



# DUODÉCIMO INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

## Informe Final

### SITUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN COSTA RICA 2005

**Investigador:  
Omar Rojas**



Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el Duodécimo Informe sobre el Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## **Informe para el Estado de la Nación.**

### **Resumen**

La calidad del aire en la ciudad de San José durante el 2005 fue evaluada haciendo uso de un modelo de dispersión de contaminantes y a través del monitoreo periódico de algunas especies. Ambas metodologías revelaron la existencia de áreas en la ciudad de San José con concentraciones de NO<sub>2</sub> que sobrepasan el valor límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Por otro lado, el material particulado PM-10 mostró un comportamiento casi constante entre el 2004 y 2005. La mayoría de las muestras recolectadas se ubicaron entre 20 y 50 µg/m<sup>3</sup>, es decir, concentraciones por debajo de la norma diaria nacional (150 µg/m<sup>3</sup>).

Durante el 2005 se publicó un estudio que evaluó el impacto de la revisión técnica vehicular sobre las emisiones vehiculares. La investigación reveló que la implementación de la RTV disminuye las emisiones de CO hasta en un 34 %. Por supuesto es necesario expandir este tipo de estudios a automóviles con motor diesel como transporte público y camiones de carga pesada.

En el marco legal, una comisión formada por representantes de diferentes sectores y dirigidos por el Ministerio de Salud, está redactando un nuevo reglamento que buscará regular las emisiones provenientes de fuentes fijas y que sustituirá al reglamento actual.

De acuerdo a los resultados descritos, la flota vehicular parece ser la principal fuente de contaminación atmosférica en Costa Rica, por lo que es necesario el ordenamiento vial en nuestras ciudades. Es importante hacer conciencia en el ciudadano acerca del uso del vehículo particular. Para esto se requiere proporcionar un sistema de transporte público limpio, eficiente y seguro. Las decisiones a nivel político deben ser tomadas con base en los estudios que se han realizado hasta la fecha. Una herramienta importante para la vigilancia de la calidad del aire es el establecimiento de la red de monitoreo que formará parte del Sistema de Gestión de la Calidad del Aire impulsado por el Ministerio de Salud, el Ministerio del Ambiente y Energía y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

## **Situación de la Calidad del Aire en Costa Rica (2005).**

En años anteriores, muchos estudios sobre la contaminación atmosférica, se han limitado a medir y discutir la concentración de distintos contaminantes en el aire de San José. Las mediciones, son de hecho fundamentales en todo estudio de evaluación ambiental, porque describen en forma precisa lo que está ocurriendo en un lugar o punto de muestreo en un momento determinado. Por supuesto, opinar acerca de la situación en una región particular, involucra realizar mediciones periódicas durante prolongados intervalos de tiempo. Efectuar una medición es un proceso difícil, y requiere de un gran esfuerzo por parte de los investigadores. El grado de dificultad aumenta si no se cuenta con equipos automáticos. Además, es común que un estudio, implique el monitoreo de diferentes especies químicas, lo que conlleva el uso de diferentes equipos y metodologías analíticas. Los sistemas de medición son costosos, y por ende, es imposible y absurdo pretender instalar uno en cada esquina de la ciudad. Estas circunstancias obligan a los involucrados, a utilizar metodologías alternativas, y a elegir del total de los contaminantes ciertas especies, que van a funcionar como indicadores de la situación. Normalmente, esta elección se lleva a cabo considerando ciertos aspectos, como son la peligrosidad del contaminante, su origen, concentración esperada en la región, capacidad del laboratorio de detectarlo y cuantificarlo.

