

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BENEFICIOS DEL DÍA SIN CARRO EN  
LA CIUDAD DE CALI A PARTIR DE UN CASO DE ESTUDIO PARA LA  
COMUNA 3.**

**ANA MARÍA FRANCO ESCOBAR**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
SANTIAGO DE CALI 2010**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BENEFICIOS DEL DÍA SIN CARRO EN  
LA CIUDAD DE CALI A PARTIR DE UN CASO DE ESTUDIO PARA LA  
COMUNA 3.**

**ANA MARÍA FRANCO ESCOBAR**

**Trabajo de grado para optar al título de Economista**

**Director  
MARIO ALEJANDRO PERÉZ RINCÓN, M. Sc, Ph.D**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
SANTIAGO DE CALI 2010**

## Tabla de contenido

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                                                                                             | 4  |
| INTRODUCCIÓN .....                                                                                        | 5  |
| CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL .....                                                           | 10 |
| 1.1. Contaminación ambiental y salud .....                                                                | 10 |
| 1.2. Gestión de la calidad del aire .....                                                                 | 13 |
| 1.3. Calidad del aire en la ciudad de Cali y en la comuna 3.....                                          | 17 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....                                                                           | 24 |
| 2.1. Valoración económica del medio ambiente.....                                                         | 24 |
| 2.2. Efectos de la contaminación ambiental sobre la salud. Función Concentración Respuesta (FCR) .....    | 29 |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....                                                                             | 36 |
| 3.1. Modelo .....                                                                                         | 36 |
| 3.2. Base de datos .....                                                                                  | 39 |
| 3.3. Limitaciones del modelo.....                                                                         | 40 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....                                                                              | 45 |
| 4.1. Estimación Función Concentración Respuesta.....                                                      | 45 |
| 4.2. Valoración económica de la contaminación del aire por Monóxido de Carbono en la ciudad de Cali ..... | 49 |
| 4.3. Beneficio económico del “Día sin Carro” en la ciudad de Cali .....                                   | 52 |
| CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES .....                                                                            | 56 |

## RESUMEN

Con base en estudios realizados en Colombia, la contaminación del aire en las zonas urbanas tiene un principal causante, los automóviles. Retomando este diagnóstico se han aplicado políticas ambientales en las principales ciudades del país desconociendo los resultados efectivos en salud de las mismas y sus beneficios esperados en términos económicos. Este estudio se centra en la ciudad de Cali, con énfasis en la Comuna 3, caracterizada por presentar un volumen de tránsito considerable y concentración de contaminantes atmosféricos que exceden las normas de calidad ambiental vigentes. Empleando la estimación de una Función Concentración Respuesta, se busca determinar la relación existente entre concentración de Monóxido de Carbono en esta zona y el número de visitas al Hospital por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA). El estudio estima un modelo log-lineal con buen ajuste estadístico, a partir del cual se evidencia una relación positiva y significativa entre la concentración máxima promedio de CO y el número de consultas médicas por IRA. Con base en esta función y a través de la metodología de costes médicos o de tratamiento, se desarrolla la valoración económica de un cambio en la calidad ambiental y la estimación de los beneficios de la política de “Día sin Carro”.

**Palabras Clave:** Cali; Contaminación Atmosférica; Día sin Carro; Función Concentración Respuesta; Valoración Económica del Cambio en la Calidad Ambiental.

## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, la dinámica poblacional, el crecimiento acelerado de la producción, el aumento y cambio en los patrones de consumo, están sobrepasando las capacidades de los ecosistemas, haciendo evidente los límites para un crecimiento económico continuado (Pérez *et al*, 2009). En el plano urbano, el alto nivel de contaminación atmosférica se convierte en un problema relevante que empieza a cuestionar la posibilidad de un desarrollo urbano sostenible; debido a que la contaminación del aire genera una serie de efectos negativos sobre la calidad de vida de la población, expresados principalmente a través del deterioro de la salud humana<sup>1</sup>.

La contaminación del aire se refiere a “*la presencia de sustancias en el aire en cantidades y duración tal que pueden alterar la salud y el bienestar humano, así como el funcionamiento de los ecosistemas*” (Silva, 2009). Esta categoría de contaminación ambiental, es generada especialmente por dos tipos de fuentes: las fuentes móviles y las fuentes fijas; la primera se refiere a los automóviles y la segunda a las industrias. En los países en desarrollo, entre un 70% y 80% de la contaminación atmosférica total tiene como fuente principal el tráfico motorizado (Muñoz y Moller, 2004). En Colombia, el sector transporte es el principal responsable de las emisiones contaminantes a la atmósfera; en 2002 produjo cerca del 85% del volumen total de las mismas (Brugman, 2004).

---

<sup>1</sup> Numerosos estudios epidemiológicos permiten evidenciar la estrecha relación existente entre la degradación ambiental y las cifras de morbilidad y mortalidad. Ver Ostro, (1994); Pope *et al*, (2002) entre otros.

En un contexto más amplio, el costo social asociado a la degradación ambiental en el país incluyendo aspectos como insuficiencia de agua, higiene y saneamiento básico, contaminación urbana del aire, contaminación doméstica del aire, degradación de la tierra y desastres naturales equivalente al 3.75% del PIB aproximadamente. De manera específica, la contaminación urbana del aire genera un costo de \$1.500 billones de pesos anuales<sup>2</sup>, reflejados en las cifras de mortalidad y morbilidad por enfermedades respiratorias agudas, enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón. Los estudios indican además, que este tipo de contaminación ambiental es responsable de aproximadamente 6.000 muertes prematuras y 7.400 nuevos casos de bronquitis crónica (Larsen, 2004).

En consecuencia, se hace explícita la importancia de preservar la calidad del medio ambiente a través de la aplicación de políticas ambientales encaminadas a proteger, desarrollar y conservar recursos, espacios naturales y el equilibrio ambiental. En el caso de las principales ciudades del país en las que el crecimiento del parque automotor ha ejercido una presión constante sobre la movilidad y la contaminación del aire, se han adoptado y aplicado por parte de las diferentes instituciones administrativas y ambientales, políticas encaminadas al mejoramiento de esta problemática.

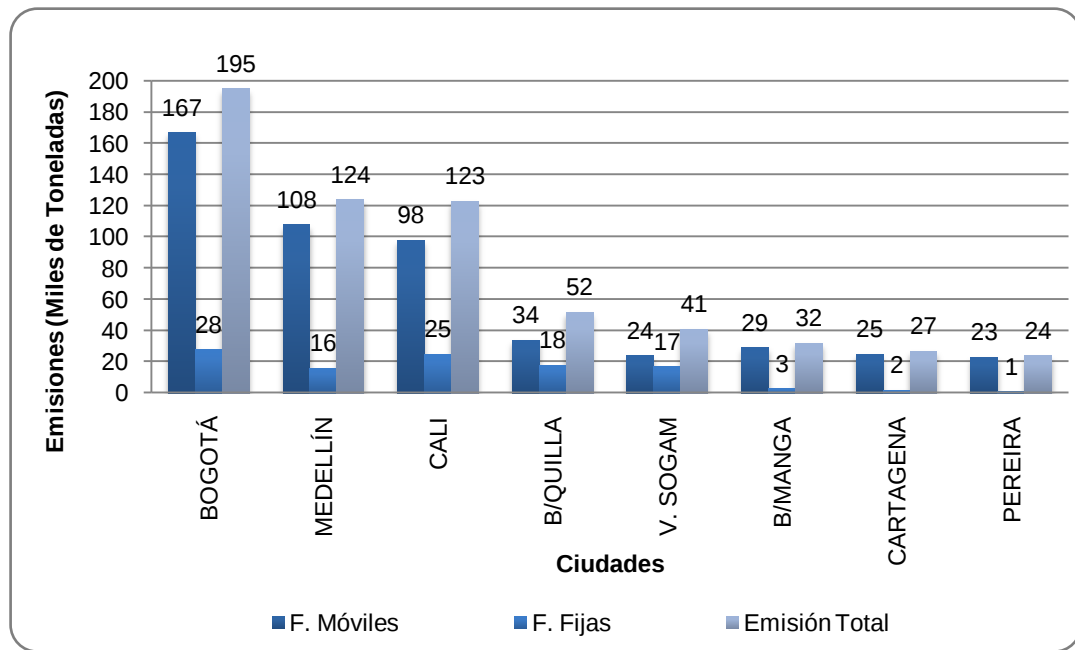
Las políticas más representativas en este ámbito han sido el “Pico y Placa” y el “Día Sin Carro”; estas medidas se basan en la restricción de vehículos particulares que circulan en la ciudad; el primero diariamente y de forma rotativa; y el segundo un día completo cada año. La aplicación de esta última inició en la ciudad de Bogotá y consecutivamente se extendió a otras ciudades del país. En el caso de Cali, tercera ciudad con mayor descarga de contaminantes a la atmósfera a nivel

---

<sup>2</sup> Empleando la metodología DALY's (Años de Vida Ajustados por Discapacidad).

nacional, la iniciativa de “Día sin Carro” empezó a aplicarse en el año 2002, teniendo nuevas versiones en los años 2008 y 2009 (Gráfico 1).

**Gráfico 1. Emisión por Ciudad y Fuente (2002)**



Fuente: Brugman, 2004.

Bajo esta realidad, el presente trabajo tiene como objetivo general realizar una Valoración Económica de la aplicación de la iniciativa de “Día Sin Carro” en la ciudad de Cali. Dadas las dificultades existentes con relación a la disponibilidad de información ambiental y de salud para toda la ciudad, esta investigación trabaja sobre la Comuna 3 como estudio de caso para a partir de allí extrapolar los resultados a la ciudad. Es importante resaltar que esta zona de la ciudad se caracteriza por un alto flujo vehicular y una elevada concentración de contaminantes atmosféricos.

En términos específicos, este estudio tiene como objetivos: *i)* Determinar la relación entre los cambios en la concentración de monóxido de carbono (CO)<sup>3</sup> y las cifras de morbilidad por infecciones respiratorias agudas (IRA), a través de una Función Concentración Respuesta. *ii)* Calcular el coste monetario de la presencia de este tipo de enfermedades respiratorias en la población de la ciudad empleando la metodología de costes de tratamiento de la enfermedad. *iii)* Estimar los beneficios de la aplicación de la política de “Día sin Carro”.

De este modo, la Función Concentración Respuesta proporciona información sobre como se ve afectado un determinado receptor por la calidad del medio ambiente. La base de datos esta conformada por datos ambientales provenientes de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del DAGMA (Estación Calle15), datos meteorológicos de la Estación de Cenicaña en la zona PTAR Cañaveralejo e información sobre salud pública suministrada por la Red de Salud Ladera.

La función se basa en un modelo de regresión log-lineal, que permite medir la elasticidad de la variable dependiente con respecto a las variables independientes. Posteriormente, con base en esta estimación y a través de metodologías alternativas como Costes Evitados o de Tratamiento por Enfermedad, es posible deducir el costo social marginal y total de la contaminación del aire relacionado con la circulación de vehículos automotores.

Esta investigación se compone de cinco secciones adicionales a esta. La primera sección realiza una breve descripción del marco conceptual y contextual bajo el cual se desarrolla este trabajo. La segunda sección expone el marco teórico que se aplica al presente estudio de caso. En la siguiente parte se presenta la

---

<sup>3</sup> Contaminante altamente relacionado con el parque automotor.

metodología empleada, el modelo general planteado, la información con la que se trabajó y las limitaciones del modelo. Finalmente, la sección 4 entrega los resultados y la última sección presenta las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL**

Con base en diversos trabajos epidemiológicos realizados alrededor del mundo, se identifica una clara relación entre contaminación atmosférica en la zona urbana y morbilidad por enfermedades respiratorias. Del mismo modo, se señala a los automóviles como la principal fuente de contaminación del aire en las principales ciudades. De manera específica, en la ciudad de Cali el crecimiento del parque automotor, como en la mayoría de las principales ciudades del país, ha generado una gran presión sobre el equilibrio ambiental y la calidad de vida de los habitantes. En este capítulo se presenta el efecto que la contaminación ejerce sobre la salud humana, además de evidencia sobre la relación existente entre parque automotor y emisión de contaminantes. En el mismo sentido, se expone el marco legal y la gestión ambiental vigente en la ciudad de Cali, con el fin de contextualizar la contaminación ambiental y la problemática de salud pública con la labor ejercida por las autoridades ambientales.

### **1.1. Contaminación ambiental y salud**

La contaminación atmosférica puede tener efectos sobre la salud y el bienestar de los seres humanos. Un efecto se define como un cambio negativo observable debido a la exposición a sustancias contaminantes; estos efectos pueden ser efectos agudos o de corto plazo como irritación de los ojos, mucosas, dolor de

cabeza y náuseas, o efectos crónicos o de largo plazo, como disminución de la capacidad pulmonar y cardiovascular (CEPIS, 2000).

Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos. Mediante acción de limpieza o barrido de los cilios (pequeños filamentos de las paredes de los pulmones) estas partículas son eliminadas. Sin embargo, las partículas de menor diámetro pueden llegar a los alvéolos, donde se toma semanas, meses o años eliminarlas; generando así molestias crónicas del sistema respiratorio. Del mismo modo, los contaminantes gaseosos del aire pueden afectar la función de los pulmones a través de reducción de la acción de los cilios.

Algunas de las sustancias contaminantes más comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos, y que al mismo tiempo están estrechamente relacionadas con el parque automotor son:

- i. **Monóxido de Carbono (CO):** Se produce por la combustión incompleta de combustibles, afecta la hemoglobina de la sangre, evitando que llegue suficiente oxígeno a los órganos vitales, agrava los problemas del corazón y pulmones; el peligro es más evidente en neonatos, neonatos y ancianos.
- ii. **Óxidos de Nitrógeno medido como Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Proviene de los gases vehiculares (combustión), el uso de catalizadores en el sistema de escape de los autos, puede reducir la presencia de este óxido en la atmósfera.

iii. **Hidrocarburos no Quemados:** Producidos debido a la quema parcial de las moléculas del combustible en el motor, este es el componente principal del smog, este elemento tiene el potencial de causar cáncer.

iv. **Material Particulado menor a 10 Micras (PM10):** Son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera, presentan un diámetro entre 0.3 y 10µm (microgramo por metro cúbico) como polvo, ceniza, hollín entre otros, estas penetran fácilmente en el sistema respiratorio. Causa irritación en las vías respiratorias, agravan el asma y problemas cardiovasculares. Las fuentes principales que las generan son la combustión industrial y doméstica.

En conclusión, la exposición constante al aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones, lo que puede ocasionar que gran número de partículas lleguen a las partes inferiores del pulmón. Este daño causado a los pulmones por la contaminación del aire puede imposibilitar el proceso de limpieza y contribuir a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, enfisema y cáncer. También puede afectar el corazón y el sistema circulatorio (CEPIS, 2000).

Al referirse a la contaminación del aire, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) son un problema importante de salud pública y representan una de las principales causas de atención médica a nivel mundial. Son problemas clínicos de etiología múltiple que se presentan en forma aguda o crónica, con variación estacional predominantemente en invierno. La sintomatología se puede localizar en vías respiratorias altas (VRA) en forma aislada o como parte de una enfermedad sistémica con ataque al estado general afectando vías respiratorias bajas (VRB) y parénquima pulmonar. Se entiende por IRA's una enfermedad

causada principalmente por virus y en segundo lugar por bacterias, que puede presentarse como: catarro común, gripe, rinofaringitis, faringo amigdalitis media, sinusitis, bronquitis, bronconeumonía y neumonía (Ramírez *et al*, 2009).

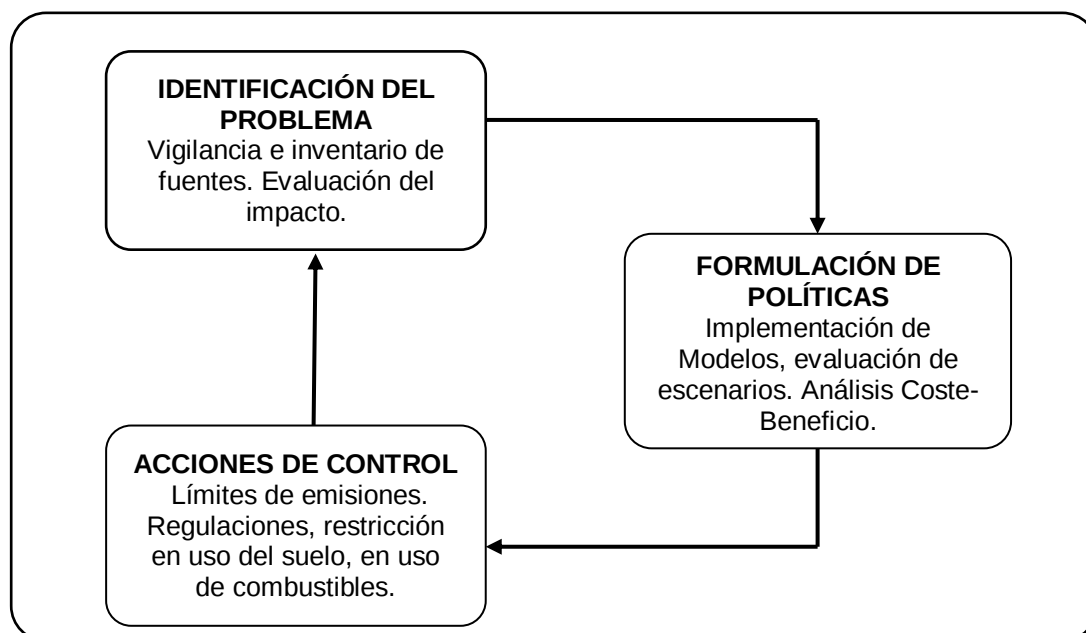
Estas afirmaciones han encontrado sustento empírico a lo largo de los años, mediante el desarrollo de diversos estudios epidemiológicos que evidencian el efecto adverso causado por la exposición a sustancias como el Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y PM10 sobre la salud humana. Enfermedades del aparato respiratorio como cáncer de pulmón, afección cardiopulmonar, bronquitis, asma, infección respiratoria aguda y otros síntomas respiratorios leves, son el conjunto de enfermedades que presentan una fuerte relación con la emisión de contaminantes a la atmósfera (Ostro, 1994).

## **1.2. Gestión de la calidad del aire**

El efecto de la contaminación atmosférica sobre el bienestar social, obliga a los gobiernos a diseñar programas de gestión de la calidad del aire que busquen la minimización de los riesgos que este tipo de contaminación tiene sobre la salud. La red de vigilancia de calidad del aire es una herramienta fundamental que se integra al programa de gestión de calidad del aire de la siguiente manera (IDEAM, 2005) (Gráfico 2):

- La medición y los inventarios de emisiones proveen fundamentos científicos, para el desarrollo de las estrategias y políticas, y hacen posible la cuantificación del efecto que producen las medidas adoptadas para implementarlas (evaluación del impacto). Sin embargo, esta herramienta por bien utilizada que sea, solo entrega una imagen parcial pero útil, de los comportamientos de las variables de contaminación del aire, en espacio y tiempo, para una ciudad o región.
- Luego se hace necesario completar y aclarar esta imagen usando la modelación de la calidad del aire, herramienta que además permite formular mejores políticas y ajustar las existentes, al predecir los efectos de las mismas.
- Las políticas orientan acciones de control, como límites de emisión, declaraciones de emergencia, restricciones a usos de suelo o combustibles etc., cuyos efectos son medidos con la vigilancia, cerrando el ciclo del programa.

**Gráfico 2. Programa de Gestión de la Calidad del Aire**



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), 2005.

En Colombia, la gestión de la calidad del aire inició en 1967 a través del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente; el cual dicta en el Artículo 75 la instalación de redes de monitoreo en las ciudades más grandes, con el fin de localizar las fuentes de contaminación atmosférica y detectar su peligro actual o potencial. Del mismo modo, en el año 1982 se definieron los estándares ambientales de calidad del aire en el país. Ya mucho más tarde, la CVC en 2004 estableció una norma para las condiciones locales de la ciudad de Cali que corresponden a 24°C y 0.89 atm. El Cuadro 1 presenta los datos comparativos entre la norma nacional y la local.

