículos diesel emitan mucho óxido de sulfúrico, y trióxido sulfúrico que acompaña al dióxido sulfúrico y provoca un aumento de aerosol y partículas flotantes. En la actualidad, habría que disminuir la circulación de vehículos diesel a un nivel menor que el presente.

③ Medidas a adoptarse para los combustibles

- Suministro de combustible bajo en azufre

La concentración medida del SO₂ es de 25 ppm en San Juan de Dios, frente a una carretera principal; ésta es la más alta entre los otros datos medidos. La mayor causa es un alto porcentaje del contenido de azufre (0,06 [wt] %) en la gasolina, el del Japón es de 0,008%. Al instalar un dispositivo catalizador del óxido en vehículos de gasolina con alto porcentaje de azufre, aparte de afectar negativamente al mismo dispositivo, puede producirse aerosol (sulfato); por ésto, es preciso disminuir el contenido de azufre en el combustible a menos de un 0,01%.

- Suministro de gasolina con oxígeno

La gasolina que contiene oxígeno puede frenar la producción no sólo de CO sino también de HC. Como compuestos que contienen oxígeno, existe el metanol, MTBE (metilo terciario butilo, y éter), etanol, y ETBE (etilo terciario butilo, éter), y por ejemplo, en los EE. UU. el contenido de éstos está bajo una norma de control de un 2,7%.

(4) Medidas de la disminución del tráfico

Dentro de las medidas de control para vehículos, aparte de los métodos para disminuir los elementos contaminadores en el gas emitado de cada vehículo, también es eficaz la disminución del número de vehículos en circulación.

Actualmente el transporte en Bogotá se realiza casi totalmente por vehículos motorizados, excluyendo los trenes de turismo. Como medio de transporte masivo hay buses y trolebuses, pero éstos últimos tienen averías frecuentemente, rutas poco convenientes, y muy pocos pasajeros, y por eso ahora está suspendido el servicio de los mismos. Por otra parte, unos 14.000 buses están en servicio, y éstos son muchos para el tamaño y la estructura radial de la ciudad y sus paraderos no bien distribuidos; entre todos forman la mayor causa de atascos en las principales carreteras de la ciudad.

Ante tal situación, una medida para la disminución del tráfico y que sirva también de medida de control de la contaminación, es adoptar medios de transporte masivo en lugar de vehículos y buses.

Concretamente se sugiere: ① Reforma del sistema de trolebús para atraer más pasajeros, ② crear un servicio de trenes de pasajeros, y ③ mejorar el servicio de buses, por medio de la ubicación de mayores paraderos. Se han descrito esas medidas con mayor detalle en las secciones correspondientes.

(5) Otras mejoras

- Revisión del sistema tributario para vehículos

Con el actual sistema tributario, cuanto más años de uso tenga un vehículo, más bajo es el impuesto que se carga por el mismo. Pero, desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, cuanto más viejo es un vehículo, más elementos contaminadores emite, por otro lado, también es cada vez más difícil el aplicar medidas de control para dichos vehículos.

Por ello, es necesario modificar el sistema tributario para incentivar el descarte de vehículos viejos que emiten muchos productos contaminadores y promover el cambio por nuevos modelos modificados.

- Instrucción a ciudadanos y conductores

En la ciudad se está llevando a cabo la instrucción de los conductores de automóviles, pero es necesario profundizar el proceso de concientización con respecto a la contaminación del aire e incorporarlo al curriculum de estudio. Además, como el transporte se realiza en su gran mayoría por medio de vehículos particulares, es importante trabajar mucho para crear un plan en el que los ciudadanos puedan reconocer que además de víctimas, son culpables de la contaminación del aire.

8.3 Efectos de las Medidas de Control para las Fuentes Generadoras

(1) Menú de las medidas de control

De las diversas medidas de control examinadas para las fábricas y vehículos, se seleccionaron a continuación aquellas que aseguran la obtención de los volúmenes de reducción requeridos examinados en la sección 7.4.

Las medidas para las fábricas se muestran en la Tabla 8.3.1, y los porcentajes de reducción para cada instalación son indicados en la Tabla 8.3.2.

Además, las medidas para los vehículos se muestran en la Tabla 8.3.3. Para los automoviles a gasolina registrados después de 1975, el volumen del escape de gases (CO, HC) por automovil es de alrededor de 10% del volumen actual. Por otro lado, si se implementa las mejoras en el sistema de trolebús, y paralelamente se inicia el sistema de transporte de pasajeros por ferrocavil, entonces el volumen de tráfico de buses disminuiría en un 20%.

Tabla 8.3.1 Medidas contra los gases emitidos por las fábricas

Artículo	Medidas	Polvo	SOx	NOx	
Caldera (Crudo)	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento del método de combustión 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja proporción de aire • Economía en el combustible • Aumento de la presión del vapor 	○ ○ -	- - -	○ ○ ○
	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión del combustible • Cambio de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Azufre : 1,8% • ACPM 	- ○	○ ○	- ○
Caldera (Carbón)	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento del método de combustión 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja proporción de aire • Economía de combustible • Aumento de la presión de vapor 	○ ○ -	- - -	- - ○
	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión del combustible • Cambio de combustible • Tratamiento de los gases de la combustión 	<ul style="list-style-type: none"> • Azufre : 0,5% • Crudo • ACPM • Multicyclon 	- ○ ○ ○	○ - ○ -	- - ○ -
Ladrillo	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento del método de combustión • Conversión del combustible • Cambio de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoker • Economía de combustible • Azufre : 0,57% • Gas natural 	○ ○ -	- - ○ ○	○ ○ - ○
	Elevación de la altura de la chimenea		○	○	○

Tabla 8.3.2 Emisión reducción de instalaciones

Tipo de instalación	Combustible	Polvo	SOx	NOx
Calderas	Gasolina	--	--	25
	Otros fluidos	58	22	50
	Carbón	42	22	17
Horno de ladrillos y tubos de arcilla	Carbón	42	24	22
Horno de arcilla	Gasolina	--	--	29
Otros	Gasolina	--	--	29

Advertencia: El alcance del control de los hornos de ladrillo y tubos de arcilla en el caso de combustibles líquidos es de más de 50 litros por hora y para el carbón más de 71,5 kg por hora.