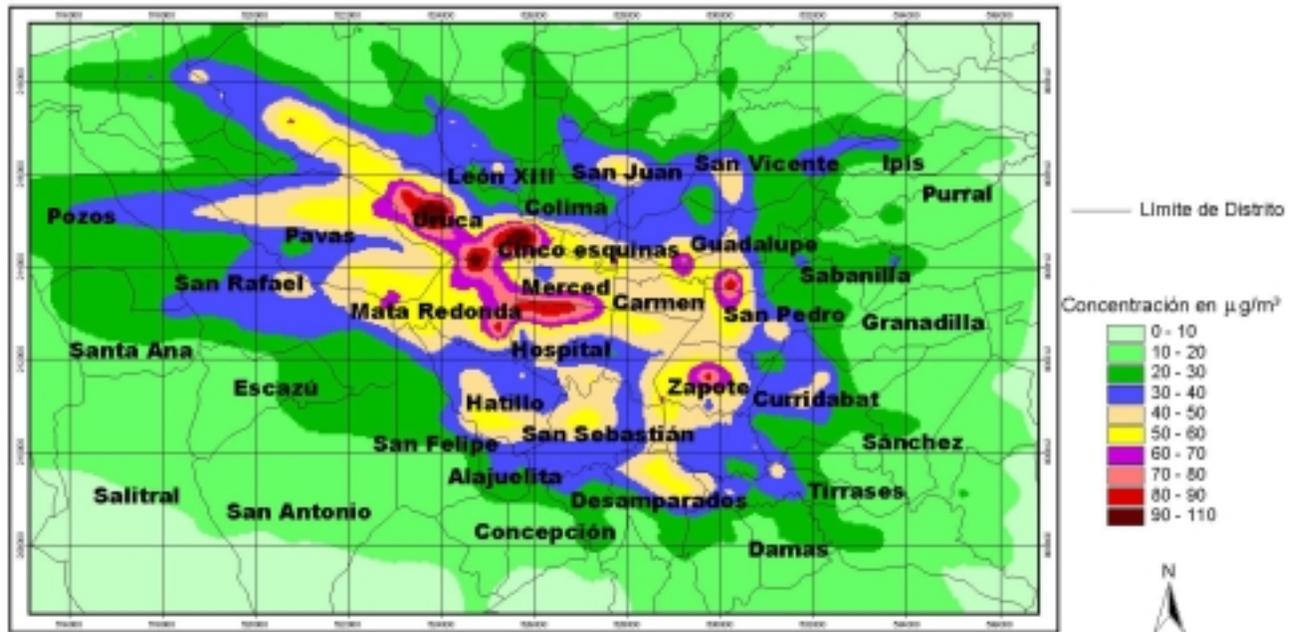
Un ejemplo digno de mención lo constituye el trabajo del químico Mario Araya<sup>1</sup>, quien durante el 2005, aunó los esfuerzos del Centro de Investigaciones en Desarrollo Sostenible (CIEDES) y del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), ambos de la Universidad de Costa Rica, para valorar el riesgo debido a la contaminación atmosférica en San José. Hay dos aspectos destacables en esta investigación. El primero de ellos es la herramienta utilizada para evaluar la contaminación; en lugar de hacer mediciones periódicas, el Sr. Araya modeló la dispersión de los óxidos de nitrógeno, haciendo uso de un modelo físico matemático desarrollado por la Oficina de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), y plasmado como un programa informático. El segundo aspecto es la forma en la que se analizaron los datos. En lugar de considerar la contaminación sólo como la concentración de una especie química, se definió y cuantificó el riesgo al cual se encuentran expuestos los habitantes de una región en particular. Finalmente se hicieron algunas mediciones de campo para comprobar la veracidad del modelo. A partir de este razonamiento, nace una visión de la situación diferente a la que se daría considerando sólo un parámetro como la concentración del contaminante. Como cualquier otra investigación, la presente no está libre de errores y proporciona información útil, confiable mas no irrefutable.

Antes de entrar en los resultados, es conveniente explicar en forma breve, la metodología utilizada en la investigación. El modelo de dispersión utilizado fue el ISCST, éste es de tipo Gaussiano y fue desarrollado hace unos treinta años. Para que el modelo funcione, requiere procesar dos archivos electrónicos confeccionados por el investigador, y que contienen información específica. El primer archivo contiene información meteorológica horaria de la región en estudio, como la velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente y altura de la capa de mezcla en la noche y en el día.

La capa de mezcla, es aquella porción de la troposfera donde ocurren todos los fenómenos meteorológicos. Algunos datos fueron obtenidos con la ayuda del Instituto Meteorológico Nacional, otros, como la altura de la capa de mezcla, fueron estimados, utilizando otro modelo de la EPA. El segundo archivo, llamado archivo operacional, contiene información relacionada con las fuentes emisoras, por ejemplo, contaminante de interés, ubicación geográfica de la fuente, descarga promedio del contaminante en unidades de gramo por segundo, velocidad promedio de los gases al salir por la chimenea, y altura de la chimenea. Las fuentes tomadas en cuenta en la presente investigación fueron: calderas, motores de pistón de la planta térmica de generación eléctrica del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), ubicada en Colima de Tibás, y además, se consideró el aporte de las fuentes móviles. Debido a que no se tenían los datos requeridos para todas las calderas, se tuvo que calcular un promedio de los datos para cada tipo de caldera de acuerdo a la clasificación del Ministerio de Trabajo (A, B, C y D). Debido a que no se tenía información sobre las calderas tipo D (las más pequeñas en la clasificación), no fueron tomadas en cuenta. Los otros datos fueron obtenidos gracias a la colaboración del Ministerio de Salud. Los datos de la planta térmica fueron proporcionados por el ICE y el aporte de las fuentes móviles, fue estimado gracias a un estudio anterior, efectuado por el Programa de Desarrollo Urbano Sostenible (PRODUS) de la Universidad de Costa Rica<sup>2</sup>. Una vez que el programa procesa los dos archivos mencionados, emite un archivo de salida. Este contiene coordenadas cartográficas de diferentes puntos dentro del área en estudio, así también como la concentración promedio de óxidos de nitrógeno para cada punto. Para obtener una imagen que muestre la dispersión del contaminante, se debe exportar el archivo de salida a un Sistema de Información Geográfica (SIG). En este estudio se usó el SIG llamado Arc View 3.2.

Siguiendo la metodología expuesta en el párrafo anterior, se logró obtener un mapa de dispersión de la concentración de NOx en San José.

Modelo de dispersión de la concentración de NOx en el área de estudio



FUENTE: ProDUS-UCR, CIEDES-UCR, CICA-UCR, Consejo de Salud Ocupacional, Ministerio de Salud, USEPA. Hoja topográfica Abra 1:50 000, IGN

Escala 1:65000

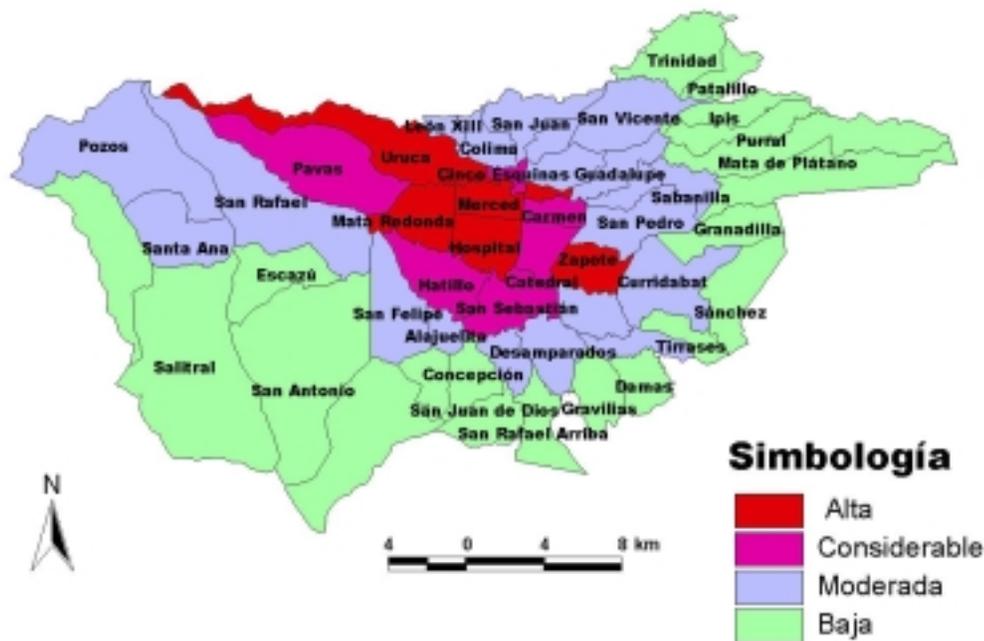
En la figura anterior, se muestra la distribución de todas las fuentes emisoras consideradas en este estudio: calderas, planta térmica y emisiones vehiculares. En la escala ubicada a la derecha del mapa, se indican los distintos ámbitos de concentración para NOx. Estos valores están dados en unidades de concentración de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de NOx. Las líneas oscuras indican las fronteras de los distritos. De acuerdo al modelo, se calcularon concentraciones de NOx de hasta los  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en algunos lugares del centro de San José, indicados con las manchas marrón. Una zona de alta concentración ubicada en La Uruca al sureste de la planta térmica del ICE, otra en el sector donde se ubica el Hospital México y una tercera a unos 300 m al oeste del la facultad de derecho de la Universidad de Costa Rica. Todos estos puntos se encuentran sobre de calles con alto tráfico vehicular y por consiguiente con altas emisiones vehiculares.

Vale la pena comentar que aunque no se incluyó aquí un mapa con las concentraciones provenientes de las fuentes fijas, el SIG permitió hacer un análisis comparativo entre estas y las provenientes de fuentes fijas, y ello permitió asegurar que el mayor aporte a la concentración total de los óxidos de nitrógeno proviene del sector automotor. En efecto, la sobreposición de ambos modelos produce un mapa que básicamente reproduce el que se deriva de las fuentes móviles. Esto es interesante, pues los distintos sectores involucrados con el tema de la calidad del aire, siempre han manejado que la contaminación del aire sobre el GAM proviene en un 75 % del sector transporte, un 23% de la industria, y el 2% restante, de fuentes naturales. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica, pero no fue posible encontrar documento alguno que

respaldara esos números. Quizás estos datos sean valores que se manejan en países desarrollados. Como en este trabajo se pudo estimar la contaminación debida a fuentes fijas y se contó con estimados de las fuentes vehiculares, se logró también hacer estimados de porcentajes de proveniencia según los distintos distritos así, el aporte por parte del sector automotor a la concentración de  $\text{NO}_x$  es del 91 por ciento, y del 9 por ciento para el sector energía e industria, según el modelo. Es importante aclarar que esto sólo está hecho para  $\text{NO}_x$ , y no se está tomando en cuenta el aporte de fuentes naturales. Creemos que estos porcentajes se mantendrían muy parecidos para el  $\text{SO}_2$ , y partículas. Sin embargo, para estos dos contaminantes habría que hacer un estudio más detallado sobre la influencia de los volcanes cercanos al área de estudio, como el volcán Irazú por ejemplo, ya que los dos son emitidos en grandes cantidades y podrían transportarse largas distancias.

Los Sistema de Información Geográfica permiten calcular valores promedios de una zona que tiene distintos niveles de concentración. Utilizando esa herramienta de los SIG, se calcularon los valores medios de cada distrito y los resultados se pueden observar en la Tabla 1 del anexo. La comparación con la Guía de la OMS, permite utilizar la concentración media como criterio para clasificar los distritos: aquellos con concentraciones iguales o mayores a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  quedaron en la categoría llamada alta; los comprendidos entre 40 y menos de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la siguiente llamada considerable. Los distritos con concentraciones entre 20 y menos de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la categoría moderada y todos los demás en la categoría: baja. Vale la pena apuntar que la guía de la OMS es de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , promedio anual. Ninguno de los distritos presenta valores mayores a la norma nacional, pero es claro que, como era de esperar, los distritos centrales son los más cargados de contaminantes. En el Mapa siguiente, se muestran los resultados.

## Concentraciones medias de NOx por distrito



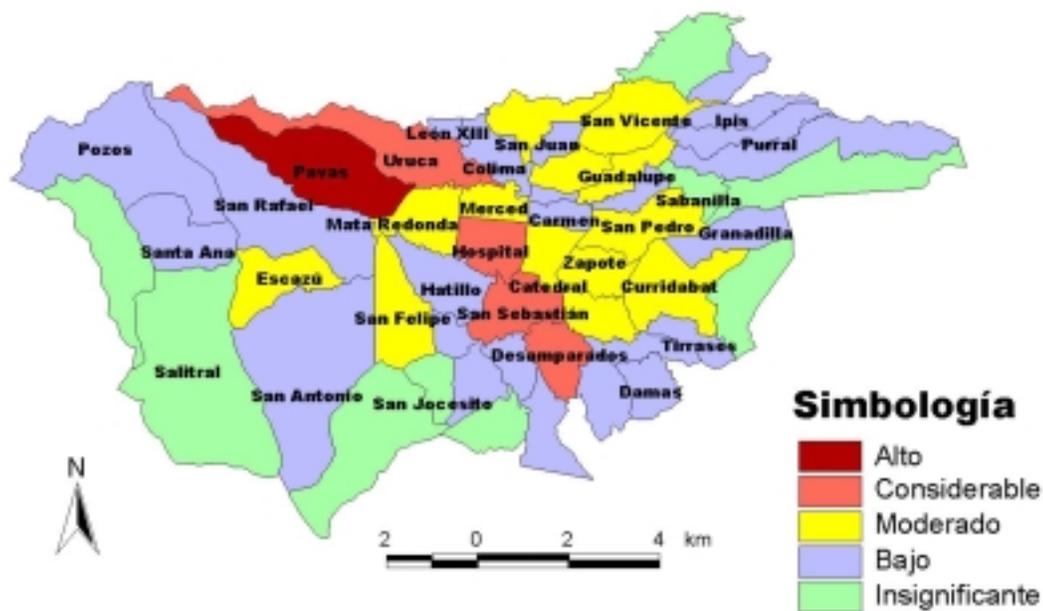
FUENTE: CIEDES-UCR, hoja topográfica Abra 1:50 000, IGN

Un objetivo muy importante de esta investigación, fue hacer un mapa del riesgo estimado debido a la contaminación del aire. La palabra riesgo normalmente denota el grado de peligro que se cierne sobre una comunidad o un individuo, no aspira a tener un valor medible. Se intentó definir un riesgo cuantificable para hacer comparaciones razonables. Si bien no existe una única manera de definir riesgo cuantificable, pues esto depende de las circunstancias y del fenómeno particular que se estudia, es posible medir el riesgo solo basándose en los valores promedios de la concentración pero esto no toma en cuenta otros factores importantes, como veremos a continuación. Se estimó que una mejor medida del riesgo es el producto de dos factores: la amenaza y la vulnerabilidad. En este caso, se definió la amenaza como la concentración promedio del contaminante en cada distrito, es decir, cuanto más alta sea la concentración media, tanto más alta es la amenaza y, por lo tanto, también el riesgo. Por otro lado, se le llamó vulnerabilidad, al número de pobladores expuestos en cada distrito. Así, cuantos más sean los individuos expuestos, mayor será la vulnerabilidad y, por supuesto, también el riesgo. Como se ve, estos son dos valores medibles y permiten hacer comparaciones. En efecto, para comparar, se pueden ordenar los distritos por orden ascendente del riesgo, tal cual se definió arriba, y también por orden ascendente de concentración. Por orden de riesgo el más peligroso de los distritos es Pavas, con un valor cercano a los 3 millones. Este no es el distrito que presenta la concentración promedio más alta de NOx, de hecho, está en un décimo lugar con una concentración de  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pero es el que presenta la vulnerabilidad más alta, en otras palabras, la población más alta de todos los distritos (Ver Tabla 2 de anexo). El distrito que presenta la concentración promedio más alta es Mata Redonda ( $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pero su baja población hace que su

riesgo ocupe el decimoséptimo lugar. El análisis de los datos, incluyendo su incertidumbre, permitió establecer ámbitos de clasificación y separación en categorías basados en el riesgo. Así, se consideró que Pavas con un valor de riesgo cercano a los 3 millones está en una categoría por sí mismo. Le siguen: San Sebastián, La Uruca, Desamparados y Hospital con valores comprendidos entre 1 y 2 millones. Todos ellos comprendidos entre valores de 30 y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pero con considerable número de pobladores.

Usando el mapa de distribución de contaminantes provenientes de todas las fuentes y las delimitaciones territoriales por distrito, se obtuvo un mapa de riesgo, que se muestra seguidamente.

### Modelo de distribución de zonas de riesgo



FUENTE: CIEDES-UCR, hoja topográfica Abra 1:50 000, IGN

### Monitoreos Periódicos de la Calidad del Aire

Durante los últimos años, algunos investigadores se han dado a la tarea de monitorear la concentración de ciertos contaminantes del aire en algunos puntos del valle central. Muchos de estos esfuerzos han sido llevados a cabo por universidades estatales como la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional, esta última en conjunto con otras instituciones como la Municipalidad de San José.<sup>3</sup>

Los estudios mencionados, se han basado en la cuantificación de las partículas PM-10, utilizando muestreadores de alto volumen ubicados en ciertos puntos estratégicos de la capital. También se ha cuantificado la concentración de iones nitrato y sulfato en las partículas recolectadas. En cuanto al monitoreo de gases, quizás el más investigado es

el dióxido de nitrógeno, y las metodologías más utilizadas son el monitoreo activo por medio del método de Griess-Saltzman y el monitoreo pasivo.<sup>4</sup>

Los resultados reportados por la Universidad Nacional revelan que el dióxido de nitrógeno presentó un incremento entre el 2003 y el 2005. El punto de mayor concentración está ubicado frente al Hospital San Juan de Dios y mostró una concentración anual de aproximadamente  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valor por encima del límite anual establecido por la OMS. En el resto de los puntos se registró valores por debajo de este valor límite, por ejemplo, el costado norte de la Catedral Metropolitana, y dos puntos ubicados sobre avenida 10 mostraron concentraciones entre 40 y  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Estos resultados concuerdan con la situación predicha por el modelo, ya que éste reveló la existencia de áreas de la capital en donde era de esperar que la concentración de  $\text{NO}_2$  sobrepasara este valor límite. De ahí la importancia de combinar ambas metodologías, el modelo da un panorama general de la situación, es decir nos indica sobre que áreas enfocar las mediciones, mientras que el monitoreo confirma con mayor precisión las tendencias mostradas por el modelo. Claro está, el modelaje permite hacer otras estimaciones, como por ejemplo el aporte de las diferentes fuentes, lo que a su vez permite concentrar esfuerzos en una dirección para reducir la contaminación a los valores que se pretende alcanzar.

Para el caso del material particulado, la situación no cambió significativamente entre el 2004 y el 2005. Los resultados diarios no sobrepasaron la norma diaria nacional ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en ninguno de los puntos de muestreo, para la mayoría de las muestras se registró valores entre 20 y  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Desempeño del La Revisión Técnica Vehicular**

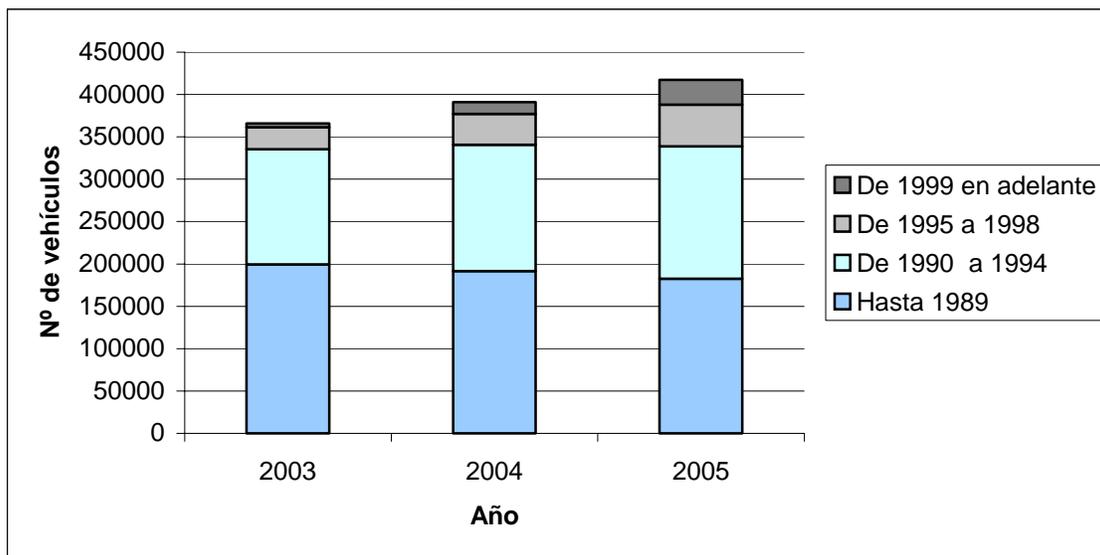
Desde su implementación a mediados del 2002, la Revisión Técnica Vehicular, ha funcionado como única herramienta orientada al control de las emisiones de fuentes móviles. Su desempeño se ha evaluado de distintas maneras. Por un lado se han llevado a cabo estudios de percepción de la opinión pública y por otro se han realizado estimaciones de su impacto en las emisiones del sector transporte. En el primer caso, la población entrevistada vio con buenos ojos la Revisión Técnica, ya que un 81% consideró que esta contribuye a la calidad del aire en Costa Rica y un 59% opinó que esta ayuda al ahorro de combustibles.<sup>5</sup>

Siguiendo una perspectiva más cuantitativa, La Agencia de Cooperación Alemana (GTZ) en el marco del Convenio Costarricense – Alemán de Cooperación Técnica, Proyecto Aire Limpio San José, Segunda Fase, publicó el estudio: “El Impacto Ambiental de la Revisión Técnica Vehicular: Su Aporte en el Control de Emisiones Vehiculares Contaminantes”.<sup>6</sup>

El estudio evaluó las emisiones evitadas por la implementación de la revisión técnica en Costa Rica de algunos contaminantes del aire. La investigación tomó en cuenta 94000 pruebas de emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados, llevadas a cabo por el operador de la Revisión Técnica Vehicular, en el Gran Área Metropolitana,

durante los años 2003, 2004 y 2005. Debido a que estos parámetros son medidos únicamente en motores de gasolina, el estudio contempló solamente este tipo de vehículos: carros particulares, taxis y carga liviana. El gráfico 1 muestra la evolución de la flota vehicular en el Gran Área Metropolitana durante esos años.

**Gráfico 1. Distribución por modelo de la flota vehicular a gasolina en la GAM, vehículos particulares, taxis y carga liviana**

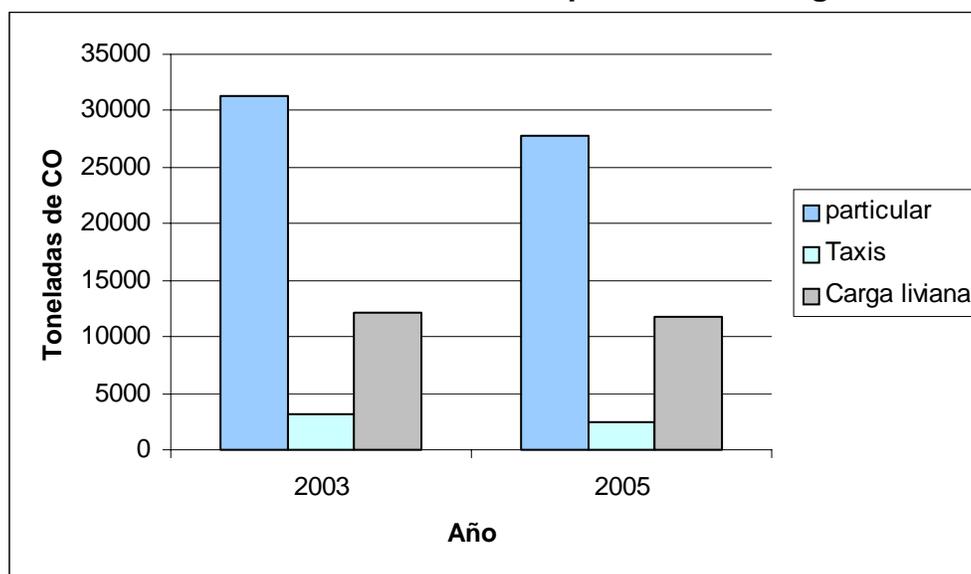


Como se aprecia en la gráfica 1, el parque vehicular a gasolina ha crecido desde el año 2003 al 2005, pasando de 365900 unidades a 417500. Es importante mencionar, que la mayor parte de la flota está compuesta por vehículos viejos, es decir, modelos iguales o anteriores a 1989. El segundo grupo relevante lo constituye los vehículos ubicados entre 1995 y 1998. Las unidades más recientes son la minoría. Comparando la situación año a año, se nota que existe una tendencia a la reducción de las unidades más antiguas, pasando de 199300 carros en el 2003 (54,5 % de la flota total) a 182435 en el 2005 (43.7% del total). Es evidente el crecimiento del número de vehículos nuevos pasando de 4523 en el 2003 (1,2 % del total) a 29481 (7,1 % del total).

Con el porcentaje de CO medido en las emisiones de cada vehículo a gasolina, se calculó un porcentaje de CO promedio para cada tipo de vehículo (particular, taxis y carga liviana) y para cada modelo, siguiendo la clasificación por año que se muestra en el gráfico 1. Por ejemplo, para el año 2005 el porcentaje de CO promedio para vehículos particulares ubicados entre 1990 y 1994 fue de 0,57%, para los taxis de esos mismos años fue 0,57%; y para los de carga liviana fue de 0,85% de CO. Es importante mencionar, que estos promedios fueron calculados para los vehículos que aprobaron la prueba, es decir, para aquellos cuyas emisiones no sobrepasaron el valor límite reglamentado. Con estos porcentajes promedio y siguiendo un modelo definido, se calculó un factor de emisión para cada tipo y modelo de vehículo en gramos del contaminante por litro de combustible consumido. Por otro lado, para cada tipo de vehículo se estimó su recorrido diario en km, los días de funcionamiento por año y su

rendimiento (km recorridos por litro de combustible). Con esta información, se estimó la emisión total del contaminante en toneladas por año para cada tipo y modelo de vehículo. El gráfico 2 muestra estos resultados por tipo de vehículo.

**Gráfico 2. Toneladas anuales de CO emitidos por vehículos a gasolina**



Del gráfico 2 se desprende que el mayor aporte de CO a las emisiones vehiculares, proviene de los vehículos particulares (46564 toneladas para el 2003), seguidos por los de carga liviana (12050 toneladas) y por los taxis (3166 toneladas). Este resultado era de esperar, ya que se estima que el número de carros particulares que circulan en la GAM representan el 87% del total de vehículos a gasolina. Comparando ambos años, se aprecia que hubo una reducción en las emisiones de CO, pasando de 46564 toneladas en el 2003 a 42178 toneladas, es decir, una reducción del 9,4%, a pesar de que la flota vehicular aumentó en esos años en aproximadamente un 14%. Este comportamiento se debe a varias razones. Por un lado hubo una renovación de la flota vehicular (ver gráfico 1), y por otro, aumentó el mantenimiento de los vehículos por parte de sus propietarios.

Para evaluar el efecto de la Revisión Técnica sobre las emisiones vehiculares, se debe tener presente que un vehículo rechazado en la primera prueba, es sometido a reparaciones hasta que sus emisiones alcancen los niveles máximos permitidos por decreto. Siguiendo esta idea, se calculó la emisión anual de los vehículos que no pasaron la prueba, tomando en cuenta el % de CO promedio para los carros reprobados. De esta forma, se estimó que la Revisión Técnica Vehicular evita la emisión de 23761 toneladas de CO por año, lo que equivale a un 34% del total emitido.

Considero conveniente plantear algunas observaciones importantes. La investigación consideró únicamente vehículos del Gran Área Metropolitana. Por otro lado, el estudio abarcó solamente vehículos a gasolina, dejando por fuera los carros con motor diesel, por ejemplo: transporte público y carga pesada. Este tipo de automóviles constituyen el

20,12% de la flota vehicular total, y de ellos sólo se conoce su porcentaje de opacidad. Este parámetro, tiene el inconveniente de que no existe forma de relacionarlo con la concentración de partículas emitidas, tampoco se cuenta con datos reales sobre emisiones de CO<sub>2</sub>, CO o hidrocarburos no quemados. Por lo tanto, se desconoce el aporte real de estos vehículos a las emisiones vehiculares totales y por ende deben ser considerados en futuras investigaciones.

## **Marco Institucional y Estrategias desarrolladas por el mismo**

### **Nuevo Reglamento de Emisiones de Fuentes Fijas**

Desde al año 2004, una comisión dirigida por el Ministerio de Salud Pública y formada por miembros de diferentes instituciones estatales y representantes del sector privado, han venido redactando, un nuevo reglamento que buscará regular las emisiones provenientes de fuentes fijas, y que además sustituirá al reglamento actual (Decreto N° 30222-S-MINAE). Se espera que esta nueva versión entre en vigencia durante el año 2006.

Las razones que llevaron a las autoridades de salud a elaborar una nueva reglamentación se mencionan a continuación.

El reglamento vigente regula las emisiones de SO<sub>2</sub>, sin embargo, no se le solicitaba al ente generador, un análisis de azufre en el combustible. Por lo tanto, de encontrarse concentraciones por encima del valor límite establecido, no era conveniente sancionar al industrial, ya que no se conocía el porcentaje de azufre en el combustible suministrado por RECOPE.

El reglamento actual sólo regula las emisiones provenientes de calderas, mientras que el nuevo incluirá hornos indirectos y plantas de generación eléctrica, cuyas unidades generadoras pueden ser turbinas de gas o motores de pistón de capacidad mayor a 1 MW.

El reglamento vigente, no obliga al ente generador a proveer las instalaciones adecuadas para llevar a cabo los muestreos de las emisiones en las chimeneas. Lo anterior conlleva a un riesgo para el personal encargado de realizar dicha tarea. Se espera que la nueva versión del decreto, especifique en forma detallada, los lineamientos a seguir por parte del industrial para adecuar sus instalaciones a la toma de muestras.

Un aspecto crítico que se ha presentado en la confección del reglamento ha sido el elegir la metodología ha utilizar para establecer los límites máximos permisibles de emisiones. Durante las discusiones, se ha hecho referencia a reglamentos internacionales, balance de masas o promedios obtenidos de los análisis incluidos en los reportes operacionales de las calderas.

Un punto negativo en el reglamento actual y que se mantiene en su nueva versión, es que los límites establecidos se encuentran expresados en miligramos del contaminante por metro cúbico de gas emitido, es decir, en unidades de concentración. El problema de esto radica en que a todos los entes emisores se les trata por igual. Consideramos que una unidad más justa es la de masa del contaminante por unidad de tiempo.

### **Sistema de Gestión de la Calidad del Aire**

El Ministerio de Salud Pública, el Ministerio del Ambiente y Energía y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes han unido esfuerzos para poder crear una ley que llevaría al establecimiento de un Sistema de Gestión de la Calidad del Aire y Protección del Ambiente Atmosférico. Dicho sistema estará constituido por dos componentes. El primero se hará cargo de la vigilancia de la calidad del aire, lo cual requiere del establecimiento de una red de monitoreo, mientras que el segundo componente creará un catálogo de medidas orientadas a prevenir o reducir la contaminación del aire. En la siguiente sección se mencionarán algunos puntos sobre el establecimiento de la red de monitoreo.

### **Retos por enfrentar**

En el tema del aire los retos son muchos y ningún ciudadano está exento de responsabilidad. Es imprescindible educar al ciudadano en materia de conservación del aire, y en esto quienes toman las decisiones a nivel político juegan un papel crucial. Se debe incentivar el uso del transporte público en lugar del vehículo particular. Para esto se requiere un servicio de transporte limpio, eficiente y seguro. La reactivación del tren urbano en el 2005 por parte del INCOFER, fue una decisión acertada que se le debe dar continuidad para su mejora. Los problemas se deben atacar desde su origen, por lo que la restricción aplicada al ingreso de vehículos a la ciudad de San José de acuerdo al número de placa y día de la semana, es una medida temporal para el problema, que a la larga será ineficiente.

El rol del investigador nacional es de gran relevancia, ya que las decisiones tomadas por el sector político-administrativo, deben estar basadas, al menos en parte, en los resultados obtenidos en los distintos estudios sobre la situación del aire. Por lo tanto, el mejoramiento continuo de la calidad de los resultados, es vital para los intereses del país. Una sobreestimación de los contaminantes, proporcionaría una visión trágica de la situación, provocando la adopción de medidas sumamente estrictas, que tendrían un efecto negativo en el sector productivo. Por ejemplo, el establecer límites bajos para las emisiones de SO<sub>2</sub>, obligaría al ente generador, a adquirir la tecnología necesaria para la disminución de sus emisiones, por otro lado, la Refinería Costarricense de Petróleo, debería suministrar combustibles con un menor porcentaje de azufre y por ende de mayor precio, esto podría involucrar un aumento en el costo del Kwh de origen térmico y que actualmente representa el 3,5 % de la producción total de electricidad. Cambiando de panorama, medidas tomadas a partir de una visión laxa de la situación, propiciaría el aumento en las emisiones, provocando el deterioro ambiental y una disminución en la calidad de vida de la población.

Es muy importante que aspectos relacionados con el establecimiento de la red de monitoreo, como la elección de los sitios de muestreo y el número de estaciones que se instalarán, se apoyen en criterios derivados de los estudios efectuados hasta la fecha. El utilizar metodologías analíticas alternas, como el muestreo pasivo o modelar la dispersión de los contaminantes atmosféricos, son opciones muy atractivas para llevar a cabo estudios de la calidad del aire en Costa Rica. Los métodos pasivos, permiten obtener datos quincenales o mensuales de las concentraciones de algunos contaminantes, además, su bajo costo y tamaño los hace ideales para estudios a gran escala en distintas regiones. Por otro lado, los modelos de dispersión de contaminantes, han sido también herramientas muy utilizadas como complemento de los resultados obtenidos a partir de las mediciones. Se debe mencionar que estos modelos requieren datos muy precisos sobre las emisiones de un país, condiciones meteorológicas y geográficas. Las estaciones automáticas de monitoreo, proporcionan resultados inmediatos sobre la contaminación del aire del lugar donde se encuentra instalada, lo que permite obtener una enorme cantidad de datos. Son sistemas sumamente costosos y como cualquier otro equipo requieren de mantenimiento preventivo. Es por esto que consideramos que la red de monitoreo que a futuro se espera instalar en el Área Metropolitana, debería estar constituida por una o dos estaciones automáticas ubicadas en puntos estratégicos, y complementadas con los métodos analíticos alternos mencionados anteriormente.

## **Bibliografía**

- 1) Araya, M.; Segnini, M. 2005. Informe final del proyecto de investigación: "Evaluación de la Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana". San José: CIEDES-CICA. Universidad de Costa Rica.
- 2) ProDus-UCR. 2002. Estudio de Indicadores Urbanos en el Área Metropolitana de San José. San José: ProDus. Universidad de Costa Rica.
- 3) Rodríguez, S.; Herrera, J. 2005. Segundo Informe de Calidad del Aire de la Ciudad de San José. Heredia: Universidad Nacional.
- 4) UNEP/WHO. 1994. GEMS/AIR Methodology Reviews Vol. 4: Passive and Active Sampling Methodologies for Measurement of Air Quality. Nairobi: UNEP.
- 5) Riteve SyC. 2005. Anuario 2005.
- 6) Herz, H.; Feldt, R.; Vargas, J.; Vargas, R.; Corrales, F. 2005. El impacto Ambiental de la Revisión Técnica Vehicular: Su aporte en el control de emisiones vehiculares contaminantes. San José: GTZ, MOPT, UNA.