**Cuadro 1. Norma de Calidad del Aire Nacional vs. La de la Ciudad de Cali**

| CONTAMINANTE     | CONDICIÓN                                                                                                                                                                | NORMA NACIONAL O EPA <sup>4</sup> | NORMA CONDICIÓN LOCAL <sup>5</sup> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| PM <sub>10</sub> | La máxima concentración de una muestra recolectada en forma continua durante 24 horas que se pueda sobrepasar, por una sola vez en un período de 12 meses es de:         | 150 µg/m <sup>3</sup>             |                                    |
|                  | La concentración promedio de una muestra recolectada en forma continua durante 24 horas que se pueda sobrepasar, por una sola vez en un período de 12 meses es de:       | 50 µg/m <sup>3</sup>              |                                    |
| SO <sub>2</sub>  | El promedio aritmético de los resultados de todas las muestras diarias recolectadas en forma continua durante 24 horas, en un intervalo de 12 meses, no debe exceder en: | 100 µg/m <sup>3</sup>             | 34.22 ppb                          |
| CO               | La máxima concentración de una muestra recolectada en forma continua durante 8 horas es de:                                                                              | 15000 µg/m <sup>3</sup>           | 11.72 ppm                          |
|                  | La máxima concentración de una muestra tomada en forma continua durante 1 hora que se puede sobrepasar por sólo una vez en un período de 12 meses, es de:                | 50000 µg/m <sup>3</sup>           | 39.06 ppm                          |
| NO <sub>2</sub>  | El promedio aritmético de los resultados de todas las muestras diarias recolectadas en forma continua durante 24 horas, en un intervalo de 12 meses, no debe exceder en: | 100 µg/m <sup>3</sup>             | 47.61 ppb                          |
| O <sub>3</sub>   | La máxima concentración de una muestra tomada en forma continua durante 1 hora que se puede sobrepasar, por una sola vez en un período de 12 meses                       | 170 µg/m <sup>3</sup>             | 77.5 ppb                           |

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), 2004.

<sup>4</sup> 25°C y 1 atmósfera

<sup>5</sup> 25.2°C y 0.89 atmósfera

### 1.3. Calidad del aire en la ciudad de Cali y en la comuna 3

La calidad del aire en el municipio de Cali, es un tema que se viene estudiando desde 1985 por parte de la Secretaría de Salud. La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la ciudad, inició su funcionamiento en 1999 a cargo del DAGMA; esta red conformada por ocho estaciones fijas ubicadas de manera estratégica en la ciudad mide la concentración de contaminantes como:  $PM_{10}$ ,  $NO_x$ , CO,  $SO_2$  y  $O_3$ . No obstante, esta Red de Monitoreo ha presentado varios períodos de parálisis. El primero fue en diciembre de 2001 hasta abril de 2003. Después de otro año de funcionamiento, se apagó en diciembre de 2004 hasta junio de 2005. Actualmente, y desde agosto de 2006, Cali no cuenta con este importante sistema de vigilancia (El País, 2005). En consecuencia, existe una evidente falta de información sobre calidad del aire en Cali, lo cual se convierte en un gran obstáculo para la política ambiental local.

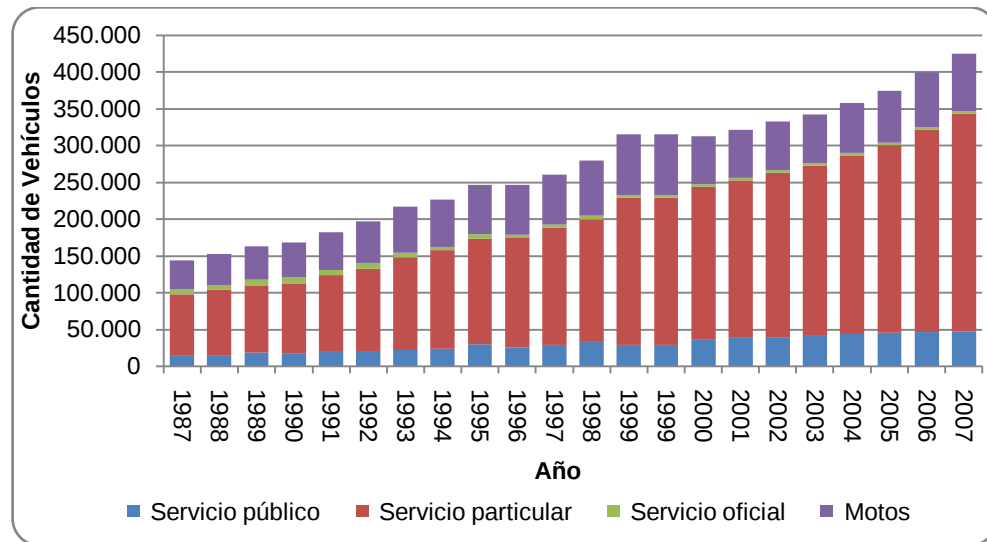
Al mismo tiempo, desde finales de los años 80's se inicia en la ciudad un proceso de crecimiento del parque automotor, como en todas las ciudades del país, soportado principalmente por los vehículos de servicio particular (Gráfico 3). Esta dinámica del parque automotor local (5,2% promedio anual) ha sido muy alta, superando tanto la tasa de crecimiento de la población (1,8%) como de la misma malla vial (0,5%), generando además de una gran congestión vehicular, una presión creciente sobre el equilibrio ambiental de la ciudad. En este contexto, la circulación de vehículos en la zona urbana produce mayor cantidad de  $CO^6$  en comparación con las actividades industriales, situando al sector transporte como el

---

<sup>6</sup> Las emisiones de Monóxido de Carbono presentan una estrecha relación con las fuentes móviles; convirtiéndose así en un buen indicador del efecto de la circulación de automóviles en la ciudad sobre la salud de la población.

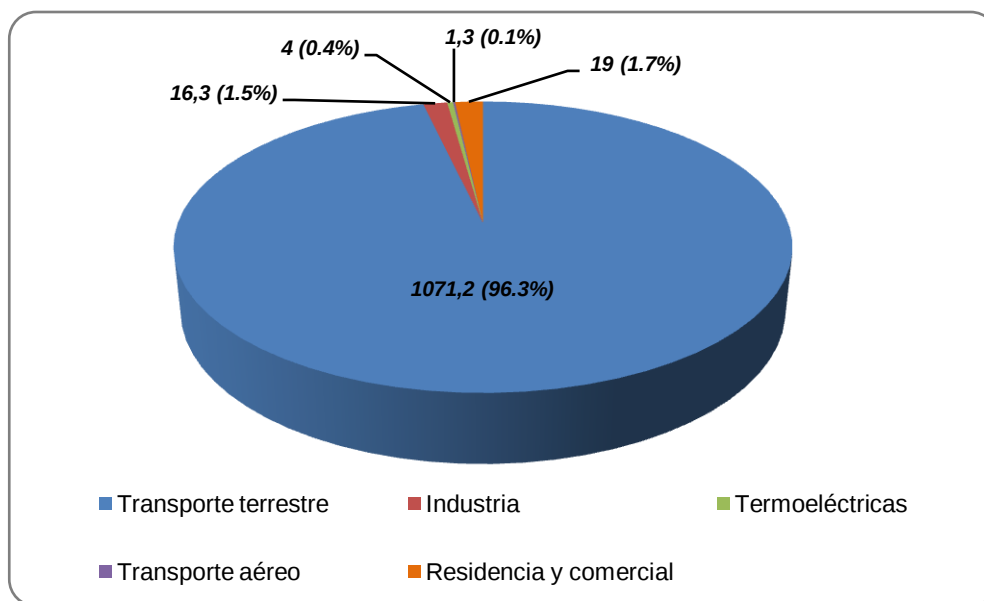
mayor responsable de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera a nivel nacional, principalmente CO. El Gráfico 4 evidencia esta situación.

**Gráfico 3. Crecimiento Parque Automotor Santiago de Cali (1987-2007)**



Fuente: Elaborado por el autor, con base en Ministerio de Transporte, 2004.

**Gráfico 4. Emisiones de CO Estimadas por Sector, Colombia (Kton) (2002)**



Fuente: Brugman, 2004.

Santiago de Cali es la capital del departamento del Valle del Cauca y la tercera ciudad más poblada de Colombia. Posee una superficie de 56.400 hectáreas, donde el 79% (44.461) del área es rural y el 21% (11.939) urbana. Contrario a esto, el 98% de la población vive en la zona urbana y el 2% en la zona rural (Pérez *et al*, 2009).

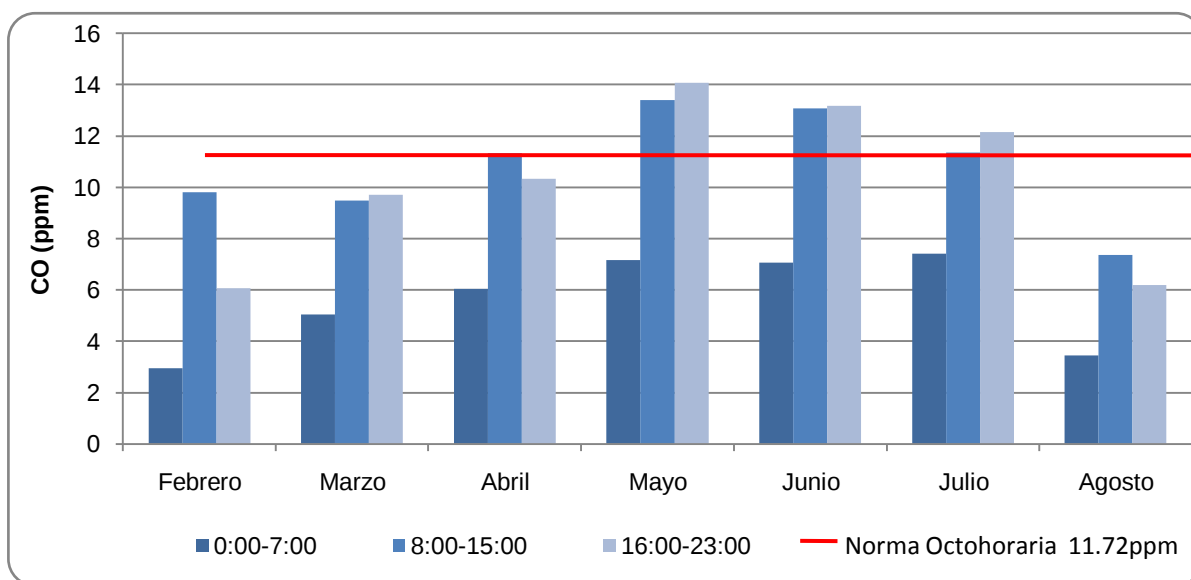
La ciudad esta dividida en 21 comunas, de las cuales, la comuna 3 se ubica en el occidente de la ciudad. Limita al sur y sur occidente con la comuna 19, por el sur oriente con la comuna 9, por el nororient con la comuna 4 y por el norte con la comuna 2 (Anexo I). La comuna cubre el 3.1% del área total del municipio y está conformada por quince (15) barrios entre los que se encuentran el barrio San Nicolás, San Cayetano, El Calvario, Los Libertadores entre otros (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2008).

En esta comuna habita el 2.2% de la población total de la ciudad, es decir 44.088 personas, de los cuales el 49.7% son hombres (21.907) y el 50.3% restante mujeres (22.181). Es la segunda comuna con menor población de la ciudad de Cali después de la comuna 22 dada su alta presencia de zona industrial y comercial. En términos económicos y sociales, es considerada una zona crítica de la ciudad con 1.331 hogares en condiciones de miseria, 1.317 con servicios públicos inadecuados y 367 con una situación de hacinamiento crítico (*ibíd*).

El uso del suelo, se destaca principalmente por las actividades de comercio y servicios con un 15.9% del área total; mientras tanto, el uso residencial corresponde al 29.2%, instituciones educativas 12.6%, zonas verdes 6.2% del área total y el uso industrial equivalente a 4.7%. (Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2006). Del mismo modo, las vías vehiculares representan el 31.2% de su área total. La calle 15 representa la vía arterial principal, la cual aloja intensos flujos de tránsito de vehículos livianos; además de ser la preferida para la operación de sistemas de transporte público colectivo de alta frecuencia.

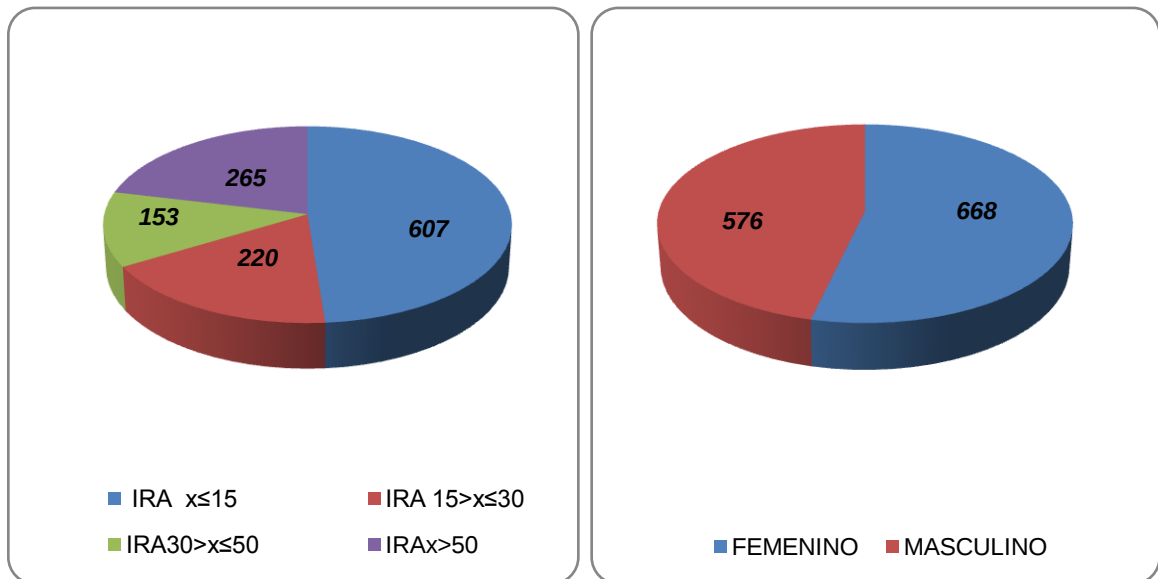
En este sentido, la Comuna 3 se considera zona vulnerable a la contaminación atmosférica producida por fuentes móviles, representada a través de la concentración de CO (Gráfico 5) y el número de visitas al servicio de salud por afecciones respiratorias (Gráfico 6). De este modo, la Estación de la Calle 15 ubicada dentro de la Comuna, adquiere gran importancia como herramienta de información ambiental disponible para analizar el comportamiento de las emisiones contaminantes en esta parte de la ciudad.

**Gráfico 5. CO Máxima Concentración Ocho Horas. Estación Calle 15 (2005)**



Fuente: Cálculos realizados por el autor.

**Gráfico 6. Número de Visitas Totales Diarias al Hospital Cañaveralejo por IRA<sup>7</sup>.  
Grupos de Edad y Género. Febrero-Agosto 2005**



Fuente: Secretaría de Salud. Elaborado por el Autor.

Adicionalmente, el estudio desarrollado por Escobar (2006) construye un Índice de Calidad Ambiental para la ciudad de Cali y sus 21 comunas basado en los siguientes indicadores simples:

- Densidad de personas por vivienda.
- Densidad de árboles por hectárea.
- Densidad de área verde.
- Calidad del aire (concentración de partículas suspendidas en el aire).
- Muertes por tráfico.

<sup>7</sup> Este es el Hospital ubicado en la Comuna 3.

- Área urbanizable construida.
- Cobertura de gas, aseo, alcantarillado, energía y acueducto.

Este Índice puede tomar valores de Muy bueno, Bueno, Regular y Deficiente; a partir de este cálculo, se concluye que la Comuna 3 presenta un Índice de Calidad Ambiental (ICA) Bueno, identificando que las variables que inciden de manera positiva en esta clasificación son: densidad de personas por vivienda, densidad de árboles y viviendas por hectárea, cobertura de aseo y área urbanizable construida. Por su parte los indicadores que influyen en forma negativa en la modificación del ICA para esta Comuna corresponden a: deficiente calidad del aire, alta tasa de accidentalidad automovilística y baja cobertura de servicios públicos.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Valoración económica del medio ambiente**

En la teoría económica, cuando se habla de un daño ejercido sobre la sociedad o los individuos por parte de las actividades humanas, se está haciendo referencia a las externalidades de tipo negativo. Por ejemplo, el crecimiento del parque automotor genera efectos negativos entre los que se incluyen: contaminación del aire, ruido, accidentes, amenazas para la salud, daños a los cultivos, reducción de la biodiversidad como consecuencia del desarrollo en la infraestructura vial, entre otros (Muñoz y Moller, 2004).

El efecto de la contaminación generada por el parque automotor sobre la salud humana, se considera una externalidad negativa debido a que no se cobra un precio por este impacto por parte de las autoridades o los afectados, a los dueños de los vehículos. En otras palabras, los costos sociales no son cubiertos por los generadores de la contaminación; por el contrario, estos son externalizados al resto de la población. A partir de esta visión, para lograr la reducción de la contaminación a niveles sostenibles y el diseño eficiente de políticas ambientales, es necesario internalizar el costo de la contaminación del aire a través de la estimación de su valor monetario (Riera *et al*, 2005).

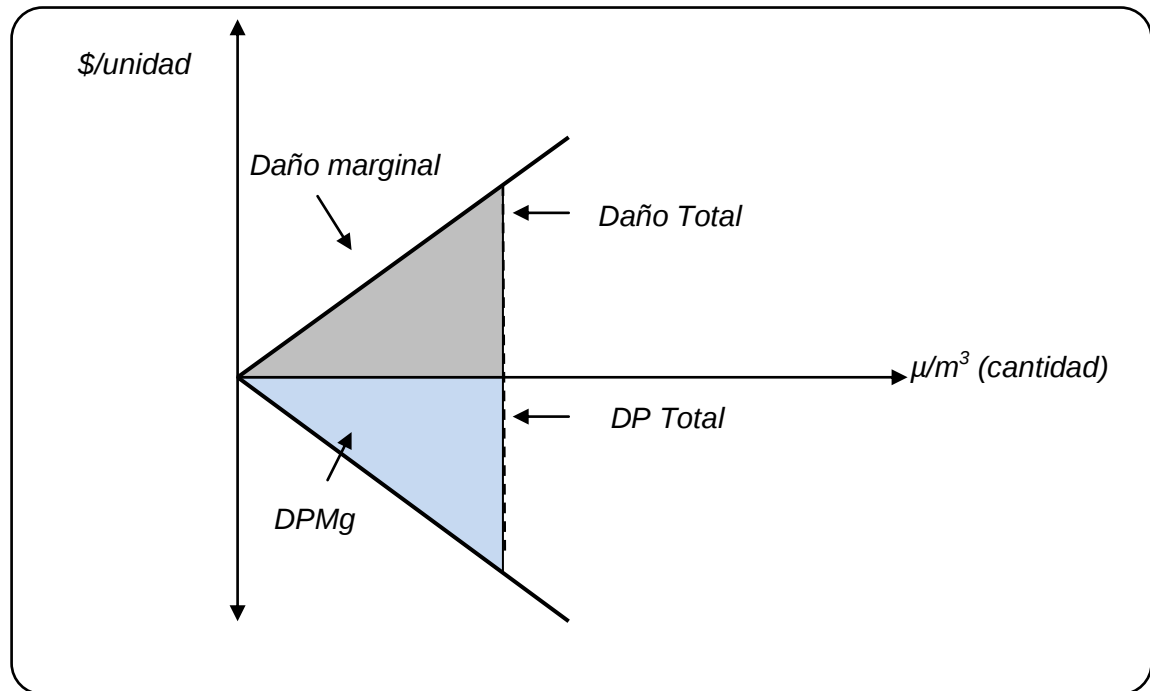
Los bienes ambientales, como la calidad del aire, son bienes que no poseen un mercado definido y por ende carecen de un precio explícito. Teniendo en cuenta esto y con el fin de asignar un valor monetario a los bienes, servicios o atributos que proporcionan los recursos naturales, se debe hacer uso de metodologías de valoración económica<sup>8</sup> (Rozo, 2005).

En términos de valoración económica de la calidad ambiental del aire, este trabajo se centra en el efecto que presenta este problema ambiental sobre la salud humana. Es decir, el impacto directo en la salud de los individuos originado por la exposición continua a aire contaminado. En este sentido, el daño marginal que la contaminación ambiental genera sobre el individuo es una medida aproximada de la Disponibilidad Marginal a Pagar (DPMg) por disminuir el nivel de contaminación. La sumatoria de esta medida genera la Disposición Total a Pagar (DP) por el mejoramiento de la calidad del aire (Gráfico 7) (Kolstad, 2000).

---

<sup>8</sup> Este enfoque se basa en criterios puramente económicos, dejando de lado consideraciones ecológicas, sociales y éticas. La valoración económica no tiene en cuenta los beneficios de conservación (servicios ambientales, recursos biológicos, diversidad genética), beneficios que no se intercambian en los mercados; debido a la dificultad existente para cuantificarlos en términos monetarios y que generalmente se subestiman bajo esta visión económica (Rozo, 2005).

**Gráfico 7. Daño Marginal y Total de la Contaminación**



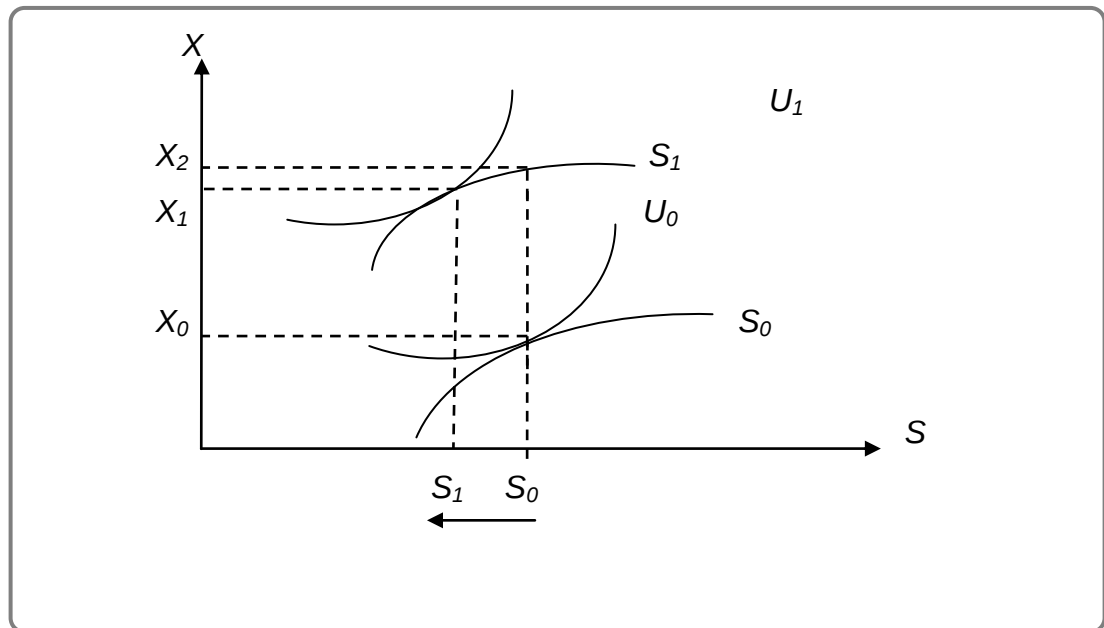
Fuente: Kolstad, 2000.

Con base en este planteamiento, una manera de estimar monetariamente el valor del daño marginal generado por la contaminación; es decir, la disponibilidad marginal a pagar por la disminución de la contaminación, es a través de los métodos empleados para la neutralización parcial del daño causado por este problema ambiental, conocidos en la literatura como *GASTOS DEFENSIVOS* (Kolstad, 2000). Este método consiste en calcular los gastos que realizan los agentes para tratar de impedir los daños causados por la contaminación y la degradación. Se supone dentro de este enfoque que la percepción individual del costo que genera el daño ambiental es, por lo menos, el monto que el individuo paga para evitar el daño. Se debe tener en cuenta que los valores derivados a partir de esta técnica son considerados como el costo mínimo de prevención de problemas ambientales dado que los gastos individuales pueden verse limitados

por el nivel de ingreso o debido a que existe, una vez realizado el gasto preventivo, alguna porción restante del excedente del consumidor sin contabilizar (Cristeche y Penna, 2008).

De este modo, el “Día sin Carro” como medida ambiental de control y disminución de las emisiones contaminantes generadas por los vehículos particulares, tiene un efecto directo sobre la salud de la población. En este sentido, es posible que los gastos médicos en los que incurre un individuo al presentar problemas respiratorios disminuyan (costes evitados), por lo cual se presenta un efecto renta que influye en el aumento del consumo de otros bienes, aumentando así el excedente del consumidor. El cambio en esta medida económica permite construir una aproximación de la disponibilidad a pagar de la sociedad por la aplicación de este tipo de políticas ambientales (Boardman, *et al*, 2001).

**Gráfico 8. Cambio en la Utilidad Individual dada una Mejor Calidad del Aire.**



Fuente: Azqueta, 1994

En el Gráfico 8,  $S$  representa la cantidad de salud respiratoria que depende de la calidad del aire y  $X$  es la cantidad de los demás bienes consumidos por una persona. Ahora, dado que la política de “Día sin Carro” se implementa y trae como resultado un aumento de la calidad del aire, entonces el individuo pasa de la curva  $S_0$  a  $S_1$ ; donde  $S_0 < S_1$ , aumentando el consumo de salud respiratoria, adicionalmente aumenta el consumo de los demás bienes disponibles, lo cual se representa en la transición del nivel de utilidad  $U_0$  al nivel  $U_1$  donde se refleja el nivel de bienestar alcanzado por medio de mayor consumo y mayor salud respiratoria.

En conclusión, valorar económicamente lo que supone para la sociedad el cambio en las tasas de morbilidad producido por una alteración diaria en la calidad del aire que se respira, es posible a través de métodos como el coste de tratamiento o costes evitados. Basándose en la hipótesis de que una pérdida de salud le genera a la persona afectada, e indirectamente a la sociedad, una disminución de bienestar que tiene, entre otros componentes los derivados del coste de hospitalización y tratamiento de la enfermedad (Azqueta, 1994).

Es importante resaltar, que este coste de hospitalización y tratamiento por enfermedades respiratorias incluye: costes del diagnóstico médico, días de trabajo perdidos, o de actividad restringida, con el consiguiente perjuicio económico; no poder disfrutar plenamente del tiempo libre; el coste del propio malestar para la persona, entre otros. En este trabajo, se emplea como *proxy* de estos costes, el valor monetario del tratamiento médico de la enfermedad; por lo cual se presenta un nivel de sub-valoración de los costos reales que representa la enfermedad para el individuo, hecho que no disminuye la significancia de los resultados y que se debe tener en cuenta al momento de interpretarlos.

## **2.2. Efectos de la contaminación ambiental sobre la salud. Función Concentración Respuesta (FCR)**

La Función Concentración Respuesta (FCR) proporciona información sobre como se ve afectado un determinado receptor por la calidad del medio ambiente. Es decir, a partir de este enfoque, se analiza por medio del cálculo de la derivada parcial respecto a la variable de concentración de contaminación la elasticidad existente entre morbilidad y niveles de concentración de sustancias contaminantes (Dávalos, 2007). Esto permite hacer explícito los efectos marginales ocasionados por las variaciones de los niveles de contaminación sobre la comunidad, brindando una primera aproximación a la valoración económica de un cambio en la calidad ambiental.

Los estudios desarrollados para estimar los efectos de la contaminación ambiental sobre la salud humana se clasifican según la unidad de observación empleada y la naturaleza de los datos. A partir de esto, se plantean las diferencias entre estudios de exposición y estudios de concentración.

La primera clase de estudios se basa en análisis individuales que arrojan niveles de contaminación y duración de la exposición; el objetivo principal radica en establecer relaciones entre el estado de salud del individuo y los niveles de exposición de un contaminante en el momento del análisis; es decir, emplean información de corte transversal. Se hace necesario para el desarrollo de estos estudios la recolección de datos individuales a través del tiempo lo cual incrementa el tiempo y los costos en el proceso de análisis (Dávalos, 2007).

El segundo tipo de estudios es de concentración o estudios ecológicos. La información para estos estudios, proviene de sistemas de monitoreo ambiental, los cuales arrojan información sobre la concentración de contaminantes a lo largo del tiempo. Estos estudios ecológicos de series de tiempo, analizan la relación entre niveles de contaminación y salud, cuando la exposición a la contaminación se da a nivel de comunidad. A partir de estos, es posible relacionar el cambio en el número de ocurrencia de un evento (muerte, visitas al médico), como función de concentración de contaminantes y variables meteorológicas a lo largo del tiempo.

En la mayoría de los casos, estos estudios se limitan a comparar la contaminación y las cifras de morbilidad en un solo lugar durante un período de tiempo. La ventaja de este diseño radica en que se evitan problemas de generalización de los resultados y conclusiones; una segunda ventaja se presenta en el hecho de que al tener un solo grupo poblacional definido no es necesario controlar factores individuales como nivel de educación, ingresos, porcentajes de fumadores entre otros; siempre y cuando se mantengan estos más o menos constantes a lo largo del tiempo (Lozano, 2004).

Los análisis ecológicos tuvieron una gran acogida en Estados Unidos, principalmente después de la creación de la EPA; a partir de los años setenta estos estudios crecieron en número y se caracterizaron por emplear grandes bases de datos que incluían muchas ciudades. Sin embargo, con el paso del tiempo los niveles de contaminación empezaron a disminuir y los estudios fueron modificados a la supervisión y análisis de efectos más micro de la contaminación (*ibíd*).

Este último tipo de estudio, es el desarrollado en este trabajo. En este sentido, es importante plantear que debido a que el origen de la información sobre concentración de contaminantes proviene de la red de monitoreo de calidad del

aire, se hace necesario, suponer que todas las personas analizadas están expuestas al mismo nivel de concentración del contaminante.

La literatura internacional y los estudios epidemiológicos, exponen de manera robusta y significativa la relación positiva entre los elementos contaminantes de la atmósfera principalmente PM10, Ozono, Plomo, Monóxido de Carbono, y las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades del aparato respiratorio como cáncer de pulmón, afección cardiopulmonar, bronquitis, asma, infección respiratoria aguda y otros síntomas respiratorios leves (Ostro, 1983, 1987, 1994; Chestnut *et al*, 1987; Dockery *et al*, 1993; Pope *et al*, 2002).

Estos estudios exponen los costos sociales de la contaminación ambiental en los países objeto de estudio, a partir de las metodologías de disponibilidad a pagar por evitar la enfermedad como medida del costo social de las enfermedades respiratorias, el salario promedio diario como *proxy* del costo de los días de incapacidad y el tiempo perdido debido a las visitas al hospital. La estimación de estos costos sociales se realiza con el objetivo de calcular los beneficios de políticas públicas encaminadas a disminuir la contaminación ambiental en las zonas de estudio, a través de diseño de estándares de emisión (Chestnut *et al*, 1987; Ostro, 1994). Sus principales conclusiones radican en el descubrimiento de la importancia del diseño de políticas dirigidas al control de emisiones contaminantes a la atmósfera, sustentado en el alto costo que enfrentan los países desarrollados debido al problema de salud pública que genera la contaminación urbana.

Los trabajos en los países industrializados actúan como base para trabajos posteriores realizados en los países en desarrollo, a partir de la clara evidencia

existente acerca de la incidencia de la contaminación ambiental sobre la salud humana y sus costos relacionados. En consecuencia, la evaluación de políticas ambientales ligadas con la disminución de la contaminación ambiental en las zonas urbanas en Latinoamérica ha venido en aumento.

En concreto, Brasil ha sido uno de los pioneros en este campo de estudio. El “*Rodizio*”, política similar al “Día sin Carro”, ha arrojado resultados satisfactorios en términos de disminución de la contaminación atmosférica en Sao Paulo, sustentados en una reducción del 15% en las emisiones diarias de Monóxido de Carbono. Adicionalmente ha contribuido a mejorar la movilidad y eficiencia del transporte público; la velocidad media de los autobuses aumentó de 16 a 20 kilómetros por hora, lo que supone un aumento del 2% en el número de viajes diarios (Jacobi *et al*, 1999).

En Colombia igualmente, se han realizado algunos estudios con el objeto de estimar los costos de la contaminación urbana en el país (Ortiz *et al*, 1996; Muñoz y Moller, 2004; Lozano, 2004; Larsen, 2004; Brugman, 2004; Dávalos, 2007).

El primero de estos trabajos se realizó en el corredor industrial Cali-Yumbo, con el objetivo de estimar el costo social generado por la contaminación atmosférica producida por las industrias ubicadas en la zona industrial de la ciudad, es decir el sector norte del área urbana de Cali. En este estudio se trabajó con la estimación de una función dosis-respuesta. Esta investigación definió que existe una fuerte relación entre la contaminación por material particulado y las tasas de morbilidad respiratoria; además, el costo social total de la emisión de PM10 por parte de las fuentes fijas alcanzó una suma de \$3.645,4 millones de 1990 (Ortiz *et al*, 1996).

*“Esto representa el 0.7% del PIB y el 0.9% del excedente bruto de la explotación de la industria manufacturera localizada en la zona metropolitana Cali-Yumbo” (Ortiz et al, 1996. P. 9).*

Otro ejercicio de valoración económica del efecto de la contaminación sobre la salud, pero esta vez relacionado con el parque automotor, se desarrolló también para la ciudad de Cali, utilizando la metodología de costos de tratamiento con base en la estimación de una función dosis respuesta realizada en Europa (Kunzli et al, 2000). Se determinó, que el costo económico social relacionado con el fenómeno de contaminación proveniente del parque automotor asciende a \$6.569 millones de 2002 (Muñoz y Moller, 2004).

En Bogotá por su parte, se elaboró un trabajo con el objetivo de desarrollar un análisis costo-beneficio relacionado con la reducción de la contaminación atmosférica de la ciudad para el año 1998. Este estudio se desarrolló por medio de la estimación de una función concentración respuesta para medir el impacto de la contaminación urbana sobre la salud humana (Lozano, 2004).

La estimación de los costos difiere entre los grupos de edad; para los adultos se empleó la metodología de costo por restricción de actividades; usando como variable de este coste el salario mínimo. Para el grupo de menores de edad, se estimó el costo social por medio de la disponibilidad a pagar por evitar el riesgo de contraer este tipo de enfermedades reflejado en los gastos médicos. Con base en esto, el costo ascendió en 1998 a \$629 millones de dólares, que representa el 50% del presupuesto de la Secretaría de Salud Pública Municipal (Lozano, 2004).

A nivel más agregado, Larsen (2004) y Brugman (2004), realizaron estudios de consultoría para el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; el primero tuvo como objetivo estimar los costos sociales de la degradación ambiental en Colombia por departamentos. Dentro de esta degradación se identificó la contaminación urbana y esta se relacionó con enfermedades respiratorias para lograr cuantificar los costos. A partir de este trabajo se estimó que el costo social nacional de la contaminación urbana en los años de estudio fue en promedio de \$1.500 billones anuales (Larsen, 2004). El segundo identificó al sector transporte como la principal fuente de emisión de CO y con esto la necesidad de diseñar políticas nacionales de uso de combustibles limpios, implementación de sistemas de transporte masivo, entre otras alternativas (Brugman, 2004).

Finalmente, Dávalos (2007) desarrolla un trabajo que estimó el efecto de la quema de caña sobre la salud de la población de la ciudad de Palmira (Valle del Cauca), para hacer explícito una parte del costo social de esta actividad productiva. A través de una función concentración-respuesta y empleando información del número de consultas médicas por IRA (Infecciones Respiratorias Agudas) y los datos del nivel de PM10 en la atmósfera, se descubre de nuevo una estrecha relación entre los niveles de contaminantes y la incidencia por IRA en la población.

Los anteriores trabajos permiten corroborar que existe un consenso general acerca del efecto nocivo de la contaminación urbana sobre la salud humana; además del costo que esta genera a la población vulnerable. En América Latina y el mundo este tipo de estudios ha tomado fuerza en los años recientes, permitiendo la creación y diseño de políticas públicas encaminadas al control y disminución de emisión de contaminantes a la atmósfera.

En definitiva, la importancia de las políticas ambientales viene en aumento y se hace necesario el desarrollo de estudios e investigaciones que estimen los beneficios de las mismas sobre el bienestar social. En el caso concreto de Colombia, se hace explícita la necesidad de realizar investigaciones dirigidas a las grandes ciudades que expongan la situación ambiental y sus efectos sobre la población en general, estudios que sirvan como guía para fomentar la cultura ambiental y demuestren la importancia de este tema en el entorno de la planeación y la política.

Este trabajo, es una continuación de las investigaciones sobre la relación entre la contaminación del aire y salud humana en las ciudades colombianas; las cuales vienen presentando tasas aceleradas de urbanización, sin el acompañamiento de las políticas sociales, económicas y ambientales apropiadas que permitan mitigar las externalidades negativas de estos procesos, tales como el uso creciente de transporte privado como medio de movilidad. En este caso la ciudad objeto de estudio es Cali y la política a analizar, el “Día sin Carro”.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Modelo

Con el fin de estimar la elasticidad entre la concentración de contaminantes en la atmósfera, y la incidencia de enfermedades respiratorias agudas en la población expuesta y vulnerable, se plantea una Función Concentración Respuesta. Esta función relaciona los valores máximos diarios de CO ( $CO_m$ ) medidos en la Estación Calle 15 de la ciudad (Comuna 3), y las admisiones diarias al hospital Cañaveralejo por IRA ( $IRA_t$ ). Se incluyen en la regresión, variables meteorológicas de temperatura ( $temp$ ), humedad ( $humedad$ ), velocidad del viento ( $vviento$ ), presión con el fin de no incurrir en un sesgo de especificación.

$$\ln IRA_t = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln CO_m + \beta_2 \ln temp + \beta_3 \ln vviento + \beta_4 \ln humedad + e \quad (1)$$

El coeficiente  $\beta_1$  mide el cambio porcentual en las visitas diarias al hospital por IRA, ante un pequeño cambio porcentual en la concentración máxima de CO. El modelo log-lineal supone que el coeficiente de elasticidad entre Y y X, permanece constante a través del tiempo (Gujarati, 2003). Lo anterior permite analizar el efecto de un cambio en la calidad ambiental sobre el estatus de salud de la población de la Comuna 3 a través de la tasa de morbilidad por IRA.

La concentración diaria de CO en la atmósfera se espera presente una relación positiva con las admisiones diarias al hospital, en otras palabras a mayor nivel de concentración de CO mayor probabilidad de aparición de casos de IRA en la población expuesta. Los signos esperados para las variables meteorológicas no son claros a priori y se exponen en el Cuadro 2. Según la teoría se espera para las variables dirección y velocidad del viento una relación directa con las cifras de morbilidad por IRA, debido a que el viento generalmente favorece el transporte de contaminantes y polvo ya que desplaza las masas de aire en función de la presión y la temperatura, logrando que las sustancias contaminantes ingresen al sistema respiratorio de manera más rápida; sin embargo, el efecto que puede causar el viento depende también de los accidentes del terreno o incluso de la configuración de los edificios en las zonas urbanizadas (Adame, Salín, 2000). Igualmente, la humedad favorece la acumulación de polvo y humo en la atmósfera generando una capa de polución localizada que permite la aparición de problemas respiratorios.

Por otro lado, la temperatura tiene un efecto poco claro sobre la aparición de IRA dentro de un conjunto poblacional; debido a que por un lado la mayoría de sustancias contaminantes provienen de procesos químicos relacionados con la radiación solar, lo que sugiere que una mayor temperatura beneficia la concentración de sustancias contaminantes en la atmósfera y por ende puede presentar una relación positiva con la variable dependiente. Pero por otro lado, las bajas temperaturas son asociadas frecuentemente con la aparición de casos virales y de enfermedades respiratorias, situación que puede expresarse a través de una relación negativa entre la variable temperatura y la variable IRA (Lozano, 2004).

**Cuadro 2. Descripción de las Variables Incluidas en el Modelo**

| <b>Tipos de Variables</b>        | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                            | <b>Signo Esperado</b> |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>      |                                                                                                                                                                               |                       |
| IRAt                             | Número de personas pertenecientes a la comuna 3, que ingresan al servicio de urgencias del Hospital Cañaveralejo diariamente con diagnostico de Infección Respiratoria Aguda. |                       |
| <b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>  |                                                                                                                                                                               |                       |
| <b>VARIABLE AMBIENTAL</b>        |                                                                                                                                                                               |                       |
| Concentración Máxima de CO (Com) | Concentración máxima diaria de monóxido de carbono (partículas por millón), medida por la estación Calle 15.                                                                  | +                     |
| <b>VARIABLES METEOROLÓGICAS</b>  |                                                                                                                                                                               |                       |
| Temperatura                      | Temperatura promedio diaria (Grados centígrados), medida por la estación PTAR Cañaveralejo.                                                                                   | ?                     |
| Velocidad del Viento             | Velocidad promedio diario del viento (metros por segundo).                                                                                                                    | +                     |
| Humedad                          | Humedad relativa promedio diario medida en porcentaje.                                                                                                                        | +                     |

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.2. Base de datos

Para determinar el efecto de la concentración de contaminantes en la atmósfera sobre las admisiones diarias al hospital por parte de la población de la Comuna 3 en el año 2005, se parte de una base de datos formada por 212 observaciones, correspondientes al período Febrero-Agosto de ese año (Anexo II). Esta información puede ser clasificada en dos categorías: *datos ambientales* y *datos de salud*.

- i. **Datos Ambientales:** Se dividen en datos sobre concentración de sustancias contaminantes e información meteorológica. La información de concentración de contaminación fue suministrada por el DAGMA, a través de la información de mediciones horarias de concentración de contaminantes en la Estación Calle 15 de la ciudad. Se empleó la información existente que presentaba continuidad, tomando así los datos de CO entre el 1 de Febrero y el 30 de Agosto. Es importante resaltar que la información empleada en este trabajo proviene de la Base de Datos Validada de la Estación; es decir de los datos analizados bajo el Código de Regulación Federal de la EPA para el tratamiento y estudio de la información sobre concentraciones contaminantes en zonas urbanas.

Por su parte, la información meteorológica utilizada en este trabajo fue tomada de los datos suministrados por la Dirección Técnica Ambiental de Cenicaña, los cuales incluyen mediciones diarias de temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, dirección y velocidad del viento entre otras variables, capturadas en la Estación PTAR Cañaveralejo.

- ii. **Datos de Salud:** Esta información fue organizada a partir de la información suministrada por la División de Estadística de la ESE Ladera, relacionada con el conteo de atención diaria de los usuarios de la red de salud pertenecientes a la Comuna 3 con diagnóstico de IRA, atendidos en el Hospital Cañaveralajo. La base original contiene información de cada individuo que se recibió en el hospital: fecha de la admisión (día, mes), sexo y edad, barrio de residencia, clase enfermedad por la que consulta.

### 3.3. Limitaciones del modelo

En particular, este estudio tiene una limitación asociada a la disponibilidad de información:

- i. Dada la restricción en el acceso a datos meteorológicos y de salud, la estimación de la Función Concentración Respuesta para la población de la Comuna 3 se desarrolla con base en información del año 2005.
- ii. Pos su parte, las jornadas de “Día sin Carro” realizadas en la ciudad de Cali han tenido lugar los años 2002, 2008, 2009.

Con base en los puntos anteriores, se hace explícita la existencia de una brecha temporal en el análisis que obstaculiza la comparación de los resultados de la jornada ambiental con la estimación de la Función Concentración Respuesta. No

obstante, es posible continuar el desarrollo de esta investigación mediante el planteamiento del siguiente supuesto:

- Los resultados de la Función Concentración Respuesta estimada en esta investigación son representativos y pueden ser aplicados para los períodos de tiempo en que la medida de “Día sin Carro” se desarrolló.

Supuesto que puede ser sustentado a partir de un análisis descriptivo de las variables incluidas en la Función Concentración Respuesta, con el fin de exponer que el comportamiento de las mismas puede considerarse similar para los períodos de tiempo estudiados. Hecho que permitirá hacer posible la aplicación de los resultados de la regresión en cualquier período de tiempo.

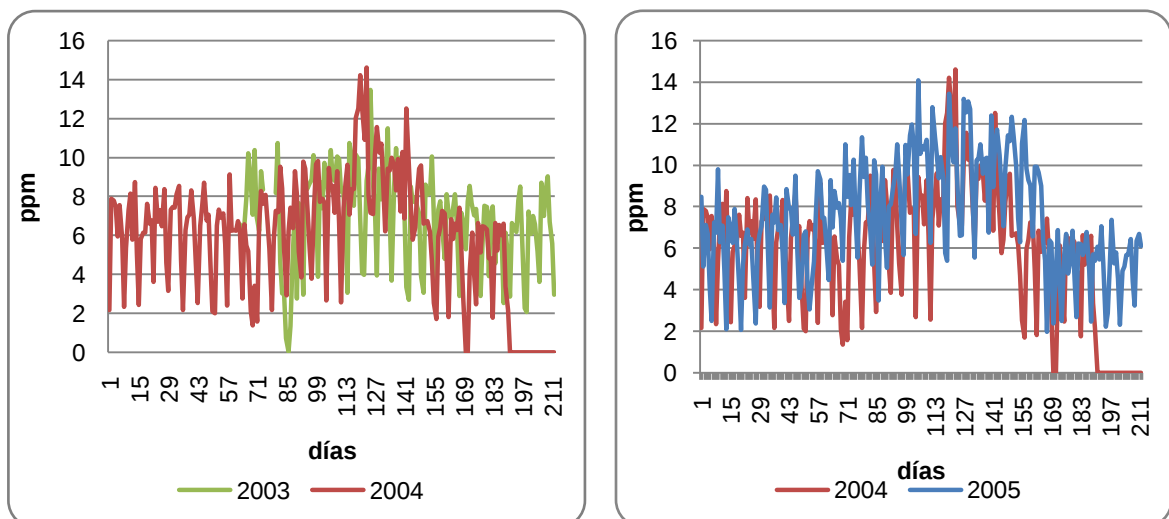
Así, con base en la información de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire que está disponible a partir del año 2003, es posible analizar el comportamiento de la variable de concentración máxima diaria de CO; se observa que durante el período 2003-2005 la concentración máxima de la sustancia contaminante presenta un comportamiento similar durante los tres períodos de tiempo (Gráfico 9).

En otro sentido, las variables meteorológicas incluidas en el estudio están disponibles para el período de 2004-2006. Las variables temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, exponen un comportamiento acotado dentro de un rango específico sin alteraciones significativas para el período analizado. Lo cual hace posible exponer que la ciudad de Cali se caracteriza por condiciones

meteorológicas relativamente estables durante el año y evidentemente similares entre años (Gráficos 10-12).

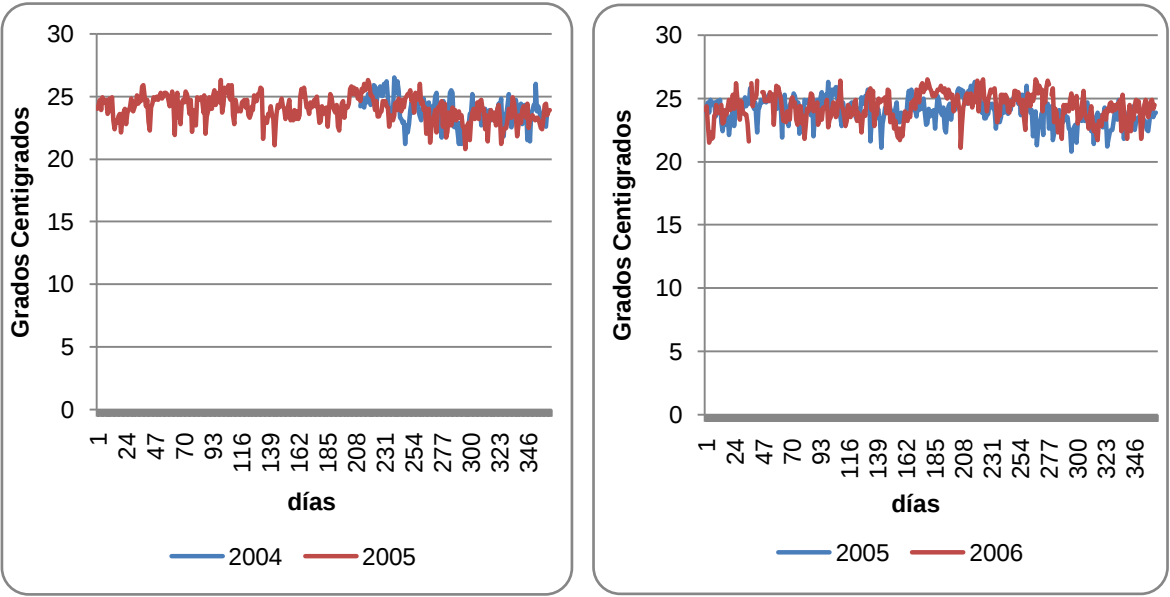
En conclusión, es importante tener en cuenta la limitación de información ambiental, meteorológica y de salud necesaria para realizar trabajos de este tipo en la ciudad. Sin embargo, se debe comprender que de una u otra forma es importante realizar una aproximación a los costos o beneficios monetarios de las políticas ambientales aplicadas localmente. Como respaldo de estos métodos de triangulación de información, se encuentra el trabajo de Larsen (2004), el cual estima los costos de contaminación y degradación ambiental para Colombia, empleando como base las estimaciones de Función Concentración Respuesta desarrolladas por Ostro (1994) y Pope (2002); la primera con base en información para Jakarta (Indonesia) y la segunda estimada para Estados Unidos.

**Gráfico 9. Concentración Promedio Diaria CO, Estación Calle 15. (2003-2005)**



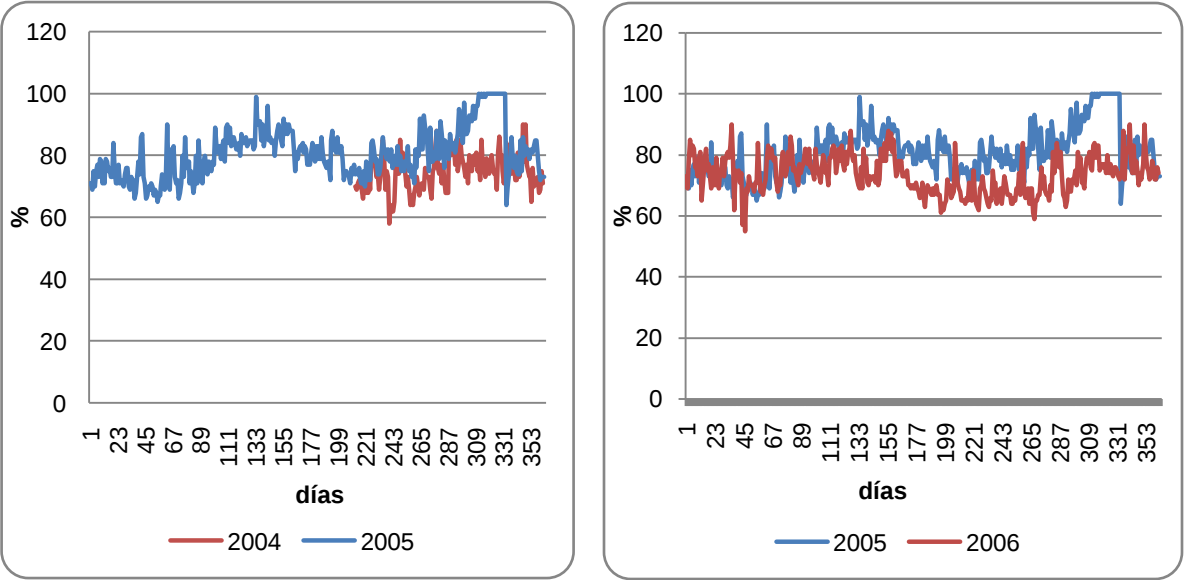
Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire, Elaborado por el autor.

**Gráfico 10. Temperatura Promedio Diaria. Estación PTAR Cañaveralejo. (2004-2006)**



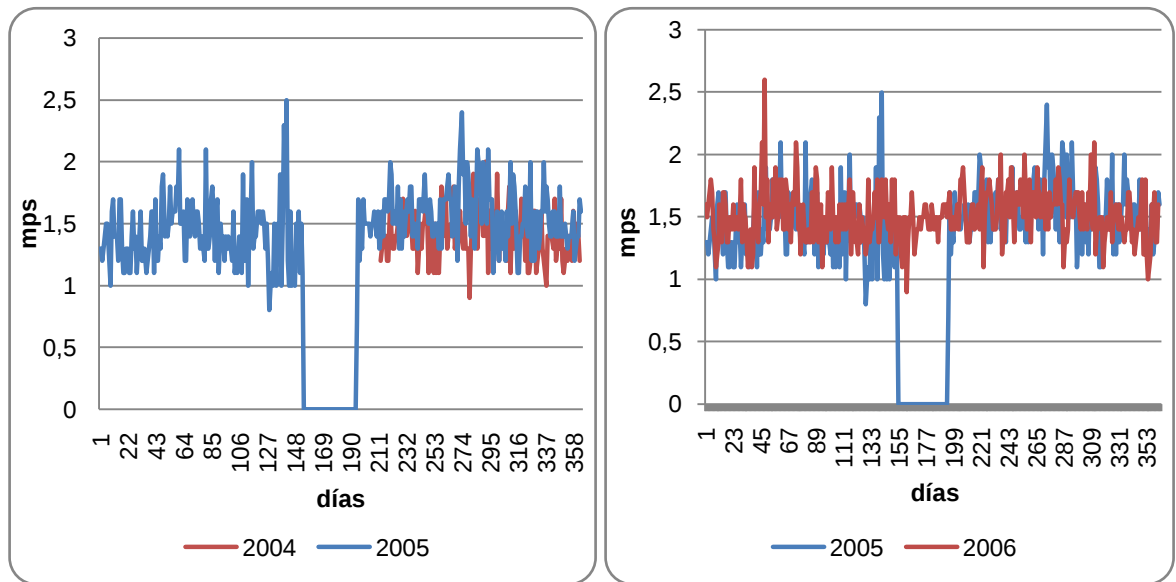
Fuente. Cenicaña. Elaborado por el autor.

**Gráfico 11. Humedad Promedio. Estación PTAR Cañaveralejo. (2004-2006)**



Fuente. Cenicaña. Elaborado por el autor.

**Gráfico 12.Velocidad del Viento Promedio. Estación PTAR Cañaveralejo. (2004-2006)**



Fuente. Cenicaña. Elaborado por el autor.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Estimación Función Concentración Respuesta

Aplicando el paquete estadístico STATA, se corre un modelo logarítmico para relacionar la concentración máxima diaria de CO con el evento de visitas al médico debido a infecciones respiratorias agudas. El modelo que presenta el mejor ajuste estadístico se muestra en el Cuadro 3. Para analizar la normalidad de los datos, se aplicaron dos pruebas a cada una de las series de tiempo consideradas en el estudio. Las pruebas de normalidad que se utilizaron fueron: Skewness y Kurtosis con una confianza  $\alpha=0.05$  (Anexo III, Cuadro A1). Si cualquiera de las pruebas rechaza la hipótesis nula  $H_0$ ="la serie tiene distribución normal", entonces se concluye que la serie de tiempo es no normal. Además, mediante la prueba de raíces unitarias se corrobora que las series temporales empleadas en este trabajo son estacionarias y sin problemas de autocorrelación (Anexo IV).

**Cuadro 3. Estimación Econométrica de la Función Concentración-Respuesta**

| log IRA                           | Coeficiente | t     | P> t  |
|-----------------------------------|-------------|-------|-------|
| logCOM                            | 1.318*      | 9.88  | 0.000 |
| Logviento rezagado 1 período      | 0.215**     | 2.19  | 0.030 |
| Logtemperatura rezagado 1 período | -2.233***   | -1.75 | 0.082 |
| loghumedad                        | -2.873*     | -4.47 | 0.000 |
| _cons                             | 18.674*     | 3.48  | 0.001 |
| N. Obs                            | 153         |       |       |
| Prob > F                          | 0.0000      |       |       |
| R-squared                         | 0.4009      |       |       |
| Adj R-squared                     | 0.3847      |       |       |

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de las estimaciones econométricas.

\*Significancia estadística al 1%, \*\*significancia estadística al 5% \*\*\*significancia estadística al 10%.

A partir de esta estimación, se observa un ajuste del 40%, el cual se puede considerar adecuado cuando en muchos casos de estudios de este tipo, la bondad de ajuste no supera el 30%. Por ejemplo, la función concentración respuesta desarrollada por Lozano (2004), presenta un indicador de bondad de ajuste del 29%. Del mismo modo, Dávalos (2007), con el modelo probabilístico, logra un  $R^2$  que no asciende al 10%. Como explicación de ello, se debe mencionar que existen más variables que afectan el desarrollo de una infección respiratoria; en particular variables individuales como tabaquismo, peso, desnutrición, infecciones anteriores entre otras que se salen del foco de investigación de este trabajo.

En el modelo, las variables tienen coeficientes positivos exceptuando temperatura promedio y humedad relativa ambas rezagadas un período. Este comportamiento se exhibe, dado que las IRA's tienen principalmente causa viral, por lo que bajas

temperaturas y condiciones de humedad favorecen la transmisión y el contagio de este tipo de enfermedades respiratorias.

Es posible decir que, ante un aumento promedio del 1% en la concentración máxima diaria de CO, se genera un aumento en las admisiones diarias al hospital Cañaveralejo por consulta de IRA en 1.3% aproximadamente. La variable de temperatura rezagada un período indica que ante un aumento del 1% en la temperatura promedio de ayer, se genera una disminución de 2.2% aproximadamente en las visitas de hoy al hospital por IRA. Ahora, debido a las características urbanísticas de la zona, el viento no presenta una acción dispersora de los contaminantes; así, según la función estimada un aumento de un punto porcentual en la velocidad del viento genera un crecimiento en las visitas al médico en 0.2% aproximadamente.

Las estimaciones por rango de edad de la Función Concentración Respuesta, exhiben un nivel de significancia mucho menor que el modelo general; no obstante los resultados se analizan con el fin de contrastarlos con la literatura epidemiológica considerada. De este modo, para población menor de 15 años (Anexo III, Cuadro A-2), la regresión presenta baja medida de bondad de ajuste pero no expone problemas de autocorrelación ni heterocedasticidad. Además el coeficiente de concentración es estadísticamente significativo. A partir de esto, se tiene que un aumento promedio de un 1% en la concentración máxima diaria de CO genera un aumento alrededor del 0.76% de las visitas al médico por IRA en los niños menores de 15 años habitantes de la Comuna 3.

Del mismo modo la función que describe el comportamiento de las visitas al hospital por parte de la población mayor de 50 años (Anexo III, Cuadro A-3)

presenta las mismas características estadísticas de la estimación anterior; no obstante las variables meteorológicas rezagadas dos períodos ganan significancia estadística. Con base en esta estimación, es posible interpretar en primer lugar que, ante un cambio porcentual positivo de la concentración de CO diaria, se presenta un cambio de 0.34% de las admisiones al hospital del grupo de adultos mayores. En segundo lugar, las características meteorológicas rezagadas dos períodos tienen un efecto significativo sobre las admisiones al hospital por infecciones respiratorias de este grupo poblacional.

Así, las concentraciones máximas diarias de CO presentan un efecto mayor sobre la población infantil de la comuna en comparación con el grupo de edad poblacional que comprende los mayores de 50 años, resultado que concuerda con las hipótesis planteadas por los diversos estudios epidemiológicos realizados alrededor del mundo que muestran que el sistema inmunológico y respiratorio de este grupo de edad esta en etapa de pleno desarrollo, lo cual los convierte en población vulnerable (Ostro, 1987, 1994). Igualmente puede suponerse que la población perteneciente a este grupo de edad desarrolla sus actividades diarias dentro de un área que comprende su zona de vivienda; logrando que estén expuestos por períodos más largos de tiempo a la contaminación de este entorno (Ortiz, *et al*, 1996).

Del mismo modo, la Función Concentración Respuesta por género (Anexo III, Cuadro A-4 y A-5) revela en primer lugar una bondad de ajuste mayor en contraste con las regresiones por rango de edad; en segundo lugar, una elasticidad mayor de visitas al médico por IRA con relación a las concentraciones máximas de monóxido de carbono para la población femenina en comparación con la población masculina. Así, un aumento en un punto porcentual en la concentración diaria de CO aumenta los casos de visitas al hospital en mujeres alrededor de un 0.97%,

mientras que para los hombres en 0.84%. Esto puede estar relacionado con una mayor exposición a los factores contaminantes, dada su mayor permanencia en el hogar, ubicado en el área de mayor contaminación. En el caso masculino, las variables meteorológicas son altamente significativas en contraste con la situación de las mujeres; este comportamiento puede tener explicaciones individuales que radican en temas biológicos, procesos inmunológicos humanos, etc.

#### **4.2. Valoración económica de la contaminación del aire por Monóxido de Carbono en la ciudad de Cali**

La valoración económica de los costos asociados a la contaminación del aire se estima mediante la metodología de costes de tratamiento o costes evitados. Para lo cual se utiliza la información suministrada por la Red de Salud de Ladera, acerca de los costos de procedimiento del grupo de enfermedad IRA según protocolo para el Hospital Cañaveralejo que incluye: *i)* costo promedio de consulta médica, *ii)* costo de elaboración de registros según patología, *iii)* costo de examen clínico, *iv)* costo de hospitalización por día. Se debe resaltar que se incluye el rubro de hospitalización mínima (1 día), debido a la variación que la duración en observación y hospitalización presenta con relación a la historia, grado de la enfermedad, riesgos clínicos y demás características individuales de los pacientes. El sistema de costeo del hospital Cañaveralejo (Institución Pública) plantea que el costo promedio de tratamiento de IRA por los rubros antes mencionados asciende a \$318.698 a precios de 2005<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> La Consulta Médica incluye observación y seguimiento del paciente por un Médico nombrado durante un tiempo promedio de 2 horas; este costo asciende a \$31.870. La elaboración de registro según patología incluye el seguimiento y evaluación de la historia clínica, dictamen del Especialista y formulación por Auxiliar de Enfermería nombrada con una duración promedio de 20 minutos; este

Con el fin de hallar el número de casos evitados de consulta por IRA en las salas de urgencia dado un cambio en el nivel de concentración de CO, es necesario calcular el número de casos de esta enfermedad atribuibles a los niveles contaminación urbana relacionada con esta sustancia. Siguiendo a Künzli *et al*, (2000), la incertidumbre existente en el análisis o la evaluación del impacto de la contaminación sobre la salud humana (Función Concentración Respuesta) obliga a realizar esta estimación empleando tres componentes fundamentales: el efecto estimado de contaminación sobre salud, la frecuencia de la variable salud y el nivel de contaminación. Este método consiste en:

- i. Utilizar el coeficiente estimado en la Función Concentración Respuesta como una expresión del Riesgo Relativo (RR) por 1 ppm de CO en el período de análisis.
- i. Calcular la frecuencia del evento de salud (Admisiones Urgencias por IRA) por la población total de Cali para 2005 ( $P_0$ ), dado un nivel de concentración inicial.
- ii. Con base en esto, el número de casos de IRA atribuibles (D) para un incremento de 1 ppm anual en la concentración promedio de CO en la atmósfera corresponde a:

---

costo equivale a \$11.400. El examen clínico de resultado inmediato incluye dos tomas de muestras después del ingreso y antes de la salida de la Institución, exámenes generales y especializados y análisis de resultados por parte de Bacterióloga nombrada; costo asciende a \$52.854. El rubro de hospitalización por 1 día incluye observación por Medico nombrado y Enfermeras, medicamentos y alimentación por un total de \$180.596. Por último los recursos físicos y los implementos empleados como concentradores de oxígeno, mecanismos de ventilación no invasiva tienen un costo de \$41.978. la suma de estos rubros asciende a \$318.698 a precios de 2005.

$$D = (RR-1) \times P_0 \quad (2)$$

Para hacer posible este cálculo se debe suponer que las características ambientales y demográficas de la Comuna 3, bajo las cuales se realizó el análisis Concentración Respuesta, se consideran representativas para el total de la población de la ciudad de Cali, con el fin de que la expresión de riesgo relativo (RR) pueda captarse como un índice general.

Después de esto, se toman los resultados de la Función Concentración Respuesta expuestos en la sección anterior (Cuadro 3) obteniendo un RR equivalente a  $\beta_2=1.3$  y la información sobre admisiones al servicio de Urgencias del Hospital Cañaveralejo la cual arroja que en 2005 se presentaron 1.249 casos por IRA. Teniendo en cuenta también que para este año la población de Cali según datos de la Alcaldía asciende a 2.125.685 habitantes, se obtiene que la frecuencia del evento Admisión por IRA con base en las cifras pertenecientes al hospital Cañaveralejo equivale a 60.220<sup>10</sup> casos. Por último es posible hallar los casos totales atribuibles con la aplicación de la ecuación (2):

$$D = (1.3-1) \times 60.220$$

$$D = 18.066$$

El anterior resultado puede ser interpretado como los casos evitados de admisiones a urgencias por IRA en la ciudad de Cali dada una reducción en la

---

<sup>10</sup> Cifra hallada mediante el cálculo:  $[(1.249 \times 2.125.685) / 44.088]$

concentración promedio anual de CO en 1 ppm. En consecuencia el coste total promedio evitado ascendería aproximadamente a \$5.700 millones de pesos de 2005, lo que equivale a un poco más de \$7.000 millones a precios de 2010 (mayo) (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Costes Monetarios Evitados en la Ciudad de Cali dada una Reducción de 1 ppm en la Concentración Promedio de CO**

| <b>Tipo de Evento</b>            | <b>Casos Evitados</b> | <b>Costo Promedio Por Caso</b> | <b>Costo Total Promedio Evitado (precios de 2005)</b> | <b>Costo Total Promedio Evitado (precios de 2010 (mayo))</b> |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Admisiones Hospitalarias por IRA | 18.066                | 318.698                        | 5.757.600.681                                         | 7.035.209.079                                                |

Fuente: Elaborado por el autor, con base en Información de ESE Ladera. Hospital Cañaveralejo.

#### **4.3. Beneficio económico del “Día sin Carro” en la ciudad de Cali**

*“El beneficio económico que se generará, será por lo menos igual al ahorro en recursos que se logre con la ejecución de un proyecto” (Mokate, 1998. P. 298).* Así, el coste monetario evitado por la reducción en la concentración máxima de CO se convierte en la expresión de los beneficios económicos de la política de “Día sin Carro”.

Según el estudio de Escobar (2004) en el cual expone un análisis detallado de emisión de CO antes y durante la jornada ambiental del “Día sin Carro” en 2002<sup>11</sup>, se observó una gran diferencia en las concentraciones de CO principalmente a partir de las 12:30 P.M (Cuadro 5). El promedio diario de CO el 7 de febrero “Día sin Carro” fue de 2.52 ppm y un valor máximo de 4.91 ppm. Mientras que el día inmediatamente anterior, las medidas arrojadas por el estudio fueron 2.97 ppm y 5.95 ppm respectivamente. Así pues, el “Día sin Carro” realizado en 2002 disminuyó la concentración promedio diaria de CO en 0.45 ppm en la zona centro de la ciudad (Gráfico 13).

En el mismo sentido, para la jornada de 2008<sup>12</sup> empleando los datos de la Unidad Móvil de UES Valle ubicada en la Carrera 1 entre calles 14 y 15, se tiene que para el día primero de octubre (día normal) se presenta un nivel de concentración promedio de CO de 2.08 ppm, a diferencia del 2 de octubre (Día sin Carro) en el que se exhibe una concentración promedio de 1.2 ppm. De este modo se tiene que la jornada de 2008 logró una disminución de 0.88 ppm en la concentración promedio diaria de CO (DAGMA, 2008).

**Cuadro 5. Concentración Horaria de CO (ppm) Calle 15. Día Normal y Día No Carro (2002)**

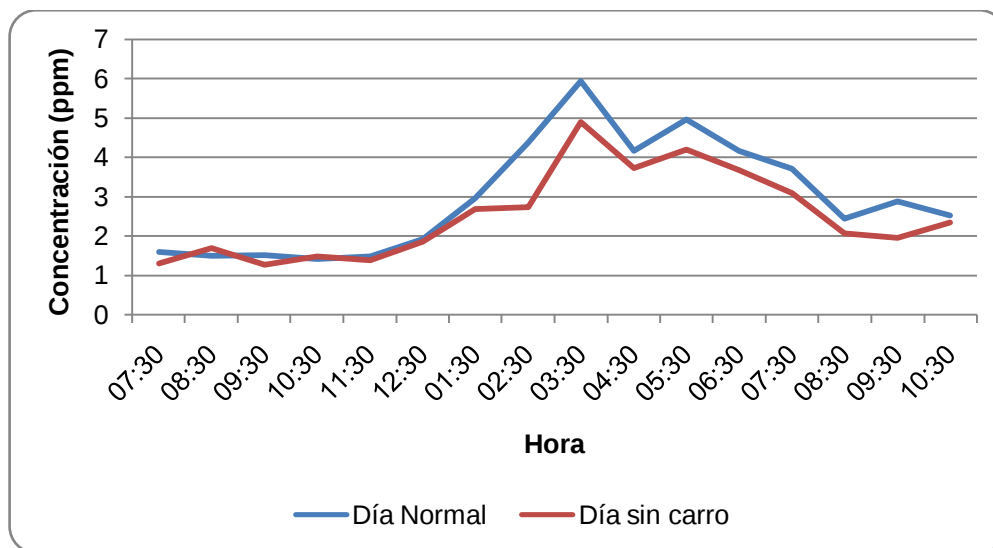
| Hora          | 7:30 | 8:30 | 9:30 | 10:30 | 11:30 | 12:30 | 1:30 | 2:30 | 3:30 | 4:30 | 5:30 | 6:30 | 7:30 | 8:30 | 9:30 | 10:30 |
|---------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Día Normal    | 1.6  | 1.5  | 1.52 | 1.42  | 1.48  | 1.93  | 2.97 | 4.38 | 5.95 | 4.18 | 4.98 | 4.18 | 3.72 | 2.44 | 2.89 | 2.52  |
| Día sin Carro | 1.3  | 1.7  | 1.27 | 1.48  | 1.38  | 1.86  | 2.69 | 2.74 | 4.91 | 3.73 | 4.20 | 3.69 | 3.09 | 2.07 | 1.96 | 2.34  |

Fuente: Escobar, 2004.

<sup>11</sup> La jornada de “Día sin Carro” tuvo lugar el día 7 de febrero de 2002, entre las 7:30 A.M y 8:30 P.M.

<sup>12</sup> Jornada desarrollada el 2 de octubre de 2008, con inicio a las 6:00 A.M y finalización a la media noche.

**Gráfico 13. Concentración Horaria de CO (ppm) Calle 15. Día Normal y Día No Carro. 2002**



Fuente: Escobar, 2004. Elaborado por el Autor.

De esta manera, la política ambiental del “Día sin Carro” en sus dos versiones presenta resultados similares en términos de disminución de la concentración promedio de CO. La primera versión logró una disminución promedio durante el día de 0.45 ppm, mientras que la realizada en 2008 alcanzó una reducción promedio de 0.88 ppm.

Ahora, con el fin de hallar el beneficio económico de la implementación de la política ambiental en términos de los costes evitados en salud, se debe tener en cuenta el cálculo realizado en la sección anterior que hace referencia al valor monetario del ahorro en costes generado por una disminución de 1 ppm en la concentración promedio de CO (Cuadro 4). Con base en esto, es posible hallar el beneficio económico de la disminución promedio alcanzada en ambas jornadas del “Día sin Carro”.

En consecuencia, se obtiene que la jornada de 2002 generó un beneficio económico representado aproximadamente en \$8.673.545 para 2010<sup>13</sup>, mientras que la iniciativa que tuvo lugar en 2008 alcanzó un beneficio de \$16.961.600 a precios de 2010<sup>14</sup>. Aplicando el coste promedio de tratamiento de la enfermedad expuesto por la Red de Salud<sup>15</sup>, es posible afirmar que cada jornada del “Día sin Carro” logra una cantidad de casos de IRA evitados equivalente a 23 y 45 respectivamente.

Se debe aclarar que el coste estimado no corresponde al coste total de la enfermedad, dado que la metodología aplicada en este estudio no incluye ítems como el coste de días de trabajo o escolaridad perdidos, coste de actividad restringida, incomodidad individual, entre otros. En consecuencia, este cálculo subestima el coste real de la enfermedad, no obstante se convierte en una buena aproximación de este.

---

<sup>13</sup>  $(7.035.209.079 / 365) \times 0.45 = 8.673.545$

<sup>14</sup>  $(7.035.209.079 / 365) \times 0.88 = 16.961.600$

<sup>15</sup> Rubro convertido a precios de 2010.

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES**

Durante los últimos años, el modelo de desarrollo impulsado a nivel mundial, basado en elevados niveles de consumo y un uso intensivo de recursos naturales, ha generado una creciente presión sobre la base ecosistémica produciendo importantes efectos ambientales. En las grandes urbes alrededor del mundo uno de los principales impactos ambientales es la contaminación atmosférica asociada al sistema de transporte individual que usa intensivamente energía fósil. Lo anterior genera una gran presión sobre el equilibrio ambiental y la calidad de vida de la población manifestada a través de problemas de salud pública relacionados con enfermedades respiratorias.

En la ciudad de Cali, los altos niveles de contaminación atmosférica están relacionados igualmente con el modelo de movilidad vigente; el cual se basa en el uso masivo y creciente de automóviles y motos particulares, en un contexto donde el transporte colectivo es insuficiente, el parque automotor es obsoleto, con inadecuado mantenimiento y además donde la velocidad de desplazamiento es baja debido al deterioro e insuficiencia de la malla vial existente.

El trabajo de investigación realizado para la Comuna 3 de la ciudad, evidencia una relación positiva y significativa entre contaminación ambiental por Monóxido de Carbono (CO) y admisión diaria al Hospital Cañaveralero por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA). En este sentido, la concentración de CO explica una proporción significativa del cambio en el número de casos de IRA en la Comuna 3.

Los datos muestran que un aumento del 1% en la concentración máxima de CO incrementa los casos de infecciones respiratorias agudas en un 1.3%.

Extrapolando esta estimación de la Función Concentración Respuesta para la ciudad de Cali, una disminución de 1 ppm en la concentración promedio de Monóxido de Carbono puede generar un ahorro de costos para la sociedad y el sistema de salud de un orden superior a los \$7.000 millones de pesos anuales a pesos de 2010. Dado que para este año la Secretaría de Salud cuenta con recursos que ascienden a \$251 mil millones de pesos, el coste evitado por la disminución de casos de IRA en la población caleña, asociados a la disminución de 1 ppm en la concentración de CO en la atmósfera, representa alrededor del 2.8% del presupuesto total anual de la Secretaría de Salud.

Con base en esto, se puede deducir específicamente que el “Día sin Carro” en Cali, en sus versiones de 2002 y 2008 permitió una disminución aproximada de 23 y 45 nuevos casos de IRA respectivamente. Valorando esto en términos monetarios, ello significa un ahorro por tratamiento de la enfermedad que equivale a \$8 millones y \$16 millones de 2010 en forma respectiva. Se debe aclarar en este punto, que la estimación subvalora el coste total de la enfermedad debido a que solo se incluye dentro de la investigación los gastos defensivos, dejando de lado otros elementos como por ejemplo el sufrimiento que causa la enfermedad, los días de actividad restringida, entre otros.

Es importante resaltar algunos limitantes de la investigación tales como: el suponer que el nivel de exposición de CO en la Comuna 3 es representativo para la totalidad de la ciudad. Tal restricción esta asociada a las limitaciones de información sobre contaminación para todas las estaciones de monitoreo de la

ciudad. Este supuesto ignora la importancia de la dimensión espacial dentro del análisis de concentración y dispersión de contaminantes. Otra limitación tiene que ver con la información ambiental y meteorológica empleada para estimar la Función Concentración Respuesta, la cual deja de lado variables individuales que pueden presentar un efecto significativo sobre las cifras de enfermedades respiratorias, como por ejemplo factores de riesgo, hábitos de consumo, entre otros; la no inclusión de estas variables se debe principalmente a la limitación disciplinaria del estudio.

El estudio muestra que la sociedad caleña esta asumiendo altos costos sociales por la externalidad producida por la contaminación generada por los vehículos automotores que son usados como medios de transporte. Según la teoría económica, uno de los mecanismos más eficientes para corregir estas externalidades es a través de la aplicación de impuestos a la contaminación vehicular. No obstante, otras alternativas que pueden contribuir a la disminución de la contaminación atmosférica asociadas a las fuentes móviles tienen que ver con tres grandes componentes: el sistema de transporte, la infraestructura y la calidad del combustible. El primero de ellos hace referencia a cambios estructurales en el sistema de transporte urbano vigente, a través de la modernización de la flota de buses urbanos actuales donde los procesos de chatarrización y la consolidación de rutas diferenciales se vuelven estrategias complementarias de esta política. En este sentido el fortalecimiento del sistema de transporte masivo en la ciudad representa un gran alivio en términos de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Con relación a los vehículos particulares, tomando en cuenta que participan en gran medida en los niveles de contaminación urbana, es necesario que la Autoridad Ambiental en conjunto con la Secretaría de Tránsito y Transporte inicien el diseño de rigurosos impuestos y multas acompañados de controles precisos, que incentiven a los propietarios a realizar mantenimiento adecuado de los vehículos. Del mismo modo, la concientización

ciudadana de racionar el uso del automóvil, el fomento del uso de la bicicleta y el transporte compartido es de suma importancia.

En términos de infraestructura, la malla vial de la ciudad debe ser reparada y actualizada con el fin de aumentar la velocidad promedio de operación y desplazamiento de los vehículos, factor que incrementa la emisión de contaminantes atmosféricos. También, en términos locales se deben idear espacios compatibles con el uso de medios de transporte como la bicicleta mediante un sistema de ciclo rutas que abarque gran parte de la ciudad. En el tema de combustibles, es necesario mejorar la calidad del combustible utilizado por el parque automotor e incentivar el uso creciente de combustibles menos dañinos como el gas natural.

De la misma manera, la continuidad en la aplicación de políticas como el “Pico y Placa” y el “Día sin Carro” que restrinjan el uso de vehículos en la ciudad, se convierten en una buena alternativa para disminuir la presión ejercida por el parque automotor sobre el medio ambiente.

En consecuencia, el trabajo conjunto entre entidades de Salud Pública, Gestión Ambiental y de Tránsito y Transporte, es un punto clave en la lucha contra la disminución de los efectos de la contaminación ambiental sobre la calidad de vida de los caleños. Es necesario que se identifique la política ambiental como punto neurálgico del desarrollo urbano sostenible. De la misma manera, es importante dentro de la comunidad académica brindar apoyo en este sentido a través del desarrollo de trabajos que permitan evidenciar el impacto económico y social de diversas alternativas ambientales en la ciudad.

Sin embargo, el control y seguimiento de la calidad ambiental del municipio se ve limitado por la falta de información sobre las fuentes, tipos de contaminantes, concentración y localización de la contaminación, además de la ausencia de una red de monitoreo, la debilidad técnica de la autoridad ambiental y la falta de voluntad política para aplicar la normativa existente. Lo cual limita la aplicabilidad de estos ejercicios académicos como herramientas de evaluación, revisión y ajustes de las políticas ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

Adame, A. Salín, D. (2000): *Contaminación Ambiental*. - 2ed. Trillas, México

Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2008): “Comuna 3: Observatorio Social”

Azqueta, D. (1994): *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill.

Boardman, A. Greenberg, D. Vining, A. Weimer, D. (2001): *Cost-Benefits Analysis: Concepts and Practice*. Prentice Hall.

Brugman, A. (2004): “Diseño de un Programa de Instrumentos Económicos para el manejo y el Control de la Contaminación Atmosférica Urbana en Colombia.” Informe de Consultoría MAVDT (Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial).

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2000): “Los Efectos de la Contaminación del Aire”. *Documento de Trabajo*.

Chestnut, L. Rowe, R. Drawer, P. Ostro, B. (1987): “Santa Clara Criteria Air Pollutant Benefit Analysis” Preparado Para U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2004): “Análisis del Comportamiento de los Parámetros Meteorológicos y de Calidad del Aire de la Ciudad de Santiago de Cali-Agosto de 2004”. *Informe de Trabajo*.

Cristeche, E. y Penna, J. (2008): "Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales" *Documento de Trabajo*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

Dávalos, E. (2007): "La Caña de Azúcar: ¿Una Amarga Externalidad?". *Revista Desarrollo y Sociedad*. V. 59: P. 117-164.

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA). (2005): "Informe Consolidado sobre la Calidad del Aire en Santiago de Cali"

\_\_\_\_\_ (2008): "Informe Consolidado: 18 Horas de Oxígeno para Cali"

Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2006): "Plan de Desarrollo 2008-2011"

Dockery, D, Pope, A. Xiping Xu, J. James, S. Ware, M. Ferris, B. Speizer, F. (1993): "An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities" *New England Journal of Medicine*. V. 329: P. 1753-1759.

El País (2005): "Cali no Sabe qué Aire Respira"

Escobar, C. (2004): "Estudio Preliminar de la Calidad del Aire de Santiago de Cali, Realizado el Día del No Carro" Tesis. Universidad del Valle, Facultad de Química.

Escobar, L., (2006): "Indicadores Sintéticos de Calidad Ambiental: un Modelo General para Grandes Zonas Urbanas," *Revista Eure*. V. XXXII, Nº96: P. 73-98. Santiago de Chile.

Gujarati, D. (2003): *Econometría. Cuarta Edición*. Mc Graw Hill.

Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales (IDEAM). (2005): "Protocolo Para La Vigilancia Y Seguimiento Del Modulo Aire Del Sistema De Información Ambiental"

Jacobi, P. Segura, D. Kjellén, M. (1999): "Governmental responses to air pollution: summary of a study of the implementation of *Rodízio* in São Paulo" *Documento de Trabajo*. Programa De Ciencias Ambientales. Universidad de Sao Paulo.

Kolstad, C. (2000): *Economía Ambiental*. Oxford Press.

Künzli, N. Kaiser, R. Medina, S. Studnicka, M. Chanel, O. Filliger, P. Herry, M. Horak, F., Puybonnieux-Texier, V. Quénel, P. Schneider, J. Seethaler, R. Vergnaud, JC. Sommer, H. (2000): "Public Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment". *Lancet*, V. 356: P. 795 – 801.

Larsen, B. (2004): "Cost of Environmental Damage. A Socio-Economics and Environmental Health Risk Assessment" Reporte de Consultoría preparado para el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, Colombia.

Lozano, N. (2004): "Air Pollution in Bogota, Colombia: A Concentration- Response Approach". Documento de Trabajo. *Revista Desarrollo y Sociedad*. V. 54: P.133-177.

Ministerio de Transporte, (2004): Estadísticas del Parque Automotor. Parque Automotor Nacional.

Mokate, K. (1998): "Metodologías alternativas de Evaluación Económica de Proyectos," en *Evaluación Financiera de proyectos de Inversión*. Alfa Omega: 295-304.

Muñoz, J. y Moller, R. (2004): “La valoración económica de los daños en la salud humana, causados por la contaminación del aire como consecuencia del transporte motorizado en Santiago de Cali”. *Documento de Trabajo EIDENAR*, Universidad del Valle.

Ortiz, C. Escobar, J. García, D. (1996): “Contaminación atmosférica y salud: estimación de una función dosis-respuesta para Cali.” *Documento de Trabajo No. 27. CIDSE*.

Ostro, B. (1983): “The Effects of Air Pollution on Work Loss and Morbidity”, *Journal of Environmental Economics and Management*. V. 10: P.372-382.

\_\_\_\_\_ (1987): “Air Pollution and Morbidity Revisited: A Specification Test”, *Journal of Environmental Economics and Management*. V. 14. P: 87-98.

\_\_\_\_\_ (1994): “Estimating the health Effects of Air Pollutants a Method with an Application to Jakarta”, *Policy Research Working Paper*. V.1301, World Bank.

Pérez, M. Rojas, J. Madera, C. Oviedo, R. Aponte, C. (2009): “Proyecto Cali Visión 2036. Problemas Ambientales en la Ciudad de Cali: Eje Temático Desarrollo Territorial y Medio Ambiente”, *Documento de Trabajo*. Universidad del Valle-Instituto CINARA.

Pope, C. Burnett, T. Thun, M. Calle, E. (2002): “Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution”, *Journal of the American Medical Association*. V. 287: P. 1132-1141.

Ramírez, M. Rojas, R. García, R. (2009): “Influencia de los Contaminantes Atmosféricos en las Infecciones Respiratorias Agudas en Mexicali-Baja California, México”, *Información Tecnológica*. V 20 N.3: P. 89-100.

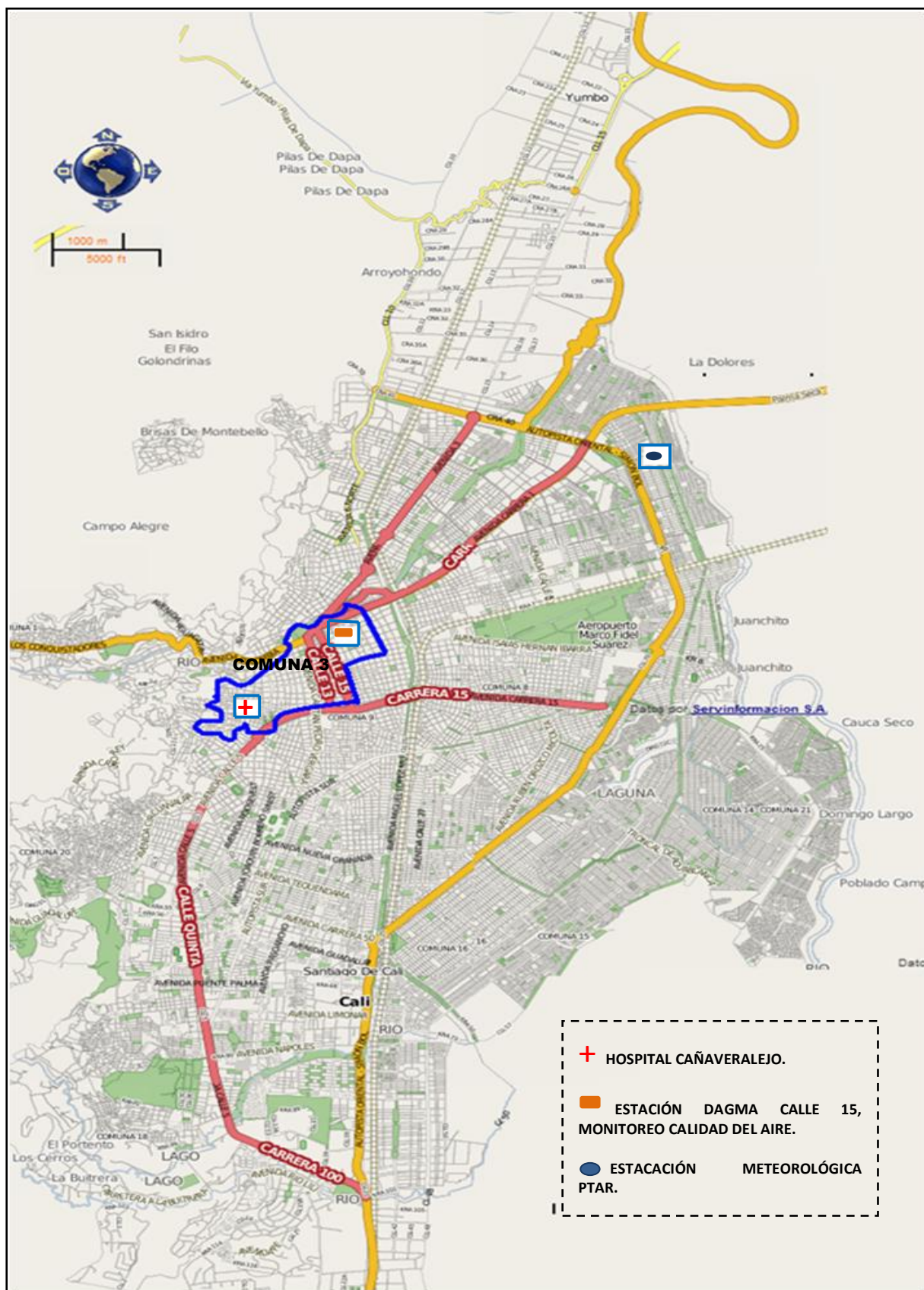
Riera, P. García, D. Kriström, B. Brännlund, R. (2005): *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Thomson.

Rozo, C. (2005): “Alcance y Limitaciones de la Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales” Ponencia. Instituto de Estudios Ambientales IDEA-UN.

Silva, J. (2009): “Problemas Ambientales en Colombia” *Documento de Trabajo*. Instituto CINARA.

# ANEXO I

## MAPA DE LA CIUDAD DE CALI



## ANEXO II

### BASE DE DATOS

| Date     | Día | IRA | IRA F | IRA M | IRA<br>x<15 | IRA<br>15<<br>x< 30 | IRA30<br><x<50 | IRA><br>50 | CO   | CO<br>max | Presion | Temp | HR | V.D | V.V | RS    | T min |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------------|---------------------|----------------|------------|------|-----------|---------|------|----|-----|-----|-------|-------|
| 20050201 | 1   | 11  | 4     | 7     | 5           | 1                   | 1              | 2          | 2.87 | 8.47      | 898.43  | 24.4 | 70 | 66  | 1.2 | 367   | 19.3  |
| 20050202 | 2   | 11  | 6     | 5     | 2           | 3                   | 1              | 2          | 2.61 | 5.11      | 899.01  | 25.1 | 69 | 83  | 1.3 | 318.5 | 20.2  |
| 20050203 | 3   | 9   | 5     | 4     | 4           | 1                   | 1              | 2          | 2.99 | 7.13      | 899.86  | 24.4 | 73 | 70  | 1.1 | 199.4 | 20    |
| 20050204 | 4   | 17  | 8     | 9     | 3           | 7                   | 1              | 2          | 3.09 | 6.69      | 900.02  | 24.8 | 71 | 62  | 1.2 | 326   | 20.4  |
| 20050205 | 5   | 5   | 3     | 2     | 4           | 0                   | 0              | 1          | 2.17 | 4.16      | 899.1   | 24.6 | 72 | 64  | 1.3 | 340.2 | 19.3  |
| 20050206 | 6   | 2   | 2     | 0     | 1           | 0                   | 0              | 0          | 1.37 | 2.51      | 899.37  | 25.8 | 66 | 72  | 1.4 | 411   | 21    |
| 20050207 | 7   | 3   | 2     | 1     | 1           | 0                   | 1              | 1          | 2.67 | 7.23      | 899.55  | 25.9 | 68 | 87  | 1.6 | 347.2 | 21.6  |
| 20050208 | 8   | 4   | 3     | 1     | 1           | 0                   | 1              | 0          | 2.59 | 6.76      | 900.08  | 25   | 73 | 86  | 1.6 | 284   | 21.2  |
| 20050209 | 9   | 9   | 7     | 2     | 3           | 2                   | 1              | 1          | 3.16 | 9.8       | 899.61  | 24.2 | 78 | 69  | 1.1 | 270   | 20.9  |
| 20050210 | 10  | 6   | 4     | 2     | 1           | 1                   | 2              | 0          | 2.9  | 6.29      | 899.92  | 24.7 | 74 | 75  | 1.7 | 249.2 | 21.2  |
| 20050211 | 11  | 0   | 0     | 0     | 0           | 0                   | 0              | 0          | 3.45 | 7.08      | 902.16  | 23   | 86 | 62  | 1.2 | 231   | 21    |
| 20050212 | 12  | 1   | 1     | 0     | 0           | 1                   | 0              | 0          | 2.75 | 4.91      | 903     | 22.3 | 87 | 61  | 1.2 | 238.4 | 19.8  |
| 20050213 | 13  | 6   | 2     | 4     | 1           | 2                   | 0              | 2          | 1.36 | 2.1       | 901.42  | 24.1 | 73 | 67  | 1.4 | 454.3 | 19.4  |
| 20050214 | 14  | 11  | 6     | 5     | 2           | 2                   | 2              | 3          | 2.61 | 7.49      | 901.6   | 24.4 | 71 | 76  | 1.3 | 383.7 | 19.9  |
| 20050215 | 15  | 7   | 5     | 2     | 0           | 3                   | 0              | 2          | 2.2  | 6.89      | 901.28  | 24.9 | 66 | 93  | 1.8 | 408.4 | 19.8  |
| 20050216 | 16  | 16  | 11    | 5     | 5           | 0                   | 5              | 3          | 2.5  | 6.26      | 901.29  | 24.7 | 67 | 77  | 1.9 | 354.4 | 21.1  |
| 20050217 | 17  | 12  | 8     | 4     | 5           | 1                   | 3              | 2          | 3.02 | 7.88      | 900.42  | 24.8 | 70 | 63  | 1.4 | 410.5 | 21.2  |
| 20050218 | 18  | 7   | 4     | 3     | 2           | 3                   | 1              | 0          | 2.88 | 6.55      | 899.55  | 25   | 69 | 77  | 1.5 | 383.1 | 20.3  |
| 20050219 | 19  | 2   | 0     | 2     | 0           | 0                   | 1              | 0          | 2.37 | 4.23      | 900.87  | 24.7 | 71 | 71  | 1.4 | 310.7 | 20    |
| 20050220 | 20  | 1   | 1     | 0     | 0           | 0                   | 0              | 1          | 1.48 | 2.06      | 901.45  | 25   | 70 | 72  | 1.5 | 393.8 | 20.5  |
| 20050221 | 21  | 10  | 5     | 5     | 3           | 3                   | 1              | 3          | 2.54 | 5.2       | 901.29  | 25.3 | 67 | 76  | 1.8 | 394   | 20.7  |
| 20050222 | 22  | 11  | 5     | 6     | 3           | 3                   | 2              | 1          | 2.63 | 6.15      | 900.91  | 24.8 | 69 | 72  | 1.5 | 385.1 | 19.7  |
| 20050223 | 23  | 6   | 5     | 1     | 3           | 0                   | 1              | 1          | 2.75 | 6.9       | 900.75  | 25   | 68 | 73  | 1.6 | 383.8 | 20.4  |
| 20050224 | 24  | 7   | 3     | 4     | 3           | 2                   | 0              | 2          | 2.66 | 6.16      | 900.86  | 25.3 | 65 | 70  | 1.6 | 403.5 | 20.7  |
| 20050225 | 25  | 6   | 6     | 0     | 3           | 1                   | 1              | 1          | 2.99 | 6.44      | 900.61  | 25.3 | 67 | 72  | 1.6 | 407.7 | 19.2  |
| 20050226 | 26  | 4   | 2     | 2     | 1           | 1                   | 0              | 2          | 2.58 | 4.66      | 901     | 25.2 | 67 | 79  | 1.8 | 439.1 | 19.5  |
| 20050227 | 27  | 2   | 1     | 1     | 1           | 0                   | 0              | 1          | 1.78 | 2.37      | 901.54  | 24.7 | 70 | 76  | 1.7 | 303.6 | 19.9  |
| 20050228 | 28  | 3   | 3     | 0     | 0           | 2                   | 0              | 0          | 3.12 | 6.07      | 903     | 24.2 | 74 | 71  | 2.1 | 270.2 | 21.5  |
| 20050301 | 29  | 13  | 9     | 4     | 4           | 1                   | 1              | 4          | 3.3  | 6.68      | 902.77  | 24.7 | 72 | 72  | 1.5 | 436.2 | 19.2  |
| 20050302 | 30  | 9   | 4     | 5     | 2           | 2                   | 2              | 2          | 3.39 | 7.06      | 902.25  | 25.4 | 69 | 73  | 1.5 | 450.2 | 21.2  |
| 20050303 | 31  | 5   | 2     | 3     | 1           | 3                   | 0              | 1          | 3.84 | 8.95      | 902.71  | 24.3 | 74 | 69  | 1.6 | 274.1 | 20.7  |
| 20050304 | 32  | 7   | 4     | 3     | 2           | 3                   | 1              | 0          | 4.64 | 8.8       | 904.42  | 21.9 | 90 | 68  | 1.2 | 123.7 | 20.2  |
| 20050305 | 33  | 3   | 2     | 1     | 0           | 0                   | 0              | 1          | 3.45 | 5.92      | 903.77  | 24.6 | 74 | 79  | 1.2 | 427.7 | 20    |
| 20050306 | 34  | 2   | 1     | 1     | 1           | 0                   | 0              | 1          | 2.37 | 3.14      | 903.98  | 25.3 | 69 | 81  | 1.7 | 359.7 | 21.3  |
| 20050307 | 35  | 8   | 4     | 4     | 2           | 2                   | 1              | 0          | 4.31 | 7.61      | 904.18  | 23.3 | 82 | 57  | 1.5 | 339.8 | 20.3  |

|          |    |    |    |   |   |   |   |   |      |       |        |      |    |    |     |       |      |
|----------|----|----|----|---|---|---|---|---|------|-------|--------|------|----|----|-----|-------|------|
| 20050308 | 36 | 8  | 3  | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3.81 | 7.24  | 903.44 | 23.9 | 79 | 66 | 1.4 | 323.3 | 20.4 |
| 20050309 | 37 | 10 | 3  | 7 | 2 | 1 | 0 | 4 | 4.1  | 8.45  | 903.11 | 22.8 | 83 | 82 | 1.5 | 289.3 | 19.5 |
| 20050310 | 38 | 5  | 1  | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.62 | 6.87  | 902.68 | 24.5 | 73 | 87 | 1.7 | 454.5 | 20   |
| 20050311 | 39 | 3  | 1  | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3.93 | 7.12  | 902.24 | 24.7 | 71 | 74 | 1.5 | 456.8 | 20.9 |
| 20050312 | 40 | 3  | 3  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3.56 | 5.81  | 902.92 | 24.5 | 72 | 71 | 1.4 | 354.3 | 19.5 |
| 20050313 | 41 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.75 | 3.37  | 902.11 | 25.4 | 66 | 85 | 1.6 | 445.7 | 20.4 |
| 20050314 | 42 | 17 | 8  | 9 | 4 | 2 | 2 | 6 | 3.79 | 8.84  | 901.1  | 25.2 | 68 | 79 | 1.6 | 407.6 | 20.8 |
| 20050315 | 43 | 7  | 0  | 7 | 1 | 2 | 0 | 3 | 4.11 | 7.92  | 901.3  | 24.6 | 71 | 73 | 1.5 | 358.4 | 20.4 |
| 20050316 | 44 | 8  | 4  | 4 | 4 | 1 | 0 | 1 | 4.52 | 7.92  | 902.18 | 23.6 | 80 | 72 | 1.3 | 302.2 | 20.1 |
| 20050317 | 45 | 16 | 7  | 9 | 8 | 2 | 1 | 2 | 4.24 | 6.65  | 902.44 | 24.7 | 73 | 70 | 1.4 | 361.3 | 20.1 |
| 20050318 | 46 | 6  | 4  | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5.34 | 9.49  | 904.07 | 22.2 | 86 | 76 | 1.3 | 224.7 | 20.1 |
| 20050319 | 47 | 4  | 0  | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4.17 | 5.85  | 902.88 | 23.9 | 76 | 64 | 1.2 | 410.8 | 19   |
| 20050320 | 48 | 1  | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2.98 | 3.61  | 903.26 | 23.4 | 76 | 86 | 2.1 | 306.6 | 20.5 |
| 20050321 | 49 | 2  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3.06 | 4.19  | 902.43 | 22.7 | 78 | 70 | 1.3 | 307.9 | 18.8 |
| 20050322 | 50 | 7  | 3  | 4 | 3 | 1 | 0 | 1 | 4    | 6.63  | 900.82 | 24.9 | 71 | 65 | 1.3 | 427.9 | 19.6 |
| 20050323 | 51 | 4  | 3  | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4.58 | 6.82  | 902.04 | 24.8 | 75 | 66 | 1.4 | 306.5 | 21.3 |
| 20050324 | 52 | 4  | 3  | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3.11 | 4.2   | 903.01 | 24.7 | 72 | 70 | 1.7 | 321.9 | 21.1 |
| 20050325 | 53 | 5  | 2  | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2.73 | 3.05  | 902.2  | 24.9 | 68 | 81 | 1.8 | 511.7 | 19.1 |
| 20050326 | 54 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.18 | 4.43  | 901.49 | 24.6 | 71 | 89 | 1.6 | 414.1 | 20   |
| 20050327 | 55 | 3  | 2  | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3.35 | 5.35  | 902.25 | 23.7 | 80 | 69 | 1.2 | 345.1 | 20.8 |
| 20050328 | 56 | 9  | 6  | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4.07 | 7.7   | 901.6  | 25.1 | 71 | 77 | 1.6 | 490.5 | 20   |
| 20050329 | 57 | 4  | 2  | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5.08 | 9.71  | 903.14 | 22   | 85 | 71 | 1.7 | 334.4 | 18.8 |
| 20050330 | 58 | 5  | 1  | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 4.82 | 9.31  | 902.35 | 23.4 | 77 | 76 | 1.1 | 466.9 | 18.1 |
| 20050331 | 59 | 9  | 5  | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4.98 | 7.46  | 902.1  | 23.8 | 77 | 62 | 1.5 | 308.6 | 20   |
| 20050401 | 60 | 14 | 10 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 4.42 | 7.47  | 901.71 | 24.9 | 71 | 69 | 1.3 | 0     | 20.2 |
| 20050402 | 61 | 7  | 2  | 5 | 5 | 1 | 1 | 0 | 4.54 | 6.27  | 901.97 | 24   | 78 | 72 | 1.4 | 0     | 20.7 |
| 20050403 | 62 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.6  | 4.48  | 902.65 | 24   | 80 | 63 | 1.2 | 0     | 20.5 |
| 20050404 | 63 | 7  | 4  | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4.62 | 9.28  | 900.52 | 25.1 | 76 | 66 | 1.4 | 0     | 20.4 |
| 20050405 | 64 | 6  | 4  | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 | 4.88 | 7     | 900.44 | 25.5 | 74 | 71 | 1.3 | 0     | 21.1 |
| 20050406 | 65 | 4  | 2  | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4.9  | 8.74  | 901.27 | 24.3 | 78 | 54 | 1.4 | 0     | 21.5 |
| 20050407 | 66 | 16 | 7  | 9 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5.12 | 7.95  | 901.74 | 24.9 | 76 | 65 | 1.3 | 0     | 21.3 |
| 20050408 | 67 | 3  | 1  | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5.25 | 8.17  | 900.93 | 25.3 | 75 | 61 | 1.3 | 0     | 21.5 |
| 20050409 | 68 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.67 | 7.42  | 900.72 | 24.5 | 78 | 54 | 1.2 | 0     | 20.9 |
| 20050410 | 69 | 1  | 0  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.94 | 5.39  | 900.4  | 26.3 | 77 | 71 | 1.6 | 77.7  | 19.8 |
| 20050411 | 70 | 5  | 2  | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 5.51 | 11    | 900.84 | 23.7 | 89 | 69 | 1.1 | 298   | 20.6 |
| 20050412 | 71 | 4  | 3  | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5.03 | 8.46  | 900.41 | 24.3 | 83 | 64 | 1.2 | 476.1 | 19.3 |
| 20050413 | 72 | 5  | 3  | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 5.29 | 9.51  | 899.57 | 25.7 | 81 | 61 | 1.1 | 514.9 | 20.7 |
| 20050414 | 73 | 6  | 6  | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5.19 | 8.06  | 899.49 | 25.3 | 83 | 72 | 1.4 | 349.3 | 21.3 |
| 20050415 | 74 | 9  | 7  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 5.96 | 10.26 | 899.74 | 25.5 | 83 | 57 | 1.3 | 422.1 | 20.9 |
| 20050416 | 75 | 4  | 3  | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4.9  | 7.49  | 899.92 | 25.9 | 79 | 62 | 1.1 | 453.4 | 20.3 |

|          |     |    |   |    |   |   |   |   |      |       |        |      |    |    |     |       |      |
|----------|-----|----|---|----|---|---|---|---|------|-------|--------|------|----|----|-----|-------|------|
| 20050417 | 76  | 3  | 2 | 1  | 0 | 1 | 1 | 1 | 4.14 | 5.55  | 901.31 | 25   | 83 | 61 | 1.9 | 370.9 | 21.4 |
| 20050418 | 77  | 7  | 4 | 3  | 3 | 0 | 0 | 0 | 5.61 | 8.61  | 901.46 | 24.7 | 85 | 69 | 1.2 | 373.8 | 20.4 |
| 20050419 | 78  | 12 | 9 | 3  | 7 | 2 | 1 | 1 | 5.26 | 11.33 | 900.42 | 25.9 | 78 | 78 | 1.6 | 415.8 | 20.1 |
| 20050420 | 79  | 8  | 3 | 5  | 3 | 2 | 1 | 1 | 5.64 | 9.42  | 902.49 | 23.5 | 89 | 63 | 1.7 | 279.8 | 20.7 |
| 20050421 | 80  | 16 | 7 | 9  | 6 | 2 | 1 | 3 | 6.25 | 10.34 | 903.12 | 22.8 | 90 | 51 | 1   | 278.1 | 20.1 |
| 20050422 | 81  | 6  | 4 | 2  | 0 | 3 | 0 | 0 | 5.53 | 8.13  | 902.13 | 24.7 | 84 | 75 | 1.5 | 418.2 | 20.3 |
| 20050423 | 82  | 2  | 1 | 1  | 0 | 0 | 0 | 2 | 5.4  | 6.84  | 902.79 | 24.1 | 89 | 64 | 1.6 | 369.9 | 21.2 |
| 20050424 | 83  | 1  | 1 | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 | 4.03 | 5.22  | 903.81 | 23.8 | 83 | 93 | 2   | 421.3 | 19.9 |
| 20050425 | 84  | 10 | 3 | 7  | 4 | 2 | 1 | 3 | 5.51 | 10.22 | 903.87 | 23.9 | 84 | 69 | 1.3 | 446.5 | 20.1 |
| 20050426 | 85  | 3  | 1 | 2  | 1 | 1 | 0 | 0 | 5.58 | 9.54  | 904.02 | 23.8 | 86 | 75 | 1.4 | 427.2 | 20.2 |
| 20050427 | 86  | 6  | 3 | 3  | 1 | 1 | 1 | 1 | 5.46 | 3.5   | 903.66 | 24.5 | 84 | 78 | 1.4 | 371.5 | 20.8 |
| 20050428 | 87  | 8  | 5 | 3  | 4 | 0 | 0 | 2 | 5.59 | 8.39  | 903.95 | 24.6 | 82 | 76 | 1.6 | 446.9 | 20.5 |
| 20050429 | 88  | 7  | 2 | 5  | 1 | 1 | 0 | 2 | 5.94 | 9.92  | 903.57 | 24.7 | 82 | 74 | 1.6 | 444.2 | 20.5 |
| 20050430 | 89  | 1  | 1 | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 5.16 | 6.49  | 904.5  | 24.1 | 84 | 64 | 1.6 | 422.9 | 20.8 |
| 20050501 | 90  | 1  | 1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 4.28 | 5.05  | 903.74 | 24.7 | 80 | 70 | 1.5 | 480   | 19   |
| 20050502 | 91  | 11 | 5 | 6  | 6 | 0 | 3 | 0 | 5.23 | 8.02  | 904.26 | 23.5 | 87 | 79 | 1.6 | 433.3 | 19.8 |
| 20050503 | 92  | 8  | 5 | 3  | 2 | 1 | 0 | 3 | 5.35 | 8.09  | 904.85 | 23.3 | 84 | 70 | 1.5 | 446.3 | 19.7 |
| 20050504 | 93  | 6  | 3 | 3  | 1 | 1 | 2 | 1 | 5.85 | 8.98  | 904.17 | 23.6 | 84 | 73 | 1.3 | 456.4 | 19.1 |
| 20050505 | 94  | 13 | 2 | 11 | 0 | 4 | 7 | 1 | 5.99 | 9.54  | 903.94 | 24.2 | 84 | 91 | 1.5 | 431   | 20.4 |
| 20050506 | 95  | 9  | 5 | 4  | 0 | 2 | 1 | 1 | 6.84 | 10.99 | 903.43 | 23.9 | 86 | 59 | 0   | 471.3 | 19.9 |
| 20050507 | 96  | 2  | 1 | 1  | 1 | 1 | 0 | 0 | 6.33 | 9.5   | 901.44 | 25.1 | 83 | 81 | 0.8 | 522.5 | 20.3 |
| 20050508 | 97  | 1  | 1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.19 | 7.16  | 901.58 | 24.6 | 84 | 69 | 0.5 | 398   | 20.6 |
| 20050509 | 98  | 1  | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 | 4.47 | 5.68  | 901.37 | 24.6 | 85 | 74 | 1.1 | 446.4 | 20.8 |
| 20050510 | 99  | 10 | 7 | 3  | 3 | 2 | 0 | 3 | 6.68 | 10.97 | 900.13 | 25.2 | 85 | 70 | 1   | 516.9 | 20.8 |
| 20050511 | 100 | 9  | 4 | 5  | 4 | 0 | 2 | 1 | 6.44 | 9.54  | 898.43 | 25.2 | 85 | 60 | 0.6 | 393.9 | 20.9 |
| 20050512 | 101 | 7  | 2 | 5  | 1 | 1 | 1 | 3 | 6.42 | 11.42 | 899.01 | 25.7 | 82 | 75 | 0.7 | 440.8 | 20.9 |
| 20050513 | 102 | 6  | 1 | 5  | 0 | 3 | 2 | 1 | 6.91 | 11.96 | 899.38 | 25.6 | 83 | 70 | 0.4 | 300.2 | 22.4 |
| 20050514 | 103 | 2  | 1 | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 6.86 | 10.84 | 901.59 | 21.6 | 99 | 75 | 0.1 | 97.3  | 20.4 |
| 20050515 | 104 | 2  | 1 | 1  | 1 | 1 | 0 | 0 | 5.41 | 6.7   | 901.97 | 23.3 | 90 | 69 | 0.1 | 476.9 | 20.5 |
| 20050516 | 105 | 8  | 1 | 7  | 2 | 1 | 0 | 1 | 7.22 | 14.07 | 902.37 | 23.1 | 90 | 64 | 0   | 460.5 | 19.7 |
| 20050517 | 106 | 5  | 3 | 2  | 4 | 1 | 0 | 0 | 6.63 | 10.53 | 903.19 | 22.9 | 91 | 72 | 0.1 | 396.9 | 20.1 |
| 20050518 | 107 | 8  | 5 | 3  | 2 | 1 | 1 | 3 | 6.16 | 10.91 | 902.95 | 23.6 | 85 | 71 | 0.3 | 500.1 | 19.8 |
| 20050519 | 108 | 3  | 0 | 3  | 0 | 0 | 0 | 1 | 6.89 | 10.75 | 902.34 | 23.5 | 90 | 68 | 0   | 281.2 | 20.7 |
| 20050520 | 109 | 5  | 1 | 4  | 1 | 2 | 1 | 1 | 6.37 | 11.21 | 902.31 | 24.2 | 83 | 63 | 0.5 | 532.5 | 19.4 |
| 20050521 | 110 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.32 | 9.05  | 903.39 | 23.5 | 86 | 72 | 1.2 | 429.3 | 19.4 |
| 20050522 | 111 | 3  | 1 | 2  | 2 | 1 | 0 | 0 | 4.96 | 6.26  | 903.92 | 23.2 | 86 | 83 | 1   | 380.9 | 20.1 |
| 20050523 | 112 | 8  | 4 | 4  | 2 | 2 | 2 | 1 | 6.94 | 12.77 | 905.46 | 21.1 | 96 | 71 | 0.3 | 187.7 | 18.9 |
| 20050524 | 113 | 6  | 3 | 3  | 2 | 1 | 2 | 1 | 6.61 | 11.37 | 903.96 | 23   | 85 | 57 | 0.7 | 485.3 | 18.5 |
| 20050525 | 114 | 10 | 3 | 7  | 5 | 1 | 1 | 2 | 6.6  | 10.43 | 902.77 | 23.6 | 86 | 71 | 0.7 | 388.1 | 20.2 |
| 20050526 | 115 | 8  | 4 | 4  | 2 | 1 | 1 | 1 | 6.53 | 9.36  | 902.63 | 24.3 | 84 | 75 | 0.8 | 452.9 | 19.6 |

|          |     |    |    |   |   |   |   |    |      |       |        |      |    |    |     |       |      |
|----------|-----|----|----|---|---|---|---|----|------|-------|--------|------|----|----|-----|-------|------|
| 20050527 | 116 | 4  | 4  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 6.72 | 10.38 | 902.52 | 24.1 | 85 | 58 | 0.4 | 420.9 | 20   |
| 20050528 | 117 | 2  | 1  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 6.38 | 9.36  | 901.64 | 24.4 | 84 | 59 | 0.6 | 453.5 | 19.8 |
| 20050529 | 118 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 4.93 | 5.77  | 900.62 | 24.8 | 80 | 78 | 0.9 | 529.9 | 19   |
| 20050530 | 119 | 3  | 2  | 1 | 3 | 0 | 0 | 0  | 4.85 | 5.39  | 900.49 | 24.2 | 85 | 59 | 0.1 | 368.6 | 19.5 |
| 20050531 | 120 | 5  | 4  | 1 | 2 | 3 | 0 | 0  | 6.9  | 13.41 | 901.43 | 24   | 88 | 67 | 0   | 350.5 | 19.7 |
| 20050601 | 121 | 17 | 9  | 8 | 3 | 2 | 2 | 4  | 7.11 | 10.92 | 902.31 | 23.2 | 90 | 69 | 0.1 | 309.1 | 20.3 |
| 20050602 | 122 | 8  | 4  | 4 | 1 | 5 | 1 | 0  | 7.02 | 10.13 | 902.09 | 23.6 | 88 | 51 | 0   | 360.9 | 19.5 |
| 20050603 | 123 | 7  | 5  | 2 | 3 | 1 | 0 | 1  | 7.3  | 11.75 | 900.7  | 24.2 | 85 | 67 | 0   | 431.5 | 19.9 |
| 20050604 | 124 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 6.06 | 9.07  | 900.51 | 24.7 | 83 | 87 | 0   | 391.8 | 19.8 |
| 20050605 | 125 | 3  | 1  | 2 | 0 | 0 | 1 | 0  | 5.41 | 6.59  | 902.16 | 23.1 | 92 | 77 | 0   | 327   | 20.1 |
| 20050606 | 126 | 3  | 2  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 5.21 | 6.64  | 903.15 | 23.5 | 87 | 67 | 0   | 444.4 | 20.4 |
| 20050607 | 127 | 12 | 7  | 5 | 5 | 0 | 4 | 1  | 7.97 | 13.18 | 902.84 | 23.1 | 90 | 54 | 0   | 330.3 | 20.5 |
| 20050608 | 128 | 8  | 3  | 4 | 0 | 1 | 2 | 5  | 7.06 | 12.54 | 901.47 | 23.9 | 87 | 69 | 0   | 394.1 | 19.8 |
| 20050609 | 129 | 11 | 7  | 4 | 4 | 2 | 2 | 1  | 8.02 | 13.07 | 901.96 | 23.2 | 90 | 73 | 0   | 292.7 | 20.5 |
| 20050610 | 130 | 10 | 8  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2  | 7.74 | 12.68 | 902.18 | 23.8 | 88 | 68 | 0   | 291.4 | 20.3 |
| 20050611 | 131 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 6.41 | 9.13  | 902.93 | 23.2 | 88 | 78 | 0   | 306.8 | 19.8 |
| 20050612 | 132 | 1  | 0  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 5.23 | 5.54  | 902.02 | 23.5 | 88 | 62 | 0   | 432   | 19.7 |
| 20050613 | 133 | 13 | 7  | 6 | 3 | 1 | 2 | 4  | 6.54 | 10.21 | 900.62 | 24.9 | 82 | 77 | 0   | 458.5 | 20.5 |
| 20050614 | 134 | 7  | 6  | 1 | 3 | 0 | 1 | 3  | 6.82 | 10.32 | 901.48 | 25.6 | 75 | 81 | 0   | 458.5 | 21.7 |
| 20050615 | 135 | 4  | 3  | 1 | 0 | 2 | 0 | 2  | 6.85 | 10.98 | 902.09 | 25   | 81 | 68 | 0   | 209.3 | 20.8 |
| 20050616 | 136 | 7  | 3  | 4 | 3 | 0 | 1 | 2  | 6.42 | 9.58  | 901.71 | 25.7 | 79 | 69 | 0   | 230.8 | 20.8 |
| 20050617 | 137 | 10 | 7  | 3 | 6 | 1 | 1 | 1  | 7.18 | 10.3  | 902.17 | 24.9 | 82 | 80 | 0   | 184.4 | 20.8 |
| 20050618 | 138 | 2  | 1  | 1 | 1 | 1 | 0 | 0  | 7.12 | 10.34 | 901.72 | 24.1 | 83 | 63 | 0   | 143.2 | 20.1 |
| 20050619 | 139 | 3  | 2  | 1 | 2 | 0 | 1 | 0  | 5.52 | 6.76  | 901.13 | 24.1 | 83 | 69 | 0   | 158.8 | 19.6 |
| 20050620 | 140 | 15 | 10 | 5 | 6 | 2 | 0 | 2  | 7    | 12.38 | 901.86 | 23.6 | 84 | 72 | 0   | 132.2 | 19.6 |
| 20050621 | 141 | 11 | 7  | 4 | 6 | 0 | 2 | 2  | 6.54 | 8.94  | 901.97 | 24.5 | 81 | 76 | 0   | 190.6 | 20.1 |
| 20050622 | 142 | 15 | 9  | 6 | 4 | 3 | 3 | 2  | 6.51 | 11.05 | 902.55 | 24.1 | 83 | 57 | 0   | 201.3 | 19.9 |
| 20050623 | 143 | 10 | 5  | 5 | 2 | 4 | 0 | 3  | 7.22 | 11.71 | 902.75 | 24.3 | 82 | 49 | 0   | 181.5 | 20   |
| 20050624 | 144 | 2  | 1  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 6.99 | 10.48 | 902.17 | 24.7 | 77 | 63 | 0   | 255.7 | 18.2 |
| 20050625 | 145 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 6.46 | 8.94  | 901.76 | 24.2 | 79 | 63 | 0   | 207.9 | 19.4 |
| 20050626 | 146 | 1  | 1  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 5.39 | 7.06  | 901.79 | 25   | 77 | 35 | 0   | 191.2 | 21.1 |
| 20050627 | 147 | 8  | 3  | 5 | 1 | 2 | 1 | 3  | 6.99 | 9.87  | 901.94 | 23.9 | 81 | 62 | 0   | 309.7 | 20.2 |
| 20050628 | 148 | 3  | 2  | 1 | 2 | 1 | 0 | 0  | 7.35 | 11.41 | 901.92 | 22.9 | 84 | 53 | 0   | 218.1 | 19.6 |
| 20050629 | 149 | 7  | 6  | 1 | 3 | 0 | 0 | 2  | 7.46 | 11.16 | 903.43 | 23   | 82 | 51 | 0   | 347.9 | 19.4 |
| 20050630 | 150 | 7  | 0  | 7 | 3 | 2 | 0 | 1  | 7.72 | 12.33 | 904.95 | 24.2 | 78 | 63 | 0   | 422.3 | 19.4 |
| 20050701 | 151 | 22 | 13 | 9 | 8 | 4 | 1 | 5  | 7.5  | 11.36 | 904.05 | 23.6 | 83 | 70 | 0   | 420.8 | 19   |
| 20050702 | 152 | 1  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 6.75 | 9.91  | 904.02 | 24   | 79 | 76 | 0   | 556.2 | 18.5 |
| 20050703 | 153 | 4  | 2  | 2 | 1 | 1 | 3 | -1 | 5.57 | 7.41  | 903.85 | 23.7 | 83 | 50 | 0   | 418.1 | 19.2 |
| 20050704 | 154 | 8  | 5  | 3 | 2 | 1 | 1 | 2  | 5.42 | 6.28  | 904.71 | 24.1 | 79 | 77 | 0   | 486.7 | 19.2 |
| 20050705 | 155 | 4  | 1  | 3 | 2 | 0 | 1 | 1  | 6.97 | 11.02 | 903.45 | 22.6 | 86 | 79 | 0   | 491.3 | 18.1 |

|          |     |    |    |    |   |   |   |   |      |       |        |      |    |    |     |       |      |
|----------|-----|----|----|----|---|---|---|---|------|-------|--------|------|----|----|-----|-------|------|
| 20050706 | 156 | 8  | 5  | 3  | 4 | 1 | 1 | 2 | 7.55 | 12.15 | 904.36 | 24   | 81 | 74 | 0   | 534.4 | 18.6 |
| 20050707 | 157 | 6  | 3  | 3  | 2 | 1 | 3 | 0 | 6.85 | 9.84  | 903.44 | 25.2 | 78 | 71 | 0   | 546.3 | 20.2 |
| 20050708 | 158 | 8  | 6  | 2  | 1 | 2 | 0 | 4 | 6.75 | 9.28  | 902.72 | 24.9 | 77 | 75 | 0   | 572.2 | 19   |
| 20050709 | 159 | 12 | 2  | 10 | 4 | 1 | 3 | 2 | 6.25 | 9.02  | 901.96 | 24.2 | 76 | 68 | 0   | 510.6 | 18.5 |
| 20050710 | 160 | 3  | 1  | 2  | 0 | 1 | 0 | 2 | 5.44 | 6.55  | 901.65 | 23.9 | 78 | 65 | 0   | 572.9 | 18.1 |
| 20050711 | 161 | 15 | 12 | 3  | 4 | 1 | 2 | 4 | 6.46 | 9.93  | 902.31 | 23.7 | 76 | 59 | 0   | 478.8 | 18.8 |
| 20050712 | 162 | 15 | 8  | 7  | 5 | 4 | 1 | 2 | 6.8  | 9.92  | 904.01 | 24.3 | 72 | 60 | 0.7 | 516.8 | 19.1 |
| 20050713 | 163 | 7  | 4  | 3  | 1 | 2 | 0 | 1 | 6.53 | 9.63  | 903.79 | 22.6 | 85 | 63 | 1.7 | 276.1 | 20.4 |
| 20050714 | 164 | 7  | 5  | 2  | 1 | 1 | 3 | 1 | 4.75 | 9     | 903.36 | 22.3 | 88 | 61 | 1.2 | 293.3 | 19.5 |
| 20050715 | 165 | 9  | 5  | 4  | 4 | 1 | 0 | 3 | 3.32 | 6.37  | 903.06 | 23.8 | 82 | 63 | 1.4 | 444.4 | 20   |
| 20050716 | 166 | 2  | 1  | 1  | 0 | 0 | 1 | 0 | 2.57 | 5.44  | 902.34 | 24.4 | 82 | 61 | 1.3 | 450.1 | 20.4 |
| 20050717 | 167 | 1  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.42 | 1.98  | 902.01 | 24.6 | 81 | 65 | 1.7 | 325.4 | 20.9 |
| 20050718 | 168 | 6  | 2  | 4  | 2 | 1 | 0 | 3 | 2.55 | 6.38  | 901.08 | 23.3 | 86 | 63 | 1.5 | 375.6 | 19.4 |
| 20050719 | 169 | 4  | 3  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 2.78 | 6.25  | 901.35 | 24.2 | 81 | 59 | 1.5 | 503   | 20   |
| 20050720 | 170 | 4  | 2  | 2  | 1 | 0 | 0 | 2 | 1.44 | 2.38  | 901.7  | 24.2 | 81 | 72 | 1.5 | 490.9 | 20   |
| 20050721 | 171 | 2  | 1  | 1  | 0 | 0 | 1 | 0 | 2.53 | 4.94  | 902.06 | 24.1 | 83 | 63 | 1.5 | 386.2 | 20.1 |
| 20050722 | 172 | 3  | 1  | 2  | 2 | 0 | 0 | 1 | 3.09 | 6.88  | 902.59 | 24.4 | 79 | 66 | 1.4 | 550.1 | 19   |
| 20050723 | 173 | 3  | 1  | 2  | 1 | 1 | 0 | 0 | 2.28 | 4.21  | 902.89 | 25.6 | 72 | 74 | 1.5 | 587.7 | 19.6 |
| 20050724 | 174 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.44 | 2.49  | 902.15 | 25.8 | 75 | 68 | 1.5 | 586.3 | 20.7 |
| 20050725 | 175 | 5  | 2  | 3  | 2 | 2 | 0 | 1 | 2.46 | 5.68  | 901.62 | 25.2 | 75 | 65 | 1.6 | 579.3 | 17.7 |
| 20050726 | 176 | 4  | 2  | 2  | 1 | 0 | 1 | 1 | 2.53 | 6.68  | 900.12 | 25.7 | 74 | 75 | 1.5 | 562.5 | 18.3 |
| 20050727 | 177 | 5  | 3  | 2  | 2 | 1 | 1 | 0 | 2.59 | 4.79  | 900.08 | 25.2 | 73 | 64 | 1.4 | 458.4 | 19.8 |
| 20050728 | 178 | 4  | 3  | 1  | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.77 | 5.29  | 900.46 | 25.6 | 71 | 58 | 1.6 | 544.6 | 20   |
| 20050729 | 179 | 2  | 2  | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.93 | 6.83  | 900.78 | 24.8 | 76 | 46 | 1.3 | 375.5 | 20.8 |
| 20050730 | 180 | 1  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 2.63 | 4.62  | 901.5  | 24.9 | 74 | 63 | 1.4 | 589.4 | 18.7 |
| 20050731 | 181 | 1  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.66 | 2.69  | 901.3  | 24.6 | 77 | 57 | 1.6 | 392.2 | 18.4 |
| 20050801 | 182 | 5  | 3  | 2  | 1 | 0 | 2 | 1 | 2.98 | 6.22  | 901.9  | 25.6 | 74 | 63 | 1.4 | 514.9 | 20.6 |
| 20050802 | 183 | 6  | 1  | 5  | 2 | 0 | 2 | 1 | 2.9  | 6.18  | 901.64 | 25.4 | 75 | 71 | 1.7 | 416.7 | 19.9 |
| 20050803 | 184 | 9  | 7  | 2  | 1 | 1 | 1 | 3 | 2.49 | 5.66  | 900.99 | 26   | 74 | 80 | 1.7 | 435.7 | 21.8 |
| 20050804 | 185 | 3  | 1  | 2  | 2 | 0 | 0 | 1 | 2.77 | 5.91  | 900.98 | 25.5 | 76 | 68 | 1.6 | 530.8 | 20.2 |
| 20050805 | 186 | 5  | 2  | 3  | 2 | 3 | 0 | 0 | 2.93 | 6.77  | 901.19 | 25.8 | 73 | 65 | 1.7 | 592.2 | 20.1 |
| 20050806 | 187 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.51 | 4.95  | 900.95 | 26.3 | 71 | 80 | 2   | 600.9 | 20   |
| 20050807 | 188 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 2.48  | 901    | 26   | 71 | 83 | 1.9 | 513.1 | 20.4 |
| 20050808 | 189 | 5  | 2  | 3  | 3 | 0 | 1 | 0 | 2.63 | 5.69  | 901.57 | 25.1 | 75 | 72 | 1.5 | 505.3 | 19.9 |
| 20050809 | 190 | 5  | 3  | 2  | 1 | 0 | 1 | 2 | 2.79 | 5.38  | 902.27 | 25.1 | 70 | 68 | 1.6 | 576.5 | 17.6 |
| 20050810 | 191 | 8  | 6  | 2  | 0 | 3 | 3 | 1 | 2.63 | 6.08  | 902.27 | 25   | 78 | 65 | 1.5 | 368.5 | 21   |
| 20050811 | 192 | 5  | 1  | 4  | 2 | 2 | 1 | 0 | 2.85 | 5.47  | 902.65 | 24.5 | 72 | 72 | 1.5 | 483.3 | 17.3 |
| 20050812 | 193 | 10 | 7  | 3  | 4 | 1 | 2 | 2 | 3.16 | 7.06  | 902.43 | 23.9 | 75 | 80 | 1.8 | 352.6 | 18.9 |
| 20050813 | 194 | 2  | 1  | 1  | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.53 | 5.27  | 902.9  | 24.6 | 72 | 59 | 1.3 | 492.6 | 19.2 |
| 20050814 | 195 | 2  | 0  | 2  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.59 | 2.23  | 903.22 | 23.4 | 84 | 74 | 1.7 | 420.4 | 19.1 |

|          |     |    |   |   |   |   |   |   |      |      |        |      |    |    |     |       |      |
|----------|-----|----|---|---|---|---|---|---|------|------|--------|------|----|----|-----|-------|------|
| 20050815 | 196 | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.7  | 2.88 | 903.36 | 23.4 | 85 | 73 | 1.3 | 333.9 | 19.9 |
| 20050816 | 197 | 5  | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.84 | 5.02 | 903.18 | 23.7 | 82 | 64 | 1.6 | 390.6 | 20.3 |
| 20050817 | 198 | 5  | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3.19 | 7.36 | 902.79 | 23.8 | 78 | 66 | 1.4 | 419   | 19.4 |
| 20050818 | 199 | 2  | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3.08 | 5.27 | 903.08 | 24.6 | 79 | 56 | 1.6 | 534.4 | 19.9 |
| 20050819 | 200 | 12 | 5 | 7 | 6 | 1 | 0 | 4 | 3.21 | 5.79 | 902.29 | 24.5 | 74 | 68 | 1.7 | 485.4 | 18.1 |
| 20050820 | 201 | 1  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2.61 | 4.53 | 901.85 | 24.6 | 74 | 67 | 1.6 | 385.2 | 20.3 |
| 20050821 | 202 | 1  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1.75 | 2.32 | 902.36 | 24.2 | 76 | 75 | 1.8 | 500.5 | 19   |
| 20050822 | 203 | 7  | 2 | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2.67 | 4.9  | 902.41 | 24.1 | 81 | 71 | 1.8 | 540.5 | 19.7 |
| 20050823 | 204 | 6  | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.89 | 5.11 | 902.4  | 22.6 | 86 | 60 | 1.4 | 455.4 | 17.9 |
| 20050824 | 205 | 8  | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3.19 | 5.68 | 903.28 | 23.5 | 81 | 64 | 1.5 | 448.8 | 17.8 |
| 20050825 | 206 | 1  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2.73 | 5.71 | 902.96 | 23.2 | 82 | 70 | 1.4 | 310   | 19.1 |
| 20050826 | 207 | 2  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3.51 | 6.45 | 903.21 | 23.1 | 79 | 69 | 1.5 | 522.1 | 16.6 |
| 20050827 | 208 | 2  | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2.48 | 4.4  | 901.84 | 23.5 | 82 | 68 | 1.3 | 365.1 | 19.1 |
| 20050828 | 209 | 3  | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.12 | 3.25 | 901.57 | 24.4 | 79 | 73 | 1.7 | 459.6 | 20.2 |
| 20050829 | 210 | 11 | 8 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3.07 | 6.34 | 902.02 | 24.5 | 78 | 72 | 1.7 | 483.3 | 18.8 |
| 20050830 | 211 | 6  | 4 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 2.94 | 6.68 | 902.15 | 23.9 | 82 | 74 | 1.7 | 533   | 19.6 |

### ANEXO III

## RESULTADOS DEL MODELO LOG-LINEAL. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN CONCENTRACIÓN RESPUESTA

**Cuadro A-1. Regresión General**

|          |            |     |            |                        |  |  |
|----------|------------|-----|------------|------------------------|--|--|
| Source   | SS         | df  | MS         | Number of obs = 153    |  |  |
| Model    | 34.2047585 | 4   | 8.55118962 | F( 4, 148) = 24.76     |  |  |
| Residual | 51.1161354 | 148 | .345379293 | Prob > F = 0.0000      |  |  |
|          |            |     |            | R-squared = 0.4009     |  |  |
|          |            |     |            | Adj R-squared = 0.3847 |  |  |
| Total    | 85.3208938 | 152 | .56132167  | Root MSE = .58769      |  |  |

|              |           |           |       |       |                      |           |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| logIRA       | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| logCom       | 1.31829   | .1334799  | 9.88  | 0.000 | 1.054517             | 1.582063  |
| logviento1   | .2156303  | .0982764  | 2.19  | 0.030 | .021424              | .4098365  |
| logtempera~1 | -2.233782 | 1.275831  | -1.75 | 0.082 | -4.754982            | .2874167  |
| loghumedad   | -2.873896 | .6433868  | -4.47 | 0.000 | -4.145308            | -1.602485 |
| _cons        | 18.67444  | 5.365754  | 3.48  | 0.001 | 8.071052             | 29.27783  |

|                                               |       |            |          |
|-----------------------------------------------|-------|------------|----------|
| Durbin's alternative test for autocorrelation |       |            |          |
| lags( $\rho$ )                                | F     | df         | Prob > F |
| 1                                             | 0.593 | ( 1, 147 ) | 0.4425   |
| H0: no serial correlation                     |       |            |          |

|                                       |              |              |             |                 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|
| Skewness/kurtosis tests for Normality |              |              |             |                 |
| Variable                              | Pr(Skewness) | Pr(Kurtosis) | adj chi2(2) | joint Prob>chi2 |
| rIRA                                  | 0.195        | 0.460        | 2.26        | 0.3233          |

Fuente: Elaborado por el Autor con base en los cálculos de STATA

**Cuadro A-2. Regresión para la Población Menor de 15 Años**

| Source       | SS         | df        | MS         | Number of obs = 135    |                      |          |
|--------------|------------|-----------|------------|------------------------|----------------------|----------|
| Model        | 9.9681143  | 4         | 2.49202857 | F( 4, 130) = 7.04      |                      |          |
| Residual     | 45.9926247 | 130       | .353789421 | Prob > F = 0.0000      |                      |          |
|              |            |           |            | R-squared = 0.1781     |                      |          |
|              |            |           |            | Adj R-squared = 0.1528 |                      |          |
| Total        | 55.960739  | 134       | .417617456 | Root MSE = .5948       |                      |          |
| logIRAm15    | Coef.      | Std. Err. | t          | P> t                   | [95% Conf. Interval] |          |
| logCom       | .7680171   | .148367   | 5.18       | 0.000                  | .4744908             | 1.061543 |
| logvviento1  | .2313031   | .1032718  | 2.24       | 0.027                  | .0269923             | .435614  |
| logtempera~1 | -2.185095  | 1.370001  | -1.59      | 0.113                  | -4.895479            | .5252892 |
| loghumedad   | -1.011161  | .6814655  | -1.48      | 0.140                  | -2.359359            | .337037  |
| _cons        | 10.83168   | 5.736788  | 1.89       | 0.061                  | -.5178678            | 22.18123 |

| Durbin's alternative test for autocorrelation |       |            |          |
|-----------------------------------------------|-------|------------|----------|
| lags(p)                                       | F     | df         | Prob > F |
| 1                                             | 0.030 | ( 1, 129 ) | 0.8617   |
| H0: no serial correlation                     |       |            |          |

Fuente: Elaborado por el Autor con base en los cálculos de STATA

**Cuadro A-3. Regresión para la Población Mayor de 50 Años**

| Source       | SS         | df        | MS         | Number of obs = 104    |                      |           |
|--------------|------------|-----------|------------|------------------------|----------------------|-----------|
| Model        | 2.66878663 | 4         | .667196659 | F( 4, 99) = 2.74       |                      |           |
| Residual     | 24.0918556 | 99        | .243352077 | Prob > F = 0.0327      |                      |           |
|              |            |           |            | R-squared = 0.0997     |                      |           |
|              |            |           |            | Adj R-squared = 0.0634 |                      |           |
| Total        | 26.7606423 | 103       | .259812061 | Root MSE = .49331      |                      |           |
| logIRAmA50   | Coef.      | Std. Err. | t          | P> t                   | [95% Conf. Interval] |           |
| logCom       | .3465922   | .1342799  | 2.58       | 0.011                  | .0801518             | .6130327  |
| logvviento2  | .1901097   | .1091674  | 1.74       | 0.085                  | -.0265021            | .4067216  |
| logtempera~2 | -2.297506  | 1.258873  | -1.83      | 0.071                  | -4.795383            | .2003716  |
| loghumedad   | -1.338059  | .6590414  | -2.03      | 0.045                  | -2.64574             | -.0303778 |
| _cons        | 12.85289   | 5.285504  | 2.43       | 0.017                  | 2.365306             | 23.34048  |

| Durbin's alternative test for autocorrelation |       |           |          |
|-----------------------------------------------|-------|-----------|----------|
| lags(p)                                       | F     | df        | Prob > F |
| 1                                             | 1.367 | ( 1, 98 ) | 0.2452   |
| H0: no serial correlation                     |       |           |          |

Fuente: Elaborado por el Autor con base en los cálculos de STATA



**Cuadro A-4. Regresión para la Población Femenina**

|              |            |           |            |                        |                      |           |
|--------------|------------|-----------|------------|------------------------|----------------------|-----------|
| Source       | SS         | df        | MS         | Number of obs = 140    |                      |           |
| Model        | 14.5161601 | 4         | 3.62904003 | F( 4, 135) = 9.67      |                      |           |
| Residual     | 50.6393612 | 135       | .375106379 | Prob > F = 0.0000      |                      |           |
| Total        | 65.1555213 | 139       | .468744758 | R-squared = 0.2228     |                      |           |
|              |            |           |            | Adj R-squared = 0.1998 |                      |           |
|              |            |           |            | Root MSE = .61246      |                      |           |
| logIRAF      | Coef.      | Std. Err. | t          | P> t                   | [95% Conf. Interval] |           |
| logCOM       | .979949    | .1622917  | 6.04       | 0.000                  | .6589861             | 1.300912  |
| logvviento1  | .1755354   | .1057116  | 1.66       | 0.099                  | -.0335296            | .3846004  |
| logtempera~1 | -1.251006  | 1.384079  | -0.90      | 0.368                  | -3.988289            | 1.486277  |
| loghumedad   | -2.644671  | .7120714  | -3.71      | 0.000                  | -4.052929            | -1.236412 |
| _cons        | 14.59532   | 5.835977  | 2.50       | 0.014                  | 3.053549             | 26.13708  |

|                                               |       |            |          |
|-----------------------------------------------|-------|------------|----------|
| Durbin's alternative test for autocorrelation |       |            |          |
| lags(p)                                       | F     | df         | Prob > F |
| 1                                             | 1.192 | ( 1, 134 ) | 0.2770   |
| H0: no serial correlation                     |       |            |          |

Fuente: Elaborado por el Autor con base en los cálculos de STATA

**Cuadro A-5. Regresión para la Población Masculina**

|                                               |            |            |            |                        |                      |           |
|-----------------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|----------------------|-----------|
| Source                                        | SS         | df         | MS         | Number of obs = 136    |                      |           |
| Model                                         | 11.6350717 | 4          | 2.90876793 | F( 4, 131) = 8.03      |                      |           |
| Residual                                      | 47.4811883 | 131        | .362451819 | Prob > F = 0.0000      |                      |           |
| Total                                         | 59.11626   | 135        | .437898222 | R-squared = 0.1968     |                      |           |
|                                               |            |            |            | Adj R-squared = 0.1723 |                      |           |
|                                               |            |            |            | Root MSE = .60204      |                      |           |
| logIRAM                                       | Coef.      | Std. Err.  | t          | P> t                   | [95% Conf. Interval] |           |
| logCOM                                        | .8459183   | .152189    | 5.56       | 0.000                  | .5448521             | 1.146984  |
| logvviento1                                   | .2044138   | .1026379   | 1.99       | 0.048                  | .0013716             | .4074561  |
| logtempera~1                                  | -2.433728  | 1.349704   | -1.80      | 0.074                  | -5.103765            | .2363086  |
| loghumedad                                    | -1.528171  | .6915355   | -2.21      | 0.029                  | -2.896194            | -.1601493 |
| _cons                                         | 13.70935   | 5.670836   | 2.42       | 0.017                  | 2.491087             | 24.92762  |
| Durbin's alternative test for autocorrelation |            |            |            |                        |                      |           |
| lags(p)                                       | F          | df         | Prob > F   |                        |                      |           |
| 1                                             | 0.058      | ( 1, 130 ) | 0.8100     |                        |                      |           |
| H0: no serial correlation                     |            |            |            |                        |                      |           |

Fuente: Elaborado por el Autor con base en los cálculos de STATA

## ANEXO IV

### PRUEBA DE RAICES UNITARIAS

|                                                 |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
|-------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|-------|----------------------|--------------------|-----|
| Dickey-Fuller test for unit root                |                |                   |                            |       | Number of obs =      |                    | 185 |
|                                                 | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |       | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |     |
| z(t)                                            | -11.683        | -3.482            |                            |       | -2.884               | -2.574             |     |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000 |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| D.logIRA                                        | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t  | [95% Conf. Interval] |                    |     |
| logIRA                                          | -.8048713      | .0688948          | -11.68                     | 0.000 | -.9408015            | -.6689411          |     |
| L1.                                             | 1.255203       | .1223338          | 10.26                      | 0.000 | 1.013837             | 1.496569           |     |
| _cons                                           |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| . dfuller logIRA, trend regress lags(0)         |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| Dickey-Fuller test for unit root                |                |                   |                            |       | Number of obs =      |                    | 185 |
|                                                 | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |       | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |     |
| z(t)                                            | -11.892        | -4.012            |                            |       | -3.439               | -3.139             |     |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000 |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| D.logIRA                                        | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t  | [95% Conf. Interval] |                    |     |
| logIRA                                          | -.8222475      | .0691407          | -11.89                     | 0.000 | -.9586678            | -.6858272          |     |
| L1.                                             | -.0004972      | .0002748          | -1.81                      | 0.072 | -.0010393            | .0000449           |     |
| _trend                                          |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| _cons                                           | 1.441263       | .1592298          | 9.05                       | 0.000 | 1.127089             | 1.755436           |     |
| . dfuller logIRA, regress lags(1)               |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| Augmented Dickey-Fuller test for unit root      |                |                   |                            |       | Number of obs =      |                    | 169 |
|                                                 | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |       | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |     |
| z(t)                                            | -9.132         | -3.487            |                            |       | -2.885               | -2.575             |     |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000 |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| D.logIRA                                        | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t  | [95% Conf. Interval] |                    |     |
| logIRA                                          | -.8594346      | .0941133          | -9.13                      | 0.000 | -1.045248            | -.6736212          |     |
| L1.                                             | .1529999       | .0722985          | 2.12                       | 0.036 | .0102568             | .2957429           |     |
| LD.                                             |                |                   |                            |       |                      |                    |     |
| _cons                                           | 1.317392       | .160565           | 8.20                       | 0.000 | 1.000379             | 1.634405           |     |

```
. dfuller logCOM, regress lags(0)
```

|                                  |                   |                      |                            |  |                      |                       |     |  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|-----|--|
| Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    |                       | 204 |  |
|                                  | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |     |  |
| z(t)                             | -7.857            | -3.475               |                            |  | -2.883               | -2.573                |     |  |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

|          |          |           |       |       |                      |           |
|----------|----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.logCOM | Coef.    | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| logCOM   |          |           |       |       |                      |           |
| L1.      | -.483356 | .0615218  | -7.86 | 0.000 | -.6046633            | -.3620487 |
| _cons    | .934028  | .1219273  | 7.66  | 0.000 | .6936145             | 1.174442  |

```
. dfuller logCOM, trend regress lags(0)
```

|                                  |                   |                      |                            |  |                      |                       |     |  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|-----|--|
| Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    |                       | 204 |  |
|                                  | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |     |  |
| z(t)                             | -7.840            | -4.005               |                            |  | -3.436               | -3.136                |     |  |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

|          |           |           |       |       |                      |           |
|----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.logCOM | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| logCOM   |           |           |       |       |                      |           |
| L1.      | -.4834802 | .0616701  | -7.84 | 0.000 | -.6050835            | -.3618768 |
| _trend   | -.0000277 | .0001275  | -0.22 | 0.828 | -.0002792            | .0002238  |
| _cons    | .9430689  | .1291246  | 7.30  | 0.000 | .6884564             | 1.197681  |

```
. dfuller logCOM, regress lags(1)
```

|                                            |                   |                      |                            |  |                      |                       |     |  |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|-----|--|
| Augmented Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    |                       | 197 |  |
|                                            | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |     |  |
| z(t)                                       | -6.362            | -3.478               |                            |  | -2.884               | -2.574                |     |  |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

|          |           |           |       |       |                      |           |
|----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.logCOM | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| logCOM   |           |           |       |       |                      |           |
| L1.      | -.4640649 | .0729386  | -6.36 | 0.000 | -.6079193            | -.3202106 |
| LD.      | -.0350801 | .0748582  | -0.47 | 0.640 | -.1827206            | .1125604  |
| _cons    | .8964401  | .1438019  | 6.23  | 0.000 | .6128243             | 1.180056  |

|                                                  |                |                   |                            |               |                      |                    |
|--------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| . dfuller logtemperatural, regress lags(0)       |                |                   |                            |               |                      |                    |
| Dickey-Fuller test for unit root                 |                |                   |                            | Number of obs |                      | = 197              |
|                                                  | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |               | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |
| z(t)                                             | -8.238         | -3.478            |                            |               | -2.884               | -2.574             |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000  |                |                   |                            |               |                      |                    |
| D. logtempera~1                                  | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t          | [95% Conf. Interval] |                    |
| logtempera~1                                     |                |                   |                            |               |                      |                    |
| L1.                                              | -.5142859      | .0624312          | -8.24                      | 0.000         | -.637413             | -.3911588          |
| _cons                                            | 1.64047        | .1992009          | 8.24                       | 0.000         | 1.247605             | 2.033335           |
| . dfuller logtemperatural, trend regress lags(0) |                |                   |                            |               |                      |                    |
| Dickey-Fuller test for unit root                 |                |                   |                            | Number of obs |                      | = 197              |
|                                                  | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |               | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |
| z(t)                                             | -8.242         | -4.008            |                            |               | -3.437               | -3.137             |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000  |                |                   |                            |               |                      |                    |
| D. logtempe~1                                    | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t          | [95% Conf. Interval] |                    |
| logtempera~1                                     |                |                   |                            |               |                      |                    |
| L1.                                              | -.5168999      | .0627145          | -8.24                      | 0.000         | -.6405896            | -.3932102          |
| _trend                                           | -6.95e-06      | .0000124          | -0.56                      | 0.575         | -.0000314            | .0000175           |
| _cons                                            | 1.651018       | .2004354          | 8.24                       | 0.000         | 1.255706             | 2.046331           |
| . dfuller logtemperatural, regress lags(1)       |                |                   |                            |               |                      |                    |
| Augmented Dickey-Fuller test for unit root       |                |                   |                            | Number of obs |                      | = 190              |
|                                                  | Test Statistic | 