



2008-2013

**PROGRAMA PARA
MEJORAR LA
CALIDAD DEL
AIRE DEL GRAN
ÁREA
METROPOLITANA
DE COSTA RICA**

UNA UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA
ANIVERSARIO



I. Presentación: Los motivos y retos.....3

II. Normas de calidad del aire y salud ambiental.....8

III. Propósito General21

IV. Metas y estrategias.....26

I. PRESENTACIÓN: LOS MOTIVOS Y RETOS

El Gran Área Metropolitana de Costa Rica (GAM) con tan solo un 4% del territorio (2084 km²) alberga el 75% de la flota vehicular, 70% de la industria nacional y el 60% de la población del país, según datos del último censo de población realizado (INEC, 2000). Esta concentración importante de actividades comerciales e industriales en un área geográfica tan pequeña, caracterizada por un patrón de crecimiento urbano histórico, de forma radial, el cual genera nuevas áreas en adición a las que ya gravitan sobre las infraestructuras urbanas existentes, hace cada día más deficiente la operación de las ciudades que conforman esta región, causando un deterioro considerable en la calidad del aire que se respira.

En la GAM entre 1991 y 2000 se experimentó un crecimiento mucho más rápido del consumo de gasolina que de diesel. Esto indica que gran parte del nuevo consumo es para uso de vehículos particulares y no de trabajo y que la motorización crece en esta región de manera muy rápida al igual que en el resto del país. La estructura de la flota vehicular costarricense es muy diferente a la que prevalece en los países desarrollados, por supuesto lo más importante es su VEJEZ: la edad de la flota vehicular en Costa Rica es muy alta. Pero también es diferente su composición. En Costa Rica la proporción de motocicletas y autobuses es mucho más alta, además la cantidad de automóviles diesel es mucho menor que en los países europeos (Pujol, 2004).

A pesar de la crisis energética, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes ha realizado esfuerzos importantes con el propósito de expandir y mejorar el servicio del transporte público y ordenamiento vial de la Gran Área Metropolitana, con el objetivo de contribuir a reducir los niveles de contaminación, para lo cual ha venido ejecutando los siguientes proyectos:

- Construcción de radiales para el descongestionamiento del tránsito vehicular, mediante el cual se están ejecutando seis radiales que permiten

mayor fluidez del tránsito urbano, entre ellas: San Francisco-Zapote, Moravia-San Isidro de Coronado, Cartago-Paraíso.



- Implementación del Sistema Automatizado de Semáforos del centro de San José.
- Construcción de pasos a desnivel en el Área Metropolitana.
- Reactivación del Sistema Ferroviario Nacional con expansión de horarios y rutas para sus usuarios.
- Proyecto de Sectorización del Transporte Público con siete rutas intersectoriales.
- Restricción de placa vehicular.

Las situaciones anteriormente descritas aunadas al contenido de azufre en los combustibles, el cual alcanzaba para el año 2007, 0,38% para el caso del diesel y hasta un 2,2% para el búnker utilizado en calderas industriales según datos de la Refinadora Costarricense de Petróleo, hace que en esta región del país se emitan al aire gran cantidad de contaminantes tanto en estado gaseoso como particulado, exponiendo a la población urbana a concentraciones que superan en ocasiones los límites recomendados por las autoridades nacionales e internacionales de salud, principalmente con aporte del parque automotor (Herrera, 2006).

Debido a lo anterior, los habitantes del Gran Área Metropolitana exigen el abatimiento de la contaminación atmosférica en esta región del país. Esta exigencia es un apremio cotidianamente reiterado en público y en privado por todos los sectores sociales, que se ve continuamente reforzado por la difusión de nueva información relativa a los efectos, que sobre la salud de la población, generan los niveles alcanzados por algunos contaminantes. Por ello, la respuesta tanto del gobierno central como de los gobiernos locales involucrados no puede esperar y debe responder a las más altas expectativas sociales.

En este contexto, y para que los procesos vitales que mantienen el funcionamiento y generan el crecimiento del Gran Área Metropolitana no sigan deteriorando la calidad del aire, es necesario iniciar de inmediato un gran número de acciones eficaces y complementarias, que incluyan a todos los sectores de la sociedad, y que produzcan beneficios claros y permanentes a la población; tales acciones han quedado comprendidas en el marco del *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica*.

El programa tiene como propósito general proteger la salud de la población que habita la zona metropolitana del país, abatiendo para ello de manera gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica. Se fundamenta y se organiza a partir del desarrollo de un nuevo marco conceptual que aborda el problema de la contaminación atmosférica con un enfoque sistémico e integrador, y que aprovecha el conocimiento que tenemos hasta ahora de los problemas ambientales, de las tecnologías relevantes y de las experiencias propias e internacionales. Asimismo, ha sido concebido para un horizonte que de acuerdo a los estándares conocidos permita ir resolviendo, de manera realista, el complejo problema de la contaminación atmosférica desde sus causas.

Las soluciones de fondo empiezan por la inducción de un *cambio cultural* profundo y duradero que modifique de raíz nuestra relación con la ciudad y con el medio ambiente. Esto es, se trata de propiciar un cambio gradual pero progresivo en aquellos esquemas de valores y de prioridades de la gente para hacer que se correspondan con un proyecto realista de desarrollo urbano sustentable.

Esto significa que, como las soluciones propuestas no son gratuitas y la determinación de avanzar en ellas implica necesariamente que los costos inherentes a su aplicación tengan que ser de alguna manera distribuidos entre todos los sectores que contribuyen al problema, éstos últimos deberán mantener un mínimo de buena disposición para aceptar y asumir la parte que les corresponda.

No sobra decir a este propósito, que dicha distribución habrá de ajustarse a criterios que aseguren el escenario más justo posible.

Dicho lo anterior, resulta evidente que la calibración de las intensidades de aplicación de las medidas propuestas dependerá fundamentalmente del ánimo de corresponsabilidad y de la disposición al cambio de parte de la sociedad metropolitana. Esto es, la sociedad y los gobiernos central y locales habrán de decidir conjuntamente sobre las intensidades y los tiempos de las acciones de combate a la contaminación atmosférica, en el entendido de que un problema tan serio y tan apremiante, y que se ha ido gestando paulatinamente a lo largo de décadas, nunca podrá resolverse ni en lo inmediato ni con paliativos recurrentes. Sólo en la medida en la que se logre convencer a los miembros de la sociedad de su corresponsabilidad en la obtención de soluciones de fondo, se podrá proteger adecuadamente la salud de las generaciones actuales, y salvaguardar la de las generaciones futuras.

Las medidas adoptadas en los últimos años tendientes a frenar el deterioro de la calidad del aire del país, tales como la revisión técnica vehicular han generado buenos resultados: la tendencia alcista de ciertos contaminantes atmosféricos, por ejemplo, el material particulado PM 10 que para el año 1997 (Alfaro, 1998) alcanzaba como promedio anual 62 ug/m^3 (actualmente en 44 ug/m^3), ha sido controlada de forma tal que en los últimos años la velocidad de crecimiento anual se encuentra en 0,3% anual muy por debajo de los valores registrados en otras urbes latinoamericanas.

Sin embargo, la dinámica de la contaminación atmosférica es a tal grado compleja, que su evolución nos ha ido revelando dimensiones poco exploradas e incluso desconocidas anteriormente. En este sentido, se ha observado que ciertos contaminantes han alcanzado niveles poco aceptables desde cualquier punto de vista, pues los efectos que producen sobre la salud son tan preocupantes como

los que provocan sobre los ecosistemas. Este es el caso de los gases asociados a los procesos de combustión tales como el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno para los cuales se alcanzan niveles que sobrepasan las normas de calidad del aire, en ciertos puntos de ciudades como San José y Heredia.

La situación no es grave pero hay que aceptar la amplitud y profundidad de los procesos que determinan el problema; este se encuentra muy lejos de estar resuelto y de confrontarlo desde sus raíces su evolución en el tiempo puede ir acumulando cada vez mayores complicaciones.

Por ello, uno de los propósitos del *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica* es enfatizar que los esfuerzos de la sociedad y de los gobiernos deben ser encauzados a partir de conceptos de mayor integración y alcance, que se reconozcan dentro de un *proyecto de ciudad* en el sentido más amplio del término; esto es, que se considere al fenómeno urbano como un sistema abierto y dinámico que incluye e interrelaciona a la calidad del medio ambiente con el funcionamiento de mercados, con procesos vitales como el transporte público y privado, con la estructura vial, con la organización espacial de la ciudad y los patrones de usos del suelo, con el estado de las tecnologías, con generación de energía a base de fuentes renovables, con eficiencia energética, con los sistemas de información, con los hábitos y las costumbres de la población y, en general, con la cultura urbana y las tendencias inherentes al desarrollo metropolitano.

Dra. María Luisa Ávila
Ministra de Salud

Dr. Roberto Dobles
Ministro de Ambiente y Energía

Dr. Olman Segura Bonilla
Rector Universidad Nacional

Dra. Karla González
Ministra de Obras Públicas y Transportes

II. NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE Y SALUD AMBIENTAL

Normas de calidad del aire

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de los grupos de mayor susceptibilidad en particular, para lo cual se incluye un margen adecuado de seguridad. En nuestro país, no existen los recursos ni la infraestructura para realizar estudios epidemiológicos, toxicológicos y de exposición, ni en animales ni en seres humanos, por lo que las normas se establecieron fundamentalmente tomando en cuenta los criterios y estándares adoptados en otros países del mundo. Las normas vigentes de calidad del aire fueron dictadas por el Ministerio de Salud en el decreto 30221-SALUD publicado en el Diario Oficial la Gaceta el 21 de marzo de 2002, sin que hasta la fecha se haya realizado una revisión rigurosa de los estándares que esta contempla.

Tabla I. Valores normados para contaminantes del Aire en Costa Rica

| Contaminante | Valores límite | |
|--|--|--|
| | Exposición Aguda | Exposición Crónica |
| Dióxido de Nitrógeno (NO₂) | 400 µg/m ³ (Promedio aritmético en una hora) | 100 µg/m ³ (Promedio aritmético anual) |
| Dióxido de Azufre (SO₂) | 365 µg/m ³ (Promedio aritmético en 24 horas) | 80 µg/m ³ (Promedio aritmético anual) |



| Contaminante | Valores límite | |
|---------------------------------|--|--|
| | Exposición Aguda | Exposición Crónica |
| Monóxido de Carbono (CO) | 40 mg/m ³ (Promedio aritmético en una hora) | 10 mg/m ³ (Promedio aritmético en 8 horas) |
| Ozono (O₃) | 160 µg/m ³ (Promedio aritmético en una hora) | |
| Partículas PM10 | 150 µg/m ³ (24 horas) | 50 µg/m ³ (Promedio Anual) |

Valores publicados en el *Diario Oficial La Gaceta del 21 de marzo de 2002*

Los contaminantes generados en el Gran Área Metropolitana se miden actualmente en las ciudades de San José, Heredia y Belén como parte de un programa de colaboración entre el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA, el Ministerio de Salud y los gobiernos locales de cada una de estas ciudades, a través de procedimientos estandarizados a nivel internacional y son representativos de la calidad del aire promedio que se respira en la región. Las estaciones fijas de monitoreo, están localizadas de acuerdo a los criterios establecidos en el decreto 30221-SALUD y se ubican generalmente en sitios representativos de distintas fuentes de contaminantes. El respaldo de la validez técnica de los resultados se sustenta en la acreditación bajo la norma INTE-ISO/IEC-17025:2005 de los siguientes ensayos: partículas PM10, dióxido de nitrógeno tanto por difusión pasiva como método activo, dióxido de azufre por método activo, monóxido de carbono, aniones (cloruro, sulfato y nitrato) en material particulado PM 10, otorgado por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) al Laboratorio de Análisis Ambiental.

Las estaciones de monitoreo utilizan una combinación de técnicas activas y pasivas de forma tal que se garantice su sostenibilidad en el tiempo. A partir del año 2007, se incorporó el análisis de metales pesados (plomo (Pb), cromo (Cr), manganeso (Mn), níquel (Ni), cobalto (Co), aluminio (Al), vanadio (V), Cobre (Cu), Hierro (Fe)) presentes en el material particulado PM10.

Tabla II. Contaminantes monitoreados actualmente en el Gran Área Metropolitana

| Contaminante | Cantidad de Estaciones | Frecuencia de Medición | Metodología Utilizada | Antigüedad de la estación |
|---|---|---|---|----------------------------------|
| Partículas PM10 | 02 (San José) 02 (Heredia) 01 (Belén) | Muestreos de 24 horas (Tres veces por semana) | Muestreador de aire de alto volumen | 2003 2005 2006 |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | 14 (San José) 10 (Heredia) 11 (Belén) | Muestreo mensuales | Difusión pasiva | 2003 2005 2006 |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | 10 (San José) 6 (Heredia) 5 (Belén) | Muestreo mensuales | Difusión pasiva | 2006 |
| Aniones (cloruro, sulfato y nitrato) en partículas PM10 | 02 (San José) 02 (Heredia) 01 (Belén) | Muestreos de 24 horas (Tres veces por semana) | Muestreador de aire de alto volumen/ Cromatografía de Intercambio Iónico con supresión | 2003 2005 2006 |

| Contaminante | Cantidad de Estaciones | Frecuencia de Medición | Metodología Utilizada | Antigüedad de la estación |
|-------------------------------------|---|--|--|----------------------------------|
| Metales pesados en partículas PM 10 | 02 (San José) 02 (Heredia) 01 (Belén) | Muestreos de 24 horas (Una vez por semana) | Muestreador de aire de alto volumen/Absorción Atómica con horno de grafito | 2007 |

El avance en la tecnología y en el conocimiento científico sobre los efectos de la contaminación en la salud, marca una tendencia a equipar las estaciones con sensores remotos de largo alcance y con instrumentos de medición de compuestos tóxicos, así como a complementar la información obtenida con datos del análisis microambiental.

La exposición de los habitantes de la GAM a los contaminantes no es siempre igual a la concentración medida en las estaciones de monitoreo. Este hecho es particularmente notorio con los contaminantes que presentan un fuerte gradiente de concentración espacial, como los óxidos de nitrógeno. En Costa Rica, los estudios de exposición real a contaminantes se encuentran poco desarrollados sin que a la fecha se cuente con un acervo significativo de información al respecto.

Para que exista un efecto en la salud de un individuo, éste debe estar expuesto al contaminante, es decir, entrar en contacto físico con él. El patrón de exposición de una persona a un contaminante depende de tres factores principales:

- el tiempo que la persona pasa en diferentes microambientes como la casa, la oficina, la escuela, el automóvil, el autobús o caminando por alguna calle congestionada;
- la concentración de contaminantes presente en cada uno de estos microambientes; y

- la tasa ventilatoria de la persona, que es determinada por el tipo de actividad que realiza (dormir, caminar, hacer ejercicio intenso, etc.).

Estudios recientes realizados en los Estados Unidos han comprobado que aún en situaciones en las que se satisfaga la norma de calidad del aire en estaciones de monitoreo, un número considerable de habitantes puede experimentar niveles de exposición que están por arriba de la norma (Hartwell et al, 1984). Por este motivo, resulta indispensable complementar las mediciones rutinarias ambientales con mediciones realizadas en diferentes microambientes intra y extramuros. Por lo tanto, un análisis formal del riesgo por exposición a los contaminantes atmosféricos debe combinar esta información microambiental con información sobre los patrones de actividad de diferentes grupos de personas. Sólo de esta forma se podrán estimar los porcentajes de la población que se encuentra expuesta a concentraciones por arriba de la norma de calidad del aire.

A continuación se describen algunas consideraciones sobre los contaminantes del aire de mayor interés en la GAM:

Ozono

Resultados de numerosos estudios indican que la exposición a ozono puede ocasionar inflamación pulmonar, depresión del sistema inmunológico frente a infecciones pulmonares, cambios agudos en la función, estructura y metabolismo pulmonar, y efectos sistémicos en órganos blancos distantes al pulmón, como por ejemplo el hígado (EPA, 1993). Las investigaciones toxicológicas con animales son sumamente útiles pues permiten conocer el espectro completo de los efectos y condiciones de exposición que no pueden investigarse en seres humanos.

La mayoría de los expertos acepta una extrapolación cualitativa entre animales y humanos, o sea que los efectos que causa el ozono en animales pueden presentarse en humanos bajo ciertas condiciones de exposición (dependiendo de la concentración, duración y actividad física realizada). Sin embargo, hay mucho menos consenso con relación a las extrapolaciones cuantitativas (e.g., los niveles

de exposición en los que los efectos observados en animales también aparecen en humanos).

Los estudios de exposición en seres humanos se realizan utilizando concentraciones fijas de ozono bajo condiciones cuidadosamente controladas. El propósito fundamental de este tipo de estudios es obtener datos sobre la respuesta a cierto nivel de exposición. Los efectos pulmonares observados en seres humanos saludables expuestos a concentraciones urbanas típicas de ozono consisten en un decremento de la capacidad inspiratoria, una broncoconstrucción moderada y síntomas subjetivos de tos y dolor al inspirar prolongadamente. La reducción de la capacidad inspiratoria da como resultado una reducción en la capacidad vital forzada (CVF) y en la capacidad pulmonar total (CPT), y en combinación con la broncoconstrucción contribuye a una reducción en el volumen expiratorio forzado en un segundo (VEF1).

En los últimos ocho años se ha publicado un considerable número de artículos informando sobre los efectos en la salud causados por ozono y otros oxidantes fotoquímicos a niveles muy cercanos a la norma actual de calidad del aire. Algunos de los estudios recientes en los que se expone a individuos por períodos de 1 a 2 horas indican que pueden presentarse decrementos en la función pulmonar de niños y adultos jóvenes cuando se exponen a concentraciones de 0,12 a 0,16 ppm, mientras llevan a cabo diferentes niveles de ejercicio.

Otros estudios sobre exposición prolongada (de hasta 7 horas) a concentraciones bajas de ozono en el intervalo de 0,08 a 0,12 ppm, indican que existe un decremento progresivo de la función pulmonar (Folinsbee et al, 1988), así como un incremento en los síntomas respiratorios en situaciones de ejercicio moderado.

Monóxido de carbono

Debido al fuerte gradiente espacial que presenta este contaminante, las concentraciones encontradas en microambientes como en las banquetas de calles

con intenso tránsito vehicular y en el interior de vehículos privados y públicos (Fernández et al, 1994) son mucho mayores que las concentraciones medidas simultáneamente en las estaciones fijas de análisis continuo. Esto significa que, a pesar de que no se exceda la norma a nivel de la estación, puede haber un número considerable de personas que se vean expuestas a niveles peligrosos de este contaminante, tal como se comprobó en dos estudios extensos realizados por la USEPA en las ciudades de Denver y Washington, D.C. (USEPA, 1992).



Es importante mencionar que luego de revisar la información científica disponible, la USEPA ratificó en 1992, como norma de calidad del aire para monóxido de carbono, un valor de 9 ppm para un promedio móvil de 8 horas. En un individuo promedio este nivel de exposición se traduce en niveles de carboxihemoglobina (COHb) cercanos al 2%. Estudios de laboratorio han demostrado efectos deletéreos (reducción del tiempo en el que se presenta ataque de angina) en sujetos enfermos de la arteria coronaria a niveles de COHb de 2% y 2.9%. Estos hallazgos sugieren que convendría revisar el estándar adoptado en Costa Rica.

Importancia ambiental de las Partículas Suspendidas (PM10)

Las partículas pueden tener un origen natural o bien formarse por reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Estas últimas pueden estar constituidas por sulfatos y nitratos (y sus ácidos correspondientes), o por carbón orgánico. Por ejemplo, estudios realizados en los alrededores de la Catedral Metropolitana de San José, mostraron que muestras de aerosoles de diámetro menor a 10 micras, tenían un contenido de 22% de sulfatos, 7% de nitratos y 9% de cloruro (Herrera; Rodríguez, 2006). También existen partículas y aerosoles en estado líquido, que contienen compuestos orgánicos.

El origen de los aerosoles y partículas puede deberse a la emisión de polvos, gases y vapores provenientes de vehículos automotores y fábricas; asimismo, se pueden formar en la atmósfera a partir de gases y vapores producidos por alguno de los siguientes procesos: reacciones químicas entre contaminantes gaseosos;

reacciones químicas entre contaminantes gaseosos en la superficie de partículas ya existentes; aglomeración de aerosoles; o reacciones fotoquímicas en las que intervienen compuestos orgánicos.

La exposición a las partículas suspendidas puede causar reducción en las funciones pulmonares, lo cual contribuye a aumentar la frecuencia de las enfermedades respiratorias. En concentraciones muy elevadas, ciertas partículas (como el asbesto) puede provocar cáncer de pulmón y muerte prematura.

En específico, las partículas pueden tener cualquiera de los siguientes efectos:

- Consecuencias tóxicas debido a sus inherentes características físicas, químicas o ambas.
- Interferir con uno o más mecanismos del aparato respiratorio.
- Actuar como vehículo de una sustancia tóxica absorbida o adherida a su superficie.

Las partículas en conjunción con el bióxido de azufre provocan respiración agitada, disminución del volumen de las vías respiratorias, dificultad para respirar e irritación en las vías respiratorias, de leve a severa. Adicionalmente, las partículas muestran efectos sobre la visibilidad, sobre todo las menores a 2.5 micras, dado que interfieren con la luz visible. La disminución de la visibilidad se debe a la dispersión y absorción de la luz por los aerosoles o partículas.

Las partículas suspendidas menores a 10 micras de diámetro aerodinámico pueden ser inhaladas y llegar a los pulmones, causando daños a la salud. Actualmente, se considera que este tipo de partículas son un mejor indicador de la calidad del aire que las partículas suspendidas totales, que anteriormente se utilizaban como contaminante criterio. Actualmente, la norma de calidad del aire para PM10 adoptada en Costa Rica y en los Estados Unidos es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La exposición a PM10 ha generado una creciente preocupación en los últimos años, pues día a día aparecen estudios que demuestran una asociación significativa

entre la concentración ambiental de partículas de la fracción respirable y la mortalidad y morbilidad de las poblaciones. En forma sorprendentemente consistente, a través de muchos estudios se ha encontrado un 3% de incremento en la mortalidad normal diaria por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de incremento en PM10 a partir del valor de la norma, siendo la asociación más significativa con cánceres cardiopulmonares y de pulmón.

Es de especial preocupación el hecho de que no parece existir una concentración mínima en la cual ya no se detecten impactos en la salud. Tomando en cuenta las concentraciones de PM10 que se presentan cotidianamente en la GAM se puede concluir que más de la mitad de la población de la ciudad se ve expuesta diariamente a concentraciones superiores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y que un número considerable de individuos están expuestos a concentraciones mucho mayores. A pesar de que no existen estudios completos realizados en Costa Rica, los datos arriba mencionados nos sugieren que la contaminación por partículas suspendidas debe contribuir de manera significativa a la incidencia de enfermedades respiratorias así como a un incremento en la mortalidad por encima de los niveles atribuibles a otros factores.

Dióxido de azufre

El dióxido de azufre se genera tanto en fuentes naturales como en la combustión de materiales, principalmente combustibles fósiles, que contienen azufre. Los óxidos de azufre son solubles en agua y al hidratarse dan lugar a la formación de ácidos súmamante agresivos. Aquéllos se hidratan con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria y constituyen un riesgo por producir irritación e inflamación aguda o crónica y suelen adsorberse en las partículas suspendidas, lo que da lugar a un riesgo superior, puesto que su acción conjunta es sinérgica (USEPA, 1986).

La magnitud de la respuesta de un individuo asmático es típicamente la broncoconstricción, misma que es variable y diferente para cada persona; aunque

dicha respuesta es inducida por la exposición a cualquier concentración de bióxido de azufre, la realización de una actividad moderada a exposiciones de 0.4 a 0.5 ppm o mayores, implica un riesgo importante para la salud de la persona; puede que sea necesario no sólo detener su actividad, sino recibir atención médica.

La combinación del bióxido de azufre con partículas suspendidas, en condiciones favorables para su acumulación y oxidación (la presencia de metales en las partículas cataliza la oxidación), ha sido la responsable de episodios poblacionales, así como del incremento de la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias.

Los óxidos de azufre penetran en los pulmones y se convierten en un agente irritante del tracto respiratorio inferior, cuando se adsorben en la superficie de las partículas respirables que se inhalan o al disolverse en las gotas de agua que penetran por la misma vía (Stoker, 1981). Tanto la adsorción como la conversión a sulfato tienen lugar en la atmósfera. Los aerosoles sulfatados son agentes irritantes de tres a cuatro veces más potentes que el bióxido de azufre. Estas pequeñas partículas penetran hasta los pulmones, donde se depositan y, si el bióxido de azufre no está ya en forma de sulfato, el ambiente húmedo de los pulmones proporciona las condiciones apropiadas para su oxidación.

Los sulfatos constituyen un peligro serio para la salud, habiéndose demostrado que concentraciones muy bajas de sulfatos (de 8 a 10 microgramos por metro cúbico) ejercen efectos adversos sobre los asmáticos, los ancianos y otras personas susceptibles con problemas respiratorios crónicos.

Óxidos de nitrógeno

El monóxido y el bióxido de nitrógeno son potencialmente dañinos para la salud humana, estimándose que el bióxido es aproximadamente 4 veces más tóxico que el monóxido. A la concentración que se encuentra en la atmósfera el óxido nítrico no es irritante y no se le considera como un peligro para la salud, sin embargo, al

oxidarse se convierte en bióxido de nitrógeno que sí representa un riesgo para la salud. El óxido nítrico se deriva de los procesos de combustión; es un contaminante primario y juega un doble papel en materia ambiental, ya que se le reconocen efectos potencialmente dañinos de manera directa, al mismo tiempo que es uno de los precursores del ozono y otros oxidantes fotoquímicos.

La acumulación de bióxido de nitrógeno en el cuerpo humano constituye un riesgo para las vías respiratorias ya que se ha comprobado que puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio, como sucede con las células polimorfonucleares, macrófagos alveolares y los linfocitos, siendo más frecuente en casos de bronquitis crónica (USEPA, 1986).

La mayor parte de la información disponible en cuanto a pruebas con concentraciones reducidas, procede de estudios de laboratorio con personas voluntarias, y con animales cuando se trata de concentraciones elevadas. El aumento de las dosis desemboca en una secuencia de efectos: problemas de percepción olfativa, molestias respiratorias, dolores respiratorios agudos, edema pulmonar (acumulación de fluido) y, finalmente, la muerte.

Compuestos orgánicos volátiles y otros tóxicos

Además de su función como precursores de la formación de ozono y otros oxidantes, los compuestos orgánicos volátiles (COV) son motivo de especial preocupación debido a su alta toxicidad en los seres humanos. En Costa Rica, aún no se implanta un programa continuo y de amplia cobertura de análisis atmosférico de COV, ni tampoco se ha establecido una norma de calidad del aire para estos compuestos. En los Estados Unidos, a pesar de que se realizan mediciones de COV en muchas ciudades, no constituyen por sí mismos un parámetro de calidad del aire, debido a la diversidad de sus especies, de sus propiedades tóxicas y de su alta reactividad. A pesar de las dificultades para el establecimiento de normas para COV, algunos de estos tóxicos como el benceno, el formaldehído, el acetaldehído o el 1,3-butadieno deberían analizarse

periódicamente para identificar y prevenir problemas potenciales de salud ambiental.

Benceno

El benceno es un compuesto clasificado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer como carcinógeno del Grupo 1, lo que significa que existe suficiente evidencia científica para probar una relación positiva entre la exposición al tóxico y el desarrollo de cáncer. Más específicamente, se ha encontrado que los trabajadores expuestos al benceno tienen una mayor probabilidad de desarrollar leucemia aguda que la población en general. Asimismo, se sabe que el benceno tiene efectos hematológicos, inmunológicos y sobre el sistema nervioso central.

En estudios de exposición realizados en Los Angeles se encontró que la principal fuente de exposición al benceno es el cigarro (39%) y la principal fuente de benceno en la atmósfera son las emisiones de los vehículos automotores (82%), así como las pérdidas evaporativas de hidrocarburos durante el manejo, distribución, almacenamiento y abastecimiento de gasolina (Wallace, 1990).

Formaldehído

El formaldehído puede ser emitido por vehículos automotores o ser producido por reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Las emisiones de formaldehído de origen vehicular se incrementan con el uso de gasolinas oxigenadas. En la actualidad el Laboratorio de Análisis Ambiental de la UNA se encuentra a punto de iniciar una campaña de monitoreo de los niveles de este contaminante en la GAM.

Está bien documentado el hecho de que el formaldehído ocasiona irritación ocular y olfatoria, irritación de las membranas mucosas, tos, náusea, y alteraciones en la respiración (WHO, 1989). El formaldehído ha sido asociado con cáncer nasal y nasofaríngeo, principalmente en ambientes ocupacionales. La exposición al formaldehído debe reducirse no sólo por su probable efecto carcinógeno, sino

también por su potencial para causar daño tisular. Algunos estudios epidemiológicos recientes sobre el formaldehído sugieren que el umbral para daño tisular es $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo es muy difícil hacer una evaluación de riesgo formal del efecto como carcinógeno debido al limitado número de datos disponibles actualmente.

Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA)

Los HPA son un grupo de compuestos químicos que se forman durante la combustión incompleta de madera y combustible fósil. Las concentraciones de estos compuestos pueden ser bastante altas en las emisiones de los vehículos que usan diesel. Uno de los HPA más conocidos es el benzo-a-pireno. Estos compuestos pueden ser absorbidos en el intestino y los pulmones.

Existe bastante evidencia experimental que indica que los HPA son mutagénicos y carcinogénicos. Estudios específicos indican un riesgo mayor de desarrollar cáncer en personas ocupacionalmente expuestas a los HPA. Más específicamente, se ha encontrado que individuos que trabajan como conductores de camiones o mensajeros tienen un riesgo significativamente mayor de contraer cáncer de vejiga.

III. PROPÓSITO GENERAL

Tal y como se esbozó en la presentación de este documento, el problema de política pública a largo plazo se plantea aquí en términos de cómo escoger, con criterios de eficiencia y de viabilidad social, una combinación de estrategias e instrumentos que desplacen la media de la distribución de contaminantes del aire hacia la izquierda, de tal forma que cada vez se tengan menores niveles de contaminantes por día.

Sin embargo, en última instancia el propósito general es sin duda el cuidar la salud de los habitantes del Gran Área Metropolitana de Costa Rica y salvaguardar la de las generaciones futuras, procurando un ambiente sano y equilibrado.

En este marco, la Universidad Nacional (UNA), el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Ministerio de Salud (MS) y el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) unen sus esfuerzos de integración para dar inicio al desarrollo del proyecto de ciudad donde se interrelacionan de forma dinámica y abierta el desarrollo metropolitano con la calidad de medio ambiente.

No está de más mencionar que este es un primer paso, dentro de un sistema que pretende incorporar y expandir sus horizontes a niveles más altos de integración de una manera proactiva entre los diferentes actores de la sociedad costarricense comprometidos a la mejora del desempeño ambiental de Costa Rica, por lo que esta iniciativa deja las puertas abiertas a todas aquellas Municipalidades, Centros de Investigación, instituciones y personas físicas y jurídicas que quieran ser partícipes de este compromiso con el medio ambiente que es de tendencia mundial.

Planteado en estos términos y considerando la extrema complejidad del problema de la contaminación atmosférica, el propósito que se persigue sólo puede ser

alcanzado a través de la aplicación de un paquete consistente de medidas a lo largo de un período de varios años. En su horizonte más cercano, la planeación puede estar sujeta sin embargo a una calendarización que permita ir alcanzando objetivos y metas importantes en el corto y mediano plazos.

Del análisis estadístico de los datos de contaminación obtenidos hasta el momento se desprende que su comportamiento se parece a un proceso estocástico constituido por una parte sistemática y otra aleatoria. Puede argumentarse que la parte sistemática corresponde a una media que tiende a modificarse con el tiempo, sobre la cual se superponen las variaciones temporales.

Se ha dicho que el propósito fundamental es desplazar la media de la distribución hacia la izquierda, de tal forma que la frecuencia de incumplimiento de las normas establecidas se reduzca. No es realista, sin embargo, plantear para el corto plazo la eliminación total de las excedencias a la norma de calidad del aire, ya que eso implicaría costos exorbitantes y, en el fondo, una estructura de preferencias sociales difícilmente asequible. Además y como se sabe, estas excedencias están sujetas al comportamiento probabilístico de las condiciones atmosféricas que determinan la dispersión de los contaminantes, tales como la velocidad del viento, las precipitaciones y los gradientes de temperatura.

Objetivos

-Establecer y consolidar la Red Nacional de Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos con el fin de ampliar su cobertura a todo el Gran Área Metropolitana, incorporando tanto contaminantes criterio como algunos otros de interés desde el punto de vista toxicológico.

-Desarrollar y aplicar protocolos para la evaluación y construcción del inventario de emisiones que incluya fuentes fijas, móviles, fugitivas y de área, con el fin de

obtener información, que sirva como punto de partida para la toma de decisiones sobre las metas reducción a mediano y largo plazo.

-Reducir las emisiones contaminantes (incluidas las emisiones sonoras) generadas tanto por vehículos automotores, industria, establecimientos comerciales y de servicios, así como las generadas por actividades agrícolas.

-Privilegiar el uso del transporte público para reducir la utilización de vehículos particulares.

-Promover e incorporar fuentes de energía autóctonas y renovables.

-Mitigar responsablemente el crecimiento de la demanda a través del uso eficiente y racional de la energía para reducir las emisiones de gases al aire, incluyendo los gases de efecto invernadero.

-Reorientar el consumo de energía mediante la introducción de cambios estructurales que conduzcan a disminuir la demanda por ahorro y uso eficiente de la energía, incluyendo la orientación del desarrollo nacional hacia sectores económicos eficientes en energía y hacia nuevos sistemas de transporte más eficientes y limpios.

-Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional para el diseño de políticas sectoriales que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los municipios que conforman el Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

-Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental.

-Instrumentar mecanismos que fomenten la participación del sector privado mediante incentivos, incluyendo el apoyo a proyectos y estudios requeridos.

-Realizar los ajustes pertinentes en el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológico con el fin de contar con información sobre las afectaciones a la salud, que pueden ser asociadas con un nivel de confianza aceptable, a los contaminantes del aire y así poder cuantificar la evolución de los costos a la salud asociados a la contaminación atmosférica.

La meta general de este Programa es reducir gradualmente las emisiones generadas hasta conseguir el cumplimiento total de las normas de calidad de aire, en un horizonte de aplicación del 2008 al 2013.

A partir de esta meta se generan seis áreas de trabajo generales para el programa, determinadas a partir de la asimilación de dos aspectos fundamentales: las causas de fondo de la contaminación atmosférica y el inventario de emisiones de gases contaminantes y material particulado. En este sentido, las áreas cubren de manera general todos aquellos aspectos sobre los cuales hay posibilidad de incidir para modificar el estado de la calidad del aire.



Figura 1. Diagrama de factores que afectan las condiciones de la calidad del aire en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

Como se mencionó anteriormente, la lógica estructural del programa de emisiones de gases contaminantes y material particulado queda plasmada en las siguientes seis áreas de trabajo generales:

- I. **Industria limpia:** *Reducción de emisiones en la industria y servicios.*
- II. **Participación ciudadana:** *Educación ambiental y toma de conciencia y sensibilidad pública.*
- III. **Gestión y transporte limpio:** *Regulación del recorrido de vehículos automotores.*
- IV. **Eficiencia energética:** *Reducción de emisiones y ahorro energético.*
- V. **Incorporación de fuentes de energía autóctonas y renovables diversificadas:** *Promoción de diversas fuentes generadoras de energía que*

reduzcan las emisiones de gases nocivos para el ambiente y mejora de la calidad de los combustibles.

VI. Sistema de información para la toma de decisiones: *Desarrollo y socialización de indicadores para la toma de decisiones.*

IV. METAS Y ESTRATEGIAS

Para cada una de estas áreas se proponen diferentes acciones, en cada una de ellas se identifican las metas, los responsables directos, otros participantes y algunos de los mecanismos de gestión requeridos.

I. Industria limpia:

1. *Regulación de emisiones a empresas potencialmente contaminantes mediante la expedición de normativa ambiental de control en esta materia.*

Objetivo: Reducir y controlar las emisiones (fijas, área y fugitivas) generadas por las empresas instaladas en el país, a partir del establecimiento de normativa aplicable a las condiciones nacionales y que le permita a las instituciones responsables del control ambiental contar con las herramientas necesarias para realizar su acción interventora.

Justificación: Actualmente se cuenta en el país con el decreto 30222-S-MINAE publicado el 28 de marzo de 2002, el cual regula las emisiones de contaminantes provenientes de calderas, sin embargo existen una gran cantidad de fuentes de emisión tanto fijas, como de área y fugitivas, las cuales se encuentran fuera del alcance de este decreto y por lo tanto, sus valores máximos de emisión, para los distintos contaminantes, no están establecidos, lo que va en detrimento de la labor de los entes reguladores y de la protección de la salud de los habitantes del país.

Ante este panorama, la Ley General de Salud señala que en ausencia de normativa nacional se podrán adoptar regulaciones internacionales para atender necesidades específicas, sin embargo con esto, se propicia la generación de criterios diversos dependiendo de la interpretación subjetiva del profesional y de la

institución gubernamental involucrada, situación que va en detrimento de la Ley 8220.

Meta: Implementar mecanismos de control y vigilancia que permitan regular el establecimiento de giros industriales, comerciales y de servicios. Poner en práctica programas encaminados a la reducción de las emisiones de gases contaminantes y material particulado con base en los resultados del inventario.

Responsables directos: Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud, Gobiernos Locales

Otros participantes: Sector Industrial, Comercial y de Servicios.

Mecanismos de gestión:

-Definir los protocolos nacionales a ser utilizados para la realización de un inventario nacional de emisiones de gases contaminantes y material particulado, que sirva de diagnóstico sobre los niveles de contaminantes generados tanto por fuentes fijas, como también las de área y fugitivas en las distintos sectores industriales y de servicios, como fundamento para el desarrollo de normas ambientales para el control de las mismas.

-Coordinar con las instancias pertinentes (universidades, instituciones de gobierno central, gobiernos locales, empresas, etc) la realización de un inventario nacional de emisiones de gases contaminantes y material particulado, el cual deberá ser actualizado periódicamente, siguiendo los lineamientos establecidos en los protocolos nacionales.

-Fortalecer las comisiones interinstitucionales para la redacción de normativa regulatoria para los niveles máximos de emisión de aquellas fuentes no normadas hasta el momento.

-Establecer, en coordinación con el sector industrial, metas viables de reducción de emisiones por sector productivo, las cuales puedan ser acompañadas por una política de estímulos, que premien la eficacia en el cumplimiento del objetivo trazado.

-Dar seguimiento a la operacionalización de los lineamientos nacionales emitidos en materia de eficiencia energética, como un mecanismo sinérgico que permita coadyudar al control de emisiones en las industrias.

2. Desarrollar el Registro Municipal de Fuentes de Emisión de Gases Contaminantes y Material Particulado.

Objetivo: Identificar y registrar todas las fuentes de emisiones contaminantes de competencia en cada uno de los municipios que conforman el Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

Justificación: El registro de fuentes emisoras se presenta como el primer paso para evaluar la transferencia de contaminantes, así como para desarrollar indicadores e índices de cumplimiento ambiental en la región. Los Gobiernos Municipales en colaboración con las respectivas áreas rectoras del Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía, apoyados en el inventario de emisiones de gases contaminantes y material particulado y en el registro de patentes comerciales, podrán iniciar el registro de fuentes emisoras de competencia municipal ubicadas en sus propias regiones y coadyudar a los ministerios en la vigilancia de las mismas.

Meta: Registrar en el corto plazo todas las empresas industriales y de servicios de competencia municipal de nueva creación y los previamente establecidos, que como parte de su proceso pudieran generar emisiones de contaminantes del aire.

Responsables directos: Gobiernos Municipales, Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente.

Otros participantes: Sector Comercial y de Servicios, Cámaras y Asociaciones.

Mecanismos de gestión:

-Desarrollo de un mecanismo concertado entre los gobiernos locales, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía para contar con un registro de entes generadores de emisiones en el cantón.

3. Evaluar la implementación de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en los Municipios de la GAM.

Objetivo: Identificar las necesidades y oportunidades que se generarían con el desarrollo de este tipo de registros.

Justificación: La aplicación de medidas correctivas, requiere de la evaluación previa del estado de los contaminantes y de los mecanismos que intervienen en su dispersión, para que de esta manera cada instancia de gobierno asuma responsabilidades y mecanismos que eviten el impacto en la salud de la población, y se transite hacia la homologación de obligaciones entre la industria de acuerdo al tipo de fuente de emisión que posea.

Para ello se requiere contar con información confiable de las fuentes, lo cual se obtiene actualmente a través del RETC. Es necesario que el RETC que se desarrolle contemple una lista de sustancias que refleje la situación local y que la

información que se genere sea accesible al público lo más detallada posible a nivel de cada fuente emisora de contaminantes.

Meta: Establecer un RETC con información anual de emisores de contaminantes obtenida tanto a partir de reportes operacionales, mediciones perimetrales, como de controles cruzados y campañas de medición direccionadas, en otras fuentes de información.

Responsable directo: Gobierno Municipales, ministerios.

Otros participantes: Organizaciones no Gubernamentales e Instituciones Académicas.

Mecanismos de gestión: Realizar un convenio entre los dos niveles de gobierno para la implementación del RETC.

4. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios.

Objetivo: Reforzar la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, mediante la aplicación de reglamentos y normas vigentes.

Justificación: Para que la aplicación de la normatividad vigente en materia de contaminación del aire sea estricta en la vigilancia del cumplimiento y que ésta reduzca las emisiones efectivamente, es necesario que el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía, revisen, actualicen y complementen sus reglamentos, para que su aplicación sea más eficiente.

Meta: Establecer un programa continuo de observancia y cumplimiento de las normativas nacionales en materia de calidad del aire y sus fuentes de contaminación.

Responsables directos: Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente y Energía.

Mecanismos de gestión:

-Reforzar los programas de inspección y de revisión de la normativa existente.

-Realizar controles cruzados entre distintas dependencias regulatorias para garantizar el cumplimiento en la entrega de reportes operacionales, a modo de ejemplo: que en las inspecciones de calderas del Consejo de Salud Ocupacional se exija la presentación del último reporte operacional entregado al Ministerio de Salud y viceversa)

5. Impulsar un programa de reducción de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)

Objetivo: Realizar un diagnóstico preliminar sobre los tipos y tasas de generación de COV's en la industria, a través de proyectos de investigación desarrollados con instituciones académicas

Justificación: Dado que el ramo industrial de la manufactura utiliza grandes cantidades de solventes para limpieza de piezas de ensamble, se requiere promover un programa que evalúe la magnitud del problema y promueva el cambio de materias primas o la instalación de equipos de control para su reducción. El Gobierno, con base en el inventario de emisiones podrá especificar el número de industrias que se incluirán dentro de este programa.

Meta: Evaluar a corto plazo con el sector industrial la aplicación de un programa voluntario de auditoría ambiental y de reducción de COV's. Contar con un programa voluntario de auditoría ambiental en empresas que utilicen cantidades importantes de COV's



Responsables directos: Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud

Otros participantes: Instituciones Académicas y Sector Industrial.

Mecanismos de gestión: Convenir con el sector industrial el programa de auditoría ambiental para promover la reducción de COV's y elaborar una Norma Nacional para emisiones de COV's por parte del Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía.

II. Participación Ciudadana

1. Elaborar un programa de concientización, sensibilización y educación ambiental para la región

Objetivos: Concientizar a la población para que contribuya en la prevención y control de la contaminación atmosférica, coadyuvando en la integración de programas sociales y de educación ambiental.

Justificación: Los Gobiernos Municipales en coordinación con las dependencias de otros niveles de Gobierno e instituciones educativas deberán promover un programa de educación ambiental con los diferentes grupos sociales. Este tipo de programas es necesario para promover el conocimiento sobre la prevención y control de la contaminación ambiental, ya que no sólo es responsabilidad de las autoridades, sino más bien debe ser el producto de la suma de esfuerzos de todos los integrantes de la comunidad. Para que esto se pueda efectuar es necesario

convenir con universidades e institutos de educación la preparación de estos temas, además las autoridades promoverán la capacitación de su personal con cursos especializados en temas ambientales para los diferentes niveles y áreas de trabajo para que el Programa se contemple en forma integral.

Meta: Consolidar un Programa de Participación Social y Educación Ambiental.

Responsables directos: Gobiernos Municipales

Otros participantes: Ministerio de Educación, Instituciones Educativas y de Investigación, ONG's e Iniciativa Privada.

Mecanismos de gestión:

-Coordinación de los municipios para elaborar el programa con la participación del Ministerio de Educación, las Instituciones educativas y de investigación y las ONG's apoyados por la iniciativa privada para el financiamiento e implementación de las acciones.

-Desarrollo de seminarios y foros de capacitación orientados al sector industrial con el fin de promover el uso de tecnologías limpias y la optimización de procesos de combustión.

III. Gestión Urbana y Transporte Limpio:

1. Fortalecer el Programa de Revisión Técnica Vehicular que opera en el país:

Objetivo: Reducir las emisiones móviles generadas por el transporte público de carga y pasajeros así como de vehículos particulares mediante el fortalecimiento de la Revisión Técnica Vehicular.

Justificación: De acuerdo con estimaciones realizadas en otros países, los vehículos automotores son los mayores emisores de monóxido de carbono e hidrocarburos, tasas que se incrementan conforme se eleva la edad promedio de la flota vehicular y la ausencia de un adecuado programa de mantenimiento al parque vehicular. Actualmente en el país, opera la empresa RITEVE encargada de ejecutar el programa de Revisión Técnica Vehicular, sin embargo es necesario fortalecer dicho programa mediante la retroalimentación generada a partir de los resultados obtenidos del funcionamiento del mismo desde el año 2002.

Metas:

-Reducir las emisiones generadas por vehículos automotores que circulan en el Gran Área Metropolitana del país.

-Establecer un sistema nacional de confirmación metrológico para las pruebas realizadas por el Programa de Revisión Técnica Vehicular que cubra tanto las estaciones de la empresa encargada de la inspección vehicular como las unidades móviles de la Policía de Tránsito.

-Coordinar con la empresa responsable del Programa de Revisión Técnica Vehicular, el desarrollo de un sistema de gestión de la calidad que le permita en el corto plazo, la obtención de la acreditación como ente de inspección, lo anterior como mecanismo de garantía de la competencia técnica.

-Desarrollar un inventario nacional de emisiones de fuentes móviles generado por la información acumulada por la empresa encargada de la revisión vehicular, con el fin de evaluar la tendencia en los niveles de emisión de contaminantes de la flotilla vehicular, lo anterior como punto de partida para establecer metas de reducción de emisiones.

Responsables directos: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía.

Otros participantes: Empresa encargada de la revisión técnica vehicular, Cámara de Transportistas, Asociaciones de Importadores de Vehículos, Instituciones académicas

Mecanismos de gestión:

-Coordinar con el LACOMET, el establecimiento de un sistema nacional de confirmación metrológica para las pruebas que se realizan en el programa de la Revisión Técnica Vehicular.

-Trabajar en forma conjunta con la empresa encargada de la evaluación vehicular e instituciones académicas en el estudio de las tendencias de los niveles de emisiones de la flota vehicular con el fin de estudiar la idoneidad de los parámetros (incorporar ruido y CO₂) y valores reglamentados actualmente así como en la viabilidad de posibles metas de reducción de emisiones.

-Promover convenios de colaboración con el sector transportista e importadores de vehículos con el fin de generar las metas de reducción de emisiones para el sector transporte.

2. Implantación de una campaña de apercibimiento, a vehículos ostensiblemente contaminantes.

Objetivo: Reducir la circulación de vehículos contaminantes en las ciudades que componen el Gran Área Metropolitana.

Justificación: En la actualidad en las ciudades de la GAM se observan circulando vehículos ostensiblemente contaminantes, los cuales evaden la revisión técnica

vehicular o no dan un adecuado mantenimiento a sus unidades entre pruebas. Se deben prevenir mecanismos para efectuar la revisión de los vehículos ostensiblemente contaminantes, así como los procedimientos de apercibimiento para el infractor, haciendo participe de este Programa a la comunidad.

Metas:

-Establecer en el corto plazo una campaña de apercibimiento a vehículos ostensiblemente contaminantes y una intensa campaña de difusión hacia la ciudadanía.

-Lograr la participación y cumplimiento del Programa con toda la comunidad.

-Implementar un programa de apercibimiento de vehículos ostensiblemente contaminantes en las ciudades de la GAM.

Responsables directos: Gobiernos Municipales y Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Otros participantes: ONG's.

Mecanismos de gestión:

-Fortalecer el programa de verificación en carretera del control de emisiones realizado por la Policía de Tránsito.

-Impulsar campañas de difusión con el fin de que las personas tomen conciencia de la importancia de la afinación de los vehículos y su verificación como medida preventiva que permita reducir la contaminación generada por los automotores.

3. Dar continuidad a los estudios integrales de vialidad y transporte enfocados a la mitigación de las emisiones generadas por la flota vehicular.



Objetivo: Desarrollar y actualizar estudios integrales de vialidad y transporte que sirvan como base para diseñar programas de movilización masiva que disminuyan las emisiones y el uso de vehículos particulares.

Justificación: En la GAM se han realizado estudios de vialidad y transporte por parte del PRUGAM. Este estudio marca el inicio de trabajos enfocados al mejoramiento del sistema vial y de transporte en las ciudades de la GAM, en él se identifica la problemática actual del transporte y del sistema vial de la región y se establecen una serie de propuestas encaminadas a mejorar los tiempos y recorridos para la creación de nuevas rutas; así mismo, se busca favorecer el rápido desplazamiento de los vehículos automotores y en consecuencia la reducción de las emisiones contaminantes que se generan por esta vía.

Meta: Efectuar una evaluación cuantitativa de emisiones generadas por el transporte, que permita establecer los escenarios completos para la programación de obras prioritarias, lo cual se determinará en las etapas más avanzadas de la planeación de cada uno de las acciones previstas en el programa y con base en la evaluación costo-beneficio de acciones como: la semaforización de intersecciones, señalización, construcción de enlaces viales, cruces a desnivel y ampliación de carriles que favorezcan el rápido desplazamiento de los vehículos y la reducción de sus emisiones contaminantes. Será necesario hacer una evaluación de la economía local para sustentar la incorporación de los diferentes esquemas de controles de emisiones, para evitar una limitación en el crecimiento económico.

Responsable directo: Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Otros participantes: Ministerio de Planificación, Gobierno Central

Mecanismos de gestión: Coordinación entre los Gobiernos locales y Central para destinar recursos para el cumplimiento de las diferentes estrategias marcadas en este Programa.



4. Inducción de nuevos patrones de crecimiento, uso de suelo y esquemas de transporte público.

Objetivo: Revertir a través de la inducción de nuevos patrones de crecimiento, de uso de suelo y de transporte público, la tendencia actual de incremento del parque vehicular.

Meta: Elevar el acceso al transporte público promoviendo la densificación del uso del suelo o, priorizando el sistema de transporte público, y promoviendo medios de transporte no motorizado que disminuyen el transporte individual.

Responsables directos: Gobiernos municipales, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, PRUGAM.

Otros participantes: Ministerio de Ambiente y Ministerio de Hacienda.

Mecanismos de gestión:

-Promover el uso del transporte público en los desarrollos urbanos futuros. Gestionar ante el Ministerio de Hacienda, el diseño y la aplicación de esquemas fiscales que promuevan la reducción del uso de vehículos particulares. Negociar mecanismos de financiamiento para mejorar el sistema de transporte público.

-Divulgar periódicamente la información generada en los monitoreos de calidad del aire con el fin de crear mapas de dispersión de contaminantes que puedan ser utilizados por SETENA y los gobiernos locales, como criterio para aprobar la

ubicación de nuevas empresas, de acuerdo con la capacidad de asimilación de cargas contaminantes en cada uno de los espacios geográficos.

-Fortalecer los proyectos que en materia de transporte público desarrolla el Ministerio de Obras Públicas y Transportes tales como el Proyecto de Sectorización del Transporte Público y la Reactivación del Sistema Ferroviario Nacional.

IV. Eficiencia Energética

1. Estudiar las diferentes alternativas de modernización vehicular.

Objetivo: Transformación de la flota vehicular a tecnologías más limpias y eficientes.

Justificación: Por medio de la eficiencia energética se logra un consumo menor de energía para un mayor uso en la sociedad, lo que implica mejoras drásticas en la reducción de emisiones. Con vehículos más nuevos y eficientes, tendremos una mejora cuantitativa y cualitativa, que se traduce en mejores condiciones ambientales y de salud para todos.

Meta: Valorar la posibilidad de crear programas de incentivos para mejora del transporte, incorporando apoyos en créditos para la adquisición de nuevas unidades, así como acciones para el reciclaje o reutilización de viejas unidades con el fin de alcanzar la transformación del 50% de la flota vehicular del país en 10 años.

Responsables: MINAE, MOPT, SALUD, HACIENDA y a nivel del sector privado, empresas de importación de vehículos y Bancos para el financiamiento.

Mecanismo de gestión: Elaborar un programa de reconversión vehicular donde mediante convenios con los importadores de vehículos y el Ministerio de Hacienda para otorgar facilidades al sector transportista, dirigido a la adquisición de vehículos que generen bajos niveles de emisiones.

2. *Estudiar diferentes alternativas de sistemas de transporte masivo de personas y de carga eficientes.*

Objetivo: Lograr un sistema multimodal de transporte eficiente para el 2021 mediante el desarrollo de estrategias conjuntas a mediano y largo plazo para mejorar la calidad del transporte en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

Justificación: La calidad del aire es el factor que resiente de manera más notable la deficiente operación del sistema vial y de transporte urbano. Los problemas se agravan si se toma en cuenta que la calidad del aire tiene que ver con el tipo de trazo en las vialidades, la falta de enlaces viales para la integración y continuidad vial y un exceso en los sistemas de control de tráfico. Por otro lado el paso de vehículos de carga pesada por los centros de las ciudades, es un factor que contribuye preponderantemente en los problemas de congestionamiento vial que se presentan con frecuencia en las principales arterias de circulación de las ciudades que conforman la GAM.

Metas:

-Duplicar la eficiencia actual del transporte en un período de 10 años mediante el diseño de estrategias de coordinación y trabajo conjunto entre el Ministerio de Obras Públicas y los gobiernos locales con el fin de planificar la estructura de vial de los cantones, con el fin de lograr mejorar la movilidad y reducir el consumo promedio de combustibles por kilómetro.

-Estudiar, analizar y definir el modelo de transporte alternativo a ser desarrollado en el Gran Área Metropolitana en los próximos cinco años (tren ligero, etc), con lo cual se garantice la generación de una alternativa eficiente de transporte masivo reduciendo el uso del vehículo particular.

-Diseñar con las empresas industriales y de servicios, mecanismo que permitan garantizar el transporte colectivo para su personal

Responsables directos: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Ministerio de Ambiente y Energía, Gobiernos locales

Otros participantes: Ministerio de Salud, Sector Transportista Público y Privado, Sector Industrial.

Mecanismos de gestión:

-Fortalecer el área de vigilancia para la restricción de paso de vehículos de carga pesada para asegurar el cumplimiento de la normativa emitida por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, donde se especifican rutas y horarios establecidos para el recorrido de este tipo de vehículos y, que en su mayoría se incumple por parte de los transportistas.

- Definir estándares de ecoeficiencia para los autobuses que transitan en las diferentes rutas de la GAM, para ser incorporados en los procesos de concesión de los servicios.

-Fomentar en las empresas el establecimiento de mecanismos que permitan garantizar el transporte colectivo para su personal

-Analizar los problemas de vialidad y necesidades de transporte público existentes en cada gobierno local con el fin de planificar y desarrollar planes de intervención que generen soluciones a mediano y largo plazo.

-Realizar programas de transformación del sistema de transporte masivo de personas o carga en el país que incluyan proyectos de transporte público basado en trenes.

v. Incorporación de fuentes de energía autóctonas y renovables diversificadas

1. *Revisión progresiva de la normativa para mejorar la calidad de los combustibles (presión de vapor, azufre, octano, benceno y otros aromáticos, olefinas, oxigenados y otros aditivos), con base en estudios de emisiones, reactividad fotoquímica y de eficiencia en los automotores.*

Objetivo: Incrementar el uso de energías renovables y lograr que los combustibles que se consumen en el país, posea la menor cantidad de compuestos reactivos en la atmósfera o de reconocida toxicidad, de acuerdo con las características tecnológicas de la flota vehicular y los criterios de viabilidad económica y protección de la salud de los habitantes del país.

Justificación: Por medio de la sustitución de energías basadas en hidrocarburos de origen fósil por energías renovables limpias como los biocombustibles, se logra disminuir considerablemente las emisiones de gases con efectos nocivos en la salud y en el ambiente.

Con el fin de mejorar la calidad del combustible, se deberán disminuir paulatinamente los volúmenes de olefinas y aromáticos, sustituyéndolos por otros hidrocarburos menos reactivos; se eliminarán al máximo posible los compuestos de reconocida toxicidad como el benceno, así como impurezas como el nitrógeno

y el azufre, que inhibe la función de los convertidores catalíticos; la presión de vapor se deberá ajustar para disminuir al máximo las evaporaciones, de acuerdo con las variaciones climáticas existentes en el país y las características de ignición de los motores y bajo las limitantes tecnológicas de la flota vehicular en circulación, tomando en consideración sus propiedades y posibles efectos al medio ambiente o a la salud pública.



Responsables: entidades públicas y privadas del sector transporte, energía y ambiente.

Metas:

-Incrementar fuentes de energía renovables limpias del lado de la producción y del lado de la demanda, de manera tal que el 80% de la energía consumida en el país sea basada en energías renovables para el 2021.

-Reducir los hidrocarburos reactivos y tóxicos, correspondientes a emisiones evaporativas generadas en el uso de combustibles en el Gran Área Metropolitana.

-Contar con un plan nacional para el mejoramiento de los combustibles, al mediano plazo, que garantice un equilibrio entre los criterios de sostenibilidad económica y protección al ambiente y la salud de los costarricenses.

-Ampliar el control de calidad que se realiza a los combustibles expendidos en el país con el fin de incorporar nuevos parámetros tales como benceno, contenido de nitrógeno, etc haciendo uso de pruebas acreditadas de laboratorios por el Ente Costarricense de Acreditación.

Mecanismo de gestión: Cambio del marco regulatorio y seguimiento de un plan energético nacional.

VI. Sistema de Información para la toma de decisiones:

1. Operación local de la Red de Monitoreo Atmosférico

Objetivo: Dar continuidad al monitoreo atmosférico en la región ampliando su cobertura a todo el Gran Área Metropolitana de Costa Rica

Justificación: La red de monitoreo atmosférico inició su operación de manera permanente en el segundo semestre de 2003 con recursos proporcionados por la Universidad Nacional, el Ministerio de Salud y los gobiernos locales de San José, Heredia y Belén, sin embargo se requieren recursos para poder ampliarla y así garantizar su continuidad.

Es necesario que las autoridades gubernamentales busquen los mecanismos necesarios para dar permanencia al monitoreo atmosférico de la región, mediante una estrategia que involucre a los gobiernos locales.

La operación de la red se estima en 105 millones de colones anuales, contemplando la adquisición gradual de nuevos equipos y el mantenimiento de los existentes. Se establece como punto de partida la posibilidad de cobrar un monto de 100 colones adicionales en el derecho de circulación de los vehículos y una tasa a los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud.

Meta: Desarrollar un plan de operación local para las estaciones de monitoreo en coordinación con centros de investigación y educación superior, que incluya la evaluación y selección de sitios potenciales adicionales de monitoreo, el establecimiento de parámetros locales de cumplimiento, la creación de un área administrativa y de manejo del programa y el desarrollo de un sistema de colección y manejo de datos en el ámbito local.

Establecer mecanismos formales de apoyo financiero para la operación de la Red de Monitoreo con autoridades de los Gobiernos central y locales.

Responsable directo: Ministerio de Ambiente, Ministerio de Salud y MOPT

Otros participantes: Gobiernos locales.

Mecanismos de gestión:

- Realizar un convenio de cooperación entre el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y un centro de Investigación y educación superior para establecer los apoyos financieros y técnicos de la Red de monitoreo de calidad del aire.

-Fortalecer la red de monitoreo del Instituto Meteorológico Nacional con el fin de contar con datos variables climatológicas que permitan realizar una mejor interpretación del comportamiento de los contaminantes del aire.

2. Revisar periódicamente el inventario de emisiones de gases contaminantes y material particulado

Objetivo: Contar con un inventario confiable que sirva como base para diseñar acciones para reducir las emisiones de gases contaminantes y material particulado en los diferentes sectores generadores.

Justificación: El inventario de emisiones de cualquier región es un instrumento dinámico que requiere actualizarse periódicamente.

Meta: Contar con un instrumento confiable para la toma de decisiones.

Responsables directos: Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud

Otros participantes: Gobiernos Municipales, Instituciones Académicas y de Investigación.

Mecanismos de gestión:

-Los municipios y los ministerios respectivos deberán realizar un acuerdo de coordinación tendiente a actualizar periódicamente el inventario de emisiones, lo cual debido a la dinámica de crecimiento de la región se requerirá por lo menos cada dos años, para que sirva como instrumento básico para el control de la contaminación atmosférica.

-Evaluar las posibilidades de ampliar a otras zonas del país, el desarrollo de inventarios de emisiones en una segunda oportunidad.

-Fortalecer el proceso de control de emisiones de fuentes móviles ejecutado por la Dirección General de Policía de Tránsito, la cual actualmente cuenta con registros de emisiones de gases y partículas de vehículos inspeccionados aleatoriamente en carretera.

3. Consolidar un programa de vigilancia epidemiológica asociada a la contaminación

Objetivo: Contar con la información actualizada y permanente sobre las condiciones de salud de las poblaciones de la GAM, a través de un programa de vigilancia epidemiológica.

Justificación: Las autoridades ambientales y sanitarias, y la comunidad en general, necesitan contar con información permanente sobre los efectos de la contaminación ambiental en la salud. Esta información es importante para la toma de decisiones y para la consistencia en la aplicación del Programa para Mejorar la

Calidad del Aire de la GAM, de tal manera que la activación del sistema de vigilancia permita generar la información necesaria para conocer y evaluar los daños y efectos en la salud de la población y con ello enfocar de manera eficiente las medidas de prevención, protección y atención pertinentes.

Como parte del programa de vigilancia epidemiológica, las autoridades de salud en coordinación con otras autoridades competentes llevarán a cabo campañas de difusión para informar oportunamente a la población sobre las medidas preventivas y correctivas que deben seguir para evitar efectos a la salud por exposición a la contaminación.

Meta: Contar con un sistema de vigilancia epidemiológica permanente en esta materia.

Responsables directos: Ministerio de Salud.

Otros participantes: Caja Costarricense de Seguro Social, Instituciones Académicas y de Investigación.

Mecanismos de gestión:

-Realizar un convenio de coordinación entre los niveles de gobierno para el seguimiento de los resultados de la Red de Monitoreo y de los indicadores epidemiológicos con el fin de implementar estrategias de intervención y protección a la población.

-Gestionar recursos de cooperación nacionales e internacionales para el desarrollo de estudios de exposición microambiental y de efectos a la salud de los costarricenses, generado por la exposición a los contaminantes del aire.

BIBLIOGRAFÍA:

INEC, Censo de Población de la República de Costa Rica, 2000.

Herrera, J; Rodríguez, S. Tercer Informe de Calidad del Aire de la Ciudad de San José, 2006. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica.

Alfaro, R. Informe de Calidad del Aire de las Capitales Centroamericanas, 1997. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica.

Hartwell, T. D.; Clayton, C. A.; Michie, R. M.; Whitmore, R.W.; Zelon, H. S.; Whitehurst, D. A. y Akland, G. G., (1984). *Study of Carbon Monoxide Exposures of Residents of Washington, D.C.* Presentado en la 77th APCA Annual Meeting, San Francisco, CA.

Office of Research & Development, (1993). *Air Quality Criteria for Ozone and Related Photochemical Oxidants.*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

Folinsbee, L. J. McDonnell, W F.; Horstman, D. H., (1988). "Pulmonary Function and Symptom Responses after 6.6-hour Exposure to 0.12 ppm Ozone with Moderate Exercise." *JAPCA* 38:28-35.

Fernández-Bremauntz, A. A. y Ashmore, M. R., (1994). "Exposure of Commuters to CO in Mexico City. I. Measurement of In-Vehicle Concentrations." Revisado y aceptado para su publicación en *Atmospheric Environment*.

EPA, (1986). *Second Addendum to Air Quality Criteria for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982)*, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.

Stoker, H. S. y Seager L. S., (1981) *Química Ambiental*, Ed. Blume, Barcelona, España.

Wallace, L., (1990). "Major Sources of Exposure to Benzene and other Volatile Organic Chemicals", *Risk Analysis*, vol. 10; no. 1; 59-159.

WHO, (1989). *Formaldehyde*. Environmental Health Criteria No. 89. World Health Organization, Geneva.