Tabla 8.3.3 Medidas de control para los vehículos

Artículo	Tipo de automóvil	Contramedidas				
			CO	HC	SOx	NOx
a) Medidas contra los gases de escape de los automóviles	◦ Automóviles nuevos (1995 en adelante)	◦ Catalizador	◦	◦	-	-
	◦ Automóviles en uso (1975 en adelante)	◦ Introducción del catalizador y aire secundario (colector de escape) (Inicia en el año 1995 y ejecutar antes del año 2001)	◦	◦	-	-
b) Medidas de supresión del volumen de tráfico	◦ Los Buses	◦ Aumento de velocidad por medida de paradero fijo	◦	◦	-	-
		◦ Mejorar sistema de bus trole ◦ Nueva instalación de los ferrocarriles de pasajeros	◦ ◦	◦ ◦	◦ ◦	◦ ◦
c) Contamedidas de flujo vehicular	◦ Los Buses	◦ Aumento de velocidad por medida de paradero fijos	◦	◦	◦	◦

(2) Reducción de los volumen de emisión de los contaminantes del aire por la implementación de las medidas

Si se resumen los volúmenes de emisión de los contaminantes del aire después de la aplicación de las medidas tanto en la situación presente como en el futuro, éstos deberán ser como se muestra en la Tabla 8.3.4. Comparando estos resultados con los porcentajes de reducción requeridos planeados en la sección 7.4, se obtienen los datos de la Tabla 8.3.5. Se podría deducir que, a lo largo de los caminos es posible lograr una tasa planeada de reducción de gases con excepción de CO y HC.

Tabla 8.3.4 Volúmenes de Emisión de los Contaminantes del Aire Ambiente

Unidad: ton/año

Item	Fuente de generación	Situación presente	Futuro (2001)	Después de las medidas (Porcentaje de reducción)
	Fábricas y oficinas	6,504	9,076	7,333 (19%)
SOx	Vehículos	1,269	2,057	1,309 (36%)
	Aviones	29	29	29 (0%)
	Total	7,802	11,162	8,671 (22%)
	Fábricas y oficinas	1,688	2,475	1,791 (28%)
NOx	Vehículos	9,250	13,886	13,142 (5%)
	Aviones	114	114	114 (0%)
	Total	11,052	16,475	15,047 (9%)
CO	Vehículos	288,433	398,375	193,183 (52%)
Polvo	Fábricas y oficinas	2,198	3,155	1,816 (42%)
HC	Vehículos	19,845	28,947	12,230 (58%)

Tabla 8.3.5 Resumen de la reducción

Item	Necesidad de reducción	Objetivo máximo	Plan de reducción
SOx	13%	25%	22%
NOx	0%	33%	9%
CO	49%	63%	52%
HC	80% (n-CH ₄)	—	58% (T-HC)

(3) Resultado del pronóstico de la concentración después de la adopción de las medidas

La aplicación del modelo de simulación de difusión muestra (ver Tabla 8.3.6 y Fig. 8.3.1 ~ Fig. 8.3.4) que de aplicarse las medidas de control, la concentración se reduce significativamente; las concentraciones pronosticadas fueron inferiores a los valores objetivos en todas las estaciones de monitoreo a excepción de la estación E de San Juan de Dios y punto de máxima concentración del monóxido de carbono (CO). Es, decir, la concentración de CO fue superior al valor objetivo a lo largo de los caminos y necesario medidas mas estrictas para CO. Sin embargo, no se puede ser optimista, ya que para las medidas adoptadas al pronosticar las concentraciones, hay muchos casos en cuáles se requieren esfuerzos considerables del país, municipalidades, empresas y ciudadanos para su implementación.

Tabla 8.3.6 Resultado del Pronóstico de la Concentración Después de Adoptarse las Medidas

Estación de monitoreo	Item	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	C O (ppm)
	Valor objetivo	38.2	53.2	3.5
(A) Servicio de Salud		13.4	36.7	3.5
(B) Laboratorio		15.0	30.6	2.6
(C) Punte Aranda		21.7	31.0	2.4
(D) El Tunal		9.8	16.5	1.4
(E) San Juan de Dios		20.1	44.4	4.9
Punto de máxima concentración		34.6	48.5	4.4

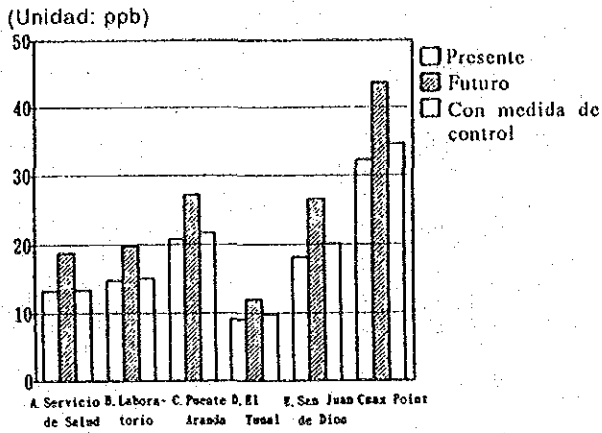


Fig. 8.3.1 Concentración de SO₂ por casos computados

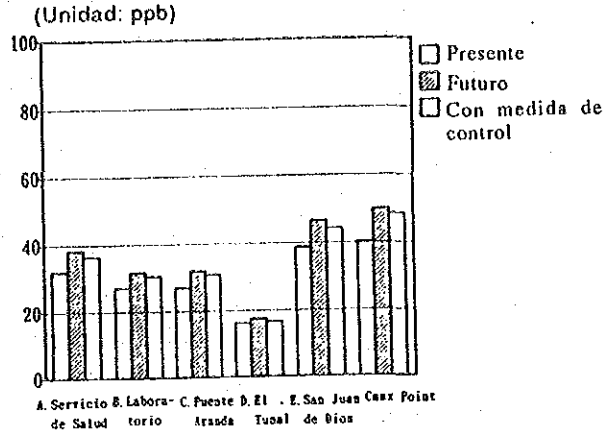


Fig. 8.3.2 Concentración de NO₂ por casos computados

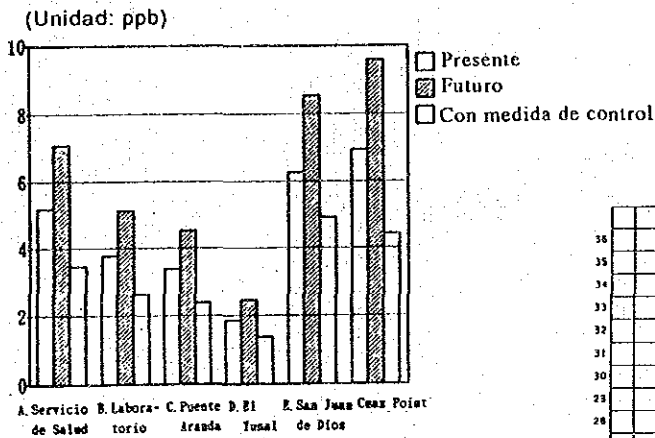


Fig. 8.3.3 Concentración de CO por casos computados

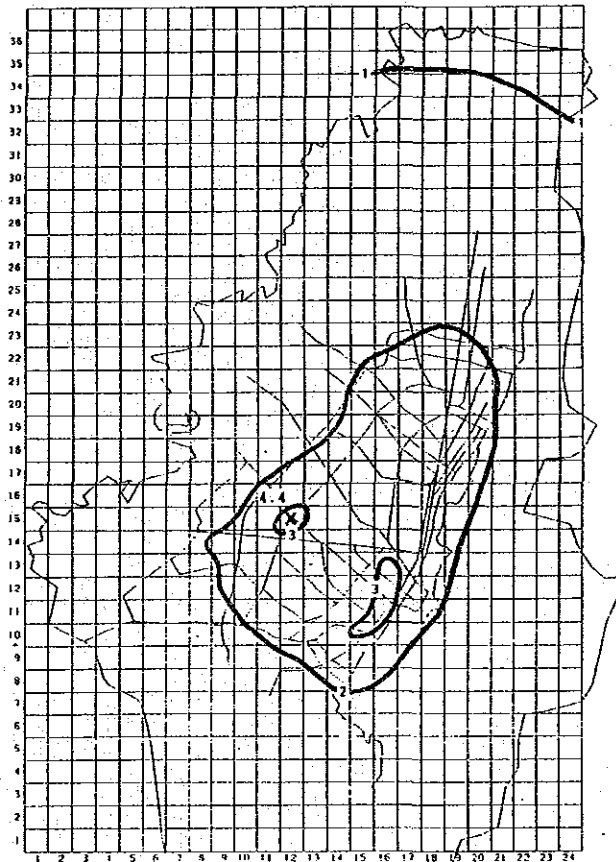


Fig. 8.3.4 Isopletas de concentración promedio del CO (Toda fuente)

**9. PROPOSICION DE LAS PAUTAS SOBRE
LAS MEDIDAS A ADOPTARSE**

9. PROPOSICION DE LAS PAUTAS SOBRE LAS MEDIDAS A ADOPTARSE

9.1 Metas

9.1.1 Criterios básicos

Santafé de Bogotá D.C. es el centro político y económico, como ciudad capital, de la República de Colombia. La población era de aproximadamente 4.200.000 habitantes en 1985 y actualmente continúa aumentando. Además, la economía y la industria también continúan su desarrollo. Como resultado de las intensas actividades urbanas que se vino experimentando junto con esta expansión de la población e industria, se han intensificado los fenómenos de contaminación del aire llegando a afectar la salud de la población. Según estudios por muestreo en relación a la situación de los pacientes de la Ciudad, desde 1985 las enfermedades de las vías respiratorias vienen representando la más alta incidencia en los pacientes.

Durante este período, tanto el gobierno como la Ciudad han estado procurando prevenir la contaminación del aire, pero según resultados del estudio realizado en esta oportunidad con la cooperación de JICA del Japón, la contaminación del aire de la zona de Bogotá debido al monóxido de carbono (CO) y el ozono (O₃) no satisfacen las normas de medio ambiente. Además, es alta la concentración de hidrocarburos no-metánicos (NMHC), que es una de las sustancias causantes de la emisión del ozono. En otras partes que, si bien satisfacen las normas ambientales, en una parte de la zona se observa una alta concentración del dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) y se confirmó que la concentración de partículas de materias en suspensión (SPM) señala un nivel alto en una amplia zona. Debido a que se estima que esta concentración de calidad del aire de la zona de Bogotá ha de elevarse aún más en virtud del desarrollo económico e industrial, es necesario que se elabore urgentemente el plan de prevención de contaminación atmosférica y se vayan tomando las medidas para contrarrestarla.

Estas pautas sobre medidas a adoptarse tienen como objeto proponer las bases para mejorar la calidad del aire, determinando las condiciones actuales de contaminación atmosférica y la fuente generadora y definiendo las metas del plan de prevención, las medidas para lograrlas y sus problemáticas. En cuanto a la zona para la ejecución del plan de medidas, se fija la zona que pertenece a la jurisdicción de la Secretaría Distrital de Salud de Santafé de Bogotá.

9.1.2 Metas del plan

Las metas del plan consisten en alcanzar y mantener las normas de medio ambiente de calidad del aire señaladas por el Decreto N° 2 de 1982 y N° 2206 de 1983 publicados sobre la base de la Ley de Saneamiento de 1979 (Ley N° 9). Debido a que los niveles fijados por las normas ambientales establecen valores de corto plazo como valores horarios y valores medios diarios, se establecieron los niveles de meta que se describe en la Tabla 9.1.1 convirtiendo la concentración media anual por el método indicado en el capítulo 7 y teniendo en consideración la altitud de la Ciudad. Además, con respecto al O₃ se establece como meta lograr indirectamente el valor de la norma ambiental de O₃ mediante la reducción de la concentración de los hidrocarburos no metánicos como sustancia causante. Este valor de meta, fue fijado provisoriamente tomando como referencia el valor norma vigente en Japón.

Tabla 9.1.1 Nivel de meta de calidad de aire

ÍTEMS	VALOR DE META AMBIENTAL (MEDIO ANUAL)
SO ₂	38,2 ppb
NO ₂	53,2 ppb
SP	100 µg/m ³
CO	3,6 ppm
NMHC	0,5 ppmC

9.1.3 Metas de reducción de sustancias contaminantes

Se establecen las metas de reducción teniendo en consideración que en virtud del desarrollo económico, la actual cantidad de emisión de sustancias contaminantes aumentaría alrededor del 40% para el año 2001. Las cantidades de reducción de cada una de las sustancias contaminantes se calcularon suponiendo una tasa de reducción que se describe a continuación.

Polvo :

La emisión desde fuentes fijas se reducirá 20% a corto plazo y 40% a mediano y largo plazo respectivamente.

Óxidos de nitrógeno (NO_x) :

La emisión desde calderas con combustión de petróleo crudo se reducirá 50% y la cantidad de emisión desde calderas con combustión de carbón se reducirá 17% respectivamente.

Óxidos de azufre (SO_x) :

La emisión desde fuentes fijas se reducirá 7% a corto plazo y 20% a mediano y largo plazo respectivamente.

Monóxido de carbono (CO) :

En general se reducirá 50%, pero en las zonas de alta concentración en los alrededores de los caminos se reducirá 60%.

Hidrocarburos no metánicos (NMHC) :

Se reducirá dos terceras partes de la emisión actual desde los vehículos.

Si estas restricciones surten efecto, se estima que para el año 2001 la cantidad de emisión de sustancias contaminantes resultaría como se indica en la Tabla 9.1.2.

Tabla 9.1.2 Estimación de la emisión de sustancias contaminantes en la Ciudad

Unidad* 1.000/año

SUBSTANCIAS CONTAMINANTES	SITUACIÓN ACTUAL	FUTURO (2001)	CON MEDIDAS
CO	288	398	193
HC	20	29	12
SOx	7,8	11,2	8,7
NOx	11	16	15
Polvo	2,2	3,2	1,8

9.2 Plan de Ejecución

9.2.1 Descripción General de las Medidas

(1) Orientación básica

Para alcanzar la reducción de sustancias contaminantes antes indicadas, es necesario que se modifiquen y se fortalezcan las normas de emisión. Es decir, deben ampliarse el alcance de establecimientos sujetos a la aplicación como fuentes fijas de emisión y adoptar las restricciones rigurosas del valor de norma, y con respecto a los vehículos es necesario que se establezcan nuevas normas de escape.

Como medidas, se propone que se lleven a la ejecución sin limitación de zonas y dentro de las zonas limitadas se establezcan las medidas adicionales que deben cumplirse. En cuanto al primer aspecto, deberá clasificarse en medidas que deben cumplirse a corto plazo y las que deben realizarse a mediano y largo plazo. El plazo a establecerse como

meta de las medidas, sería hasta 1995 en cuanto al plazo corto y el año 2001 en cuanto al plazo mediano, mientras que a largo plazo se incluirán las medidas que deben cumplirse a continuación del plazo mediano.

Entre las medidas a tomarse, deberán iniciarse lo antes posible todo lo relacionado con la organización y el régimen administrativo, para lo cual es necesario que se asegure la ejecución de las demás medidas de carácter técnico procurando que se vayan complementando a mediano y largo plazo.

(2) Medidas a ejecutar sin limitar la zona (desde el aspecto del régimen)

1) Modificación y fortalecimiento de las normas de emisión

Es necesario que se modifiquen y se fortalezcan con mayor rigurosidad las normas de emisión. Especialmente con respecto a los vehículos, será necesario la introducción de nuevas normas. En cuanto a las fuentes fijas de emisión, deberán adoptarse valores de normas más estrictas ampliando el objetivo de las restricciones.

2) Formación de supervisores de las fuentes fijas de emisión

Para que las fuentes fijas de emisión sean operadas eficientemente y se reduzca la emisión de sustancias contaminantes, deberán formarse los técnicos de combustión, técnicos de mantenimiento de instalaciones, técnicos de medición de sustancias contaminantes, etc. Sobre la base de esta premisa, deberá estructurarse el esquema que permita alcanzar voluntariamente las normas de emisión por parte de los empresarios.

3) Fortalecimiento de la vigilancia de las fuentes fijas de emisión

Deberá introducirse el régimen de calificación para las personas que se dediquen a la operación e inspección de las fuentes fijas de emisión y fortalecer el sistema de vigilancia de las condiciones de operación por organismos administrativos públicos.

4) Modificación del régimen de inspección y matriculación de vehículos

Para la inspección de vehículos, deben establecerse los ítems de acondicionamiento a cumplir periódicamente y que sean necesarios para restringir la emisión de gases y modificar el régimen estableciendo como requisito de matriculación y aprobación de las normas fijadas. Con ese fin, debe estructurarse la organización para incorporar los talleres privados de mantenimiento de vehículos necesarios e introducir los equipos

necesarios como los dispositivos de medición de emisión de gases con el motor en marcha en vacío.

- 5) Introducción del régimen de aprobación de modelos en relación a la emisión de gases de vehículos.

Establecer el régimen que fije como condición de matriculación de nuevos modelos de vehículos, la verificación de la emisión de gases bajo la condición de marcha real que satisfaga las normas de emisión. Establecer el organismo oficial de inspección que realice unificadamente esta inspección introduciendo aquí el dinamómetro de vehículo como equipo de inspección.

- 6) Educación de los conductores de vehículos

Simultáneamente con el régimen de renovación de las licencias de conductor, deberán realizarse periódicamente las divulgaciones del método de conducción que contribuya a la reducción de sustancias contaminantes y del método de conducción de vehículos.

- 7) Restricciones para los vehículos con motor diesel

Restringir el tránsito de vehículos con motor diesel en la zona céntrica de la Ciudad.

- 8) Revisión del régimen tributario de vehículos

Revisar el régimen de aplicación del impuesto a los vehículos de manera que refleje el grado de contribución en la prevención de la contaminación atmosférica, para fomentar la conversión a vehículos de modelos nuevos o vehículos tratados con medidas de mejoramiento.

- 9) Prevención de la evaporación de hidrocarburos

Para restringir la emisión por evaporación de hidrocarburos utilizados como combustible, solvente, etc., deberán investigarse los objetivos de restricción y métodos de restricción para que en el futuro sean adoptados como régimen.

- 10) Subvención para las inversiones privadas para las medidas contra la contaminación pública

Para las personas que, entre aquellos propietarios de fuentes fijas de emisión y de vehículos, realicen inversiones para las medidas contra la contaminación pública, deberá establecerse un régimen de subvención oficial para fomentar el cumplimiento

de las medidas. Como métodos de subvención, podrán adoptarse las medidas de exención del impuesto a la renta, financiación a largo plazo con bajo interés, subsidios, etc. según su aplicación.

11) Revisión de la utilización de tierras

Deberá revisarse el plan de urbanización orientando hacia una estructura urbana del tipo de baja contaminación. Por ejemplo, la introducción de planes que contemplen las medidas para lograr la estructura de subcentros múltiples, reordenamiento del tránsito masivo, traslado de fábricas, ampliación de áreas verdes, etc.

(3) Medidas a ejecutar sin limitación de zonas (a corto plazo)

1) Mejoramiento de la combustión

Deberán introducirse los instrumentos de control especialmente en las instalaciones de combustión de gran escala que constituyen las fuentes fijas de emisión, para que se logre la combustión eficiente y la reducción de emisión de polvo y reducción del consumo de combustible.

2) Mejoramiento o conversión del combustible

Mezcla de combustible ligero dentro del combustible de calderas grandes con combustión de petróleo crudo para reducir el contenido de azufre y reducir la emisión de óxidos de azufre (SOx). Asimismo, reducir la emisión del monóxido de carbono e hidrocarburos agregando en la gasolina los aditivos oxigenantes como MTBE (tercer éter butílico de metilo o ETBE (tercer éter butílico de etilo).

3) Introducción de colectores de polvo

En las grandes fuentes fijas de emisión deberán introducirse los colectores de polvo (separadores ciclónicos, lavadoras, etc.) y reducir la cantidad de emisión de polvo.

4) Reducción de la pérdida térmica

Deberán mejorarse las características de aislamiento térmico de las instalaciones de combustión para reducir las pérdidas térmicas, ahorrar combustible y reducir la emisión de sustancias contaminantes. Esto permitirá reducir los costos del combustible y la recuperación de los recursos invertidos en instalaciones.

5) Reforma de los vehículos viejos a gasolina

Reducción del monóxido de carbono e hidrocarburos mediante la reforma que consiste en introducir el aire secundario dentro del múltiple de admisión y múltiple de escape y la introducción del catalizador.

6) Prevención de la dispersión del polvo de tierra

Deberá prevenirse la dispersión del polvo de tierra desde las excavaciones de tierra y durante el procesamiento y transporte de materiales de tierra. Con ese fin, se procurará la introducción de instalaciones de rociado de agua, campanas colectoras de tierra, edificios, muros o caminos de trabajo con pavimento temporario y ampliación de plantación en huella de excavación.

(4) Medidas a ejecutar sin limitación de zonas (a mediano y largo plazo)

1) Mejoramiento de combustión

Deberán introducirse los quemadores de bajo nivel de óxidos de nitrógeno en calderas con combustión de querosín de mayor envergadura para reducir la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx).

2) Mejoramiento o conversión del combustible

Además del mejoramiento de las medidas a corto plazo, se reducirá principalmente la emisión de óxidos de azufre (SOx) mediante la reducción del contenido de azufre de la gasolina, control de granulometría del carbón, conversión a gas natural del combustible de los hornos por tandas para la industria cerámica.

3) Introducción de colectores de polvo de alta eficiencia

En las fuentes fijas de emisión de gran escala deberán introducirse los colectores de polvo de rendimientos más altos que las adoptadas para las medidas a corto plazo para reducir la emisión de polvo.

4) Reconstrucción de la red de rutas de trolebús

Deberá planificarse la reiniciación del transporte por la nueva empresa mixta de trolebús a constituir e integrar la red de rutas. Con las 8 rutas planificadas, se estima absorber el 5% de los pasajes urbanos y con ello se espera la reducción del tránsito

automotor equivalente y la reducción del 5% de emisión de sustancias contaminantes.

5) Construcción de ferrocarriles de pasajeros

Durante el primer período (hasta el año 1995) de explotación, la empresa estatal brindará los servicios ferroviarios de pasajeros en una extensión de aproximadamente 23km. Finalmente, se estima que con la red ferroviaria de una extensión de 44km pueda absorberse aproximadamente el 15% de los pasajes urbanos. Esta línea ferroviaria está planificada de manera que se constituya una estructura de transporte de pasajeros disponiendo las estaciones en combinación con la red de rutas de trolebús. En vista de que los automovilistas pasarán a ser pasajeros, se estima una reducción considerable del tránsito de vehículos, esperándose la reducción del 15% de la emisión de gases.

6) Mejoramiento del sistema de buses

Debido a que en el futuro, el bus de bajo costo y práctico sería indudablemente el medio principal de transporte de pasajeros, se reducirá la contribución de la contaminación atmosférica mediante las siguientes mejoras.

- Para agilizar el servicio de buses en las principales rutas de buses, deberán introducirse las reformas como el establecimiento de troncales exclusivos, estaciones exclusivas, promoción de los cruces a distinto nivel, mejoramiento de la estructura de los cruces en el mismo nivel, etc.
- Mejorar el método de cobranza de las tarifas de transporte para acortar el tiempo de parada para la bajada y subida y contribuir a la agilización del flujo del tránsito.
- Analizar la introducción de buses de tamaño mayor para reducir la cantidad total de unidades.

(5) Medidas con limitación de zonas

1) Zonas linderas a los grandes cruces

En general, en las zonas linderas a las rutas troncales tienden a ser zonas de alta contaminación local debido a la gran densidad del tránsito motorizado y esta tendencia se hace notable en los alrededores de los grandes cruces. En consecuencia, alrededor de estos lugares sería deseable que se restrinja la construcción de viviendas y establecer los terrenos baldíos que constituyan una zona de amortiguación para

aminorar las dificultades de la dispersión de sustancias contaminantes por la construcción de grandes edificios y evitar los perjuicios contra la salud.

2) Fuentes fijas de emisión específicas

En cuanto a la contaminación local debido a las fuentes fijas de emisión, más que la magnitud de la fuente de emisión, los efectos suelen ser mayores por la cercanía entre el punto de emisión y las viviendas de los alrededores. Es decir, la emisión del humo a distancias muy próximas, tiende a producir una contaminación más alta penetrando el humo en los terrenos aledaños sin la suficiente dispersión. Si bien es cierto que en las grandes fuentes de emisión de humo deben tomarse las medidas prescindiendo de la ubicación, en el caso de las pequeñas fuentes de emisión de humo que no se incluyen dentro de esta categoría, puede resultar una medida eficaz la reducción de la concentración a nivel del suelo elevando sencillamente la altura de las chimeneas.

9.2.2 Gastos de las Medidas

Los gastos requeridos para las medidas propuestas serán los que se describen en la Tabla 9.2.1 exceptuando las medidas de transporte para los cuales se ha estimado ya el plan de recursos como inversiones de construcción.

Tabla 9.2.1 Estimación del monto total de gastos de las medidas

	MEDIDAS A CORTO PLAZO		MEDIDAS A MEDIANO Y LARGO PLAZO INVERSIONES PRIVADAS
	INVERSIONES PRIVADAS	INVERSIONES PUBLICAS	
Medidas contra las fuentes fijas de emisión	2.490	1	2.210
Medidas contra las fuentes móviles	120	2.891	76.000
Total	2.610	2.891	78.210

El monto total de inversiones privadas para instalaciones en la Ciudad fue de aproximadamente 37.000 millones de pesos durante el año 1987. En cambio, el monto de inversiones privadas para las medidas a corto plazo es de aproximadamente 650 millones de pesos de promedio anual para los 4 años entre 1992 y 1995 que equivale al 1,8% del total de inversiones en instalaciones y el monto total de inversiones privadas para las medidas a mediano y largo plazo sería aproximadamente del doble del total de inversiones en instalaciones.

Los ingresos totales de la Ciudad en 1988 fue de 77.700 millones de pesos. En cambio, la inversión pública será de aproximadamente 700 millones de pesos como promedio anual de 4 años, equivalente al 0,9% del total de los ingresos de la Ciudad.

Además, se dice que las autoridades municipales han planificado un egreso de 50 millones de pesos anuales del presupuesto ordinario para el mantenimiento del sistema de monitoreo.

9.2.3 Promoción del plan

(1) Organización de ejecución

Los organismos de coordinación general de las medidas contra la contaminación atmosférica son la Ciudad de Bogotá y el Ministerio de Salud, y con ellos colaborarán diversos organismos gubernamentales a cargo de las áreas relativas y las organizaciones autónomas vecinas a la Ciudad. Los organismos administrativos establecerán las comisiones de coordinación para fiscalizar el progreso de los planes concretando los planes de medidas tratando de conciliar con los planes socioeconómicos, proyectos urbanos, planes de transporte, etc. ya establecidos.

Para la ejecución de los planes, se solicitará la participación y cooperación activa de la población y los empresarios, contemplando la conservación de un ambiente saludable y la estabilidad de la vida de la población.

Cada poblador de la ciudad debe de estar consciente de que por una parte son víctimas de las actividades productivas y del uso de vehículos, pero también pueden ser victimarios y deberán asumir la función de cooperar activamente con las medidas establecidas por los organismos administrativos.

Los empresarios, a la vez que deben contribuir enormemente en el desarrollo socioeconómico a través de las actividades productivas y de transporte, deben tomar conciencia de la responsabilidad social que ofrece efectos no despreciables en la vida de la población y es necesario que se esfuercen voluntariamente y colaboren activamente en el logro de las metas y las medidas establecidas por los planes.

(2) Organización de vigilancia

1) Vigilancia de la calidad del aire

Es necesario que se realice el monitoreo continuo para determinar si la calidad de la atmósfera está satisfaciendo las normas ambientales o si las medidas están surtiendo efectos.

Se recomienda que no sólo se mantenga las estaciones de medición automática establecida con motivo de este estudio, sino que se sigan realizando las mediciones de polvo en las 13 estaciones, como se vinieron realizando desde antes en la Ciudad.

Además, con respecto a los puntos donde exista la posibilidad de emisión de alta concentración, sería necesario la vigilancia no-periódica por métodos sencillos de medición.

2) Vigilancia de las fuentes de emisión

En relación a las fábricas, para lograr la estricta aplicación de las restricciones de emisión correspondientes a las fuentes de emisión, deberá obligarse a los empresarios el cumplimiento de la autovigilancia y el mejoramiento voluntario, fortaleciendo al mismo tiempo la organización municipal de inspección interviniendo las fábricas. Además, deberán continuarse los estudios del consumo de combustible, situación de la emisión de sustancias contaminantes de la atmósfera, datos de las chimeneas, etc.

En relación a los vehículos, es necesario que se trate de recopilar las informaciones estadísticas investigando anualmente el volumen del tránsito de la zona, composición por tipos de vehículos y al mismo tiempo la cantidad de unidades por clase de motores, cilindrada y cantidad de unidades matriculadas por primera vez. Por otra parte, al poner en vigencia las restricciones de escape de gases de vehículos, es necesario que se adopte el sistema de medición de emisión de sustancias contaminantes (dinamómetro y dispositivo de análisis de emisión de gases) para verificar los efectos de las restricciones, investigando y elaborando el estilo de marcha de la zona, y el modo de las restricciones.

3) Uso de las informaciones del ambiente

Para analizar rápidamente los resultados del monitoreo y tomar sistemáticamente las medidas contra esos resultados, es necesario que se vaya estructurando el sistema de control integral de las informaciones de las condiciones ambientales, elaborando la base de datos en torno a los datos de medición de la concentración de calidad del aire, meteorología y los datos de las fuentes de emisión.

9.3 Resumen

En la Figura. 9.3.1 se describen esquemáticamente las medidas propuestas como conclusión del presente Estudio.

A raíz de estas medidas, se describirá a continuación las medidas importantes que son imprescindibles para mejorar radicalmente la estructura de la contaminación atmosférica de la zona de Bogotá.

Aspectos importantes de las medidas relacionadas con los vehículos

- Modificación de las normas de emanación de los vehículos
- Modificación del régimen de inspección y matriculación de vehículos
- Introducción del régimen de aprobación de modelos en relación a la emisión de gases de vehículos
- Revisión del régimen tributario de vehículos
- Reducción de CO y HC de los vehículos a gasolina basado en el control de emisión de gases y el régimen de inspección de vehículos
- Suministro de gasolina con bajo contenido de azufre
- Reducción del volumen del tránsito de vehículos basándose en la mejora del transporte masivo así como del de trenes de pasajeros

Aspectos importantes de las medidas relacionadas con las fábricas

- Fortalecimiento de las normas de emisión de gases emitidas
- Mejoramiento de la combustión y conversión del combustible
- Reducción de la pérdida térmica
- Introducción de colectores de polvo en las instalaciones grandes
- Prevención de la dispersión del polvo de tierra

Otros aspectos importantes de las medidas

- Subvención para las inversiones privadas para las medidas contra la contaminación pública

Categoría	Tipo de medidas	Medidas a corto plazo	Medidas a largo plazo
Medidas tomadas por revisión institucional	Revisar el estándar de emisión	<ul style="list-style-type: none"> Implementar estándar para fuentes estacionarias Establecer un estándar para fuentes móviles 	
	Instruir al operador de fuentes estacionarias	<ul style="list-style-type: none"> Instruir al controlador de combustión Instruir al inspector de calderas Instruir al guardián sobre descarga de humo Establecer una organización o división interna para hacer frente a esas tareas Buscar un instituto de investigación sobre tratamiento de la combustión y gases de escape 	
	Implementar reglamentación para fuentes estacionarias	<ul style="list-style-type: none"> Establecer sistema de calificación para el gerente de combustión Establecer sistema oficial de inspección de calderas Establecer sistema oficial de vigilancia para descarga de humo Establecer sistema de autocontrol y registro de datos Investigar medidas correspondientes urgentes en caso que se haya causado intensa contaminación no intencionada 	
	Revisar el sistema de registro e inspección de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> Designar oficina de registro para vehículos usados en Bogotá Introducir examen periódico obligatorio y aviso cuando se modifica el registro anual Estipular requisitos para talleres privados de reparación a los que se asigne el examen periódico Reanudar inspección del gas de escapes a marcha lenta Instalar equipos de medición mencionados arriba en talleres privados de reparación y oficinas de registro Estipular detalle de inspección, tal como requisitos para cumplir con método e intervalo de inspección 	
	Establecer sistema de aprobación por tipo para gases de escape	<ul style="list-style-type: none"> Establecer sistema de aprobación para emisión de gas en modelos nuevos Buscar una nueva organización para atender la presentación de pedido de aprobación del tipo Instalar dinamómetros de chasis en la nueva organización de inspección 	
	Instrucción general a conductores sobre operación de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar inspección periódica y mantenimiento del vehículo Evitar arranque y aceleración rápida Evitar marcha lenta por largo tiempo Cambio al sistema público de tránsito Evitar el estacionamiento al borde de la calle Conducir a la velocidad apropiada Chequear el vehículo antes de iniciar una jornada conduciendo Afinar la relación aire/combustible de acuerdo a la altura del lugar en que usará el vehículo 	
	Tratamiento de vehículos a diesel	<ul style="list-style-type: none"> Restringir tráfico de vehículos diesel en Bogotá 	
	Revisar el sistema impositivo para vehículos	<ul style="list-style-type: none"> Introducir sistema progresivo de evaluación según la antigüedad de los vehículos Reducción de impuestos para los vehículos ya tratados según la reducción de emisión de contaminantes Plan para incrementar totalmente las contribuciones y asignar ingresos extras a un fondo que provea subsidios a quienes toman medidas de control de emisión 	
	Revisar el sistema de protección contra la evaporación de hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> Comprender situación actual de las instalaciones en cuestión Investigar las mejoras producidas en esas instalaciones Investigar la técnica de medición de emisiones de HC Preparar directivas para la reducción de emisión de HC 	
	Establecer sistema de subsidios a la inversión privada en control de contaminación del aire	<ul style="list-style-type: none"> Reducir los impuestos a los ingresos de las pequeñas empresas que hayan invertido en medidas de control de la contaminación Establecer un sistema de préstamos a bajo interés y largo plazo para la inversión en equipos de control de la polución o trasladar las instalaciones fuera de la ciudad Aplicar el mismo sistema a propietarios de buses a cargo del transporte público cuando cambien sus buses por nuevas unidades o adopten medidas para controlar la polución Asistir con subsidios a propietarios de vehículos privados para que instalen unidades catalizadoras en sus unidades 	
Considerar reorganización del uso de la tierra en la ciudad	<ul style="list-style-type: none"> Reconstruir estructura al tipo multicentralizado para dispersar el bloqueol del tránsito concentrado en la zona central Conectar los multicentros con sistema de transporte público en masa que no emita gases contaminantes Estimular aquellas fábricas difícil de adoptar medidas contra polución del aire para que se trasladen fuera de la ciudad, y al mismo tiempo restringir nueva construcción o extensión de fábricas propensas a causar contaminación Conservar áreas verdes en la ciudad y promover forestación alrededor de intersecciones y borde de calles principales 		

Fig. 9.3.1 (1) Sistema de medidas

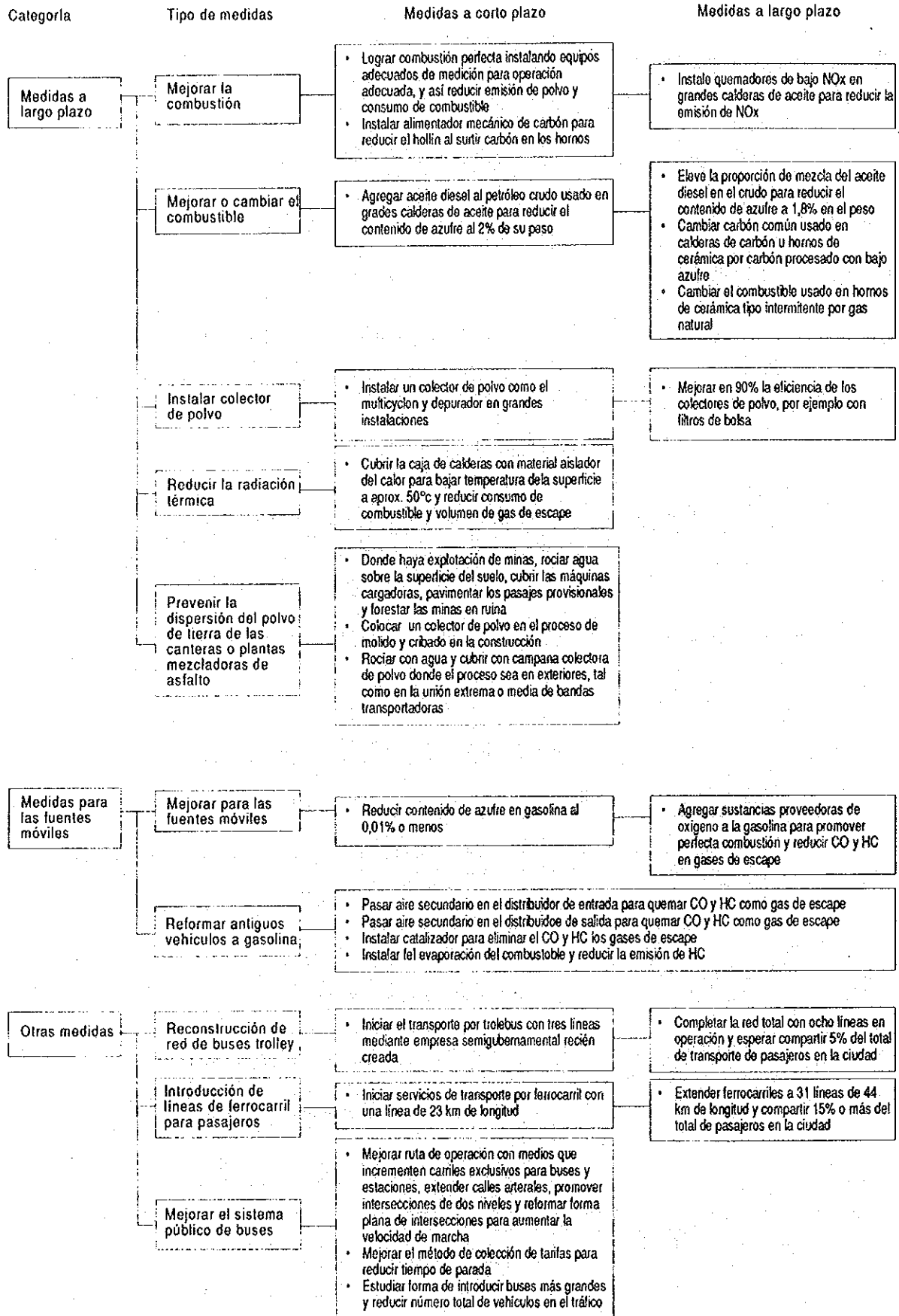


Fig. 9.3.1 (2) Sistema de medidas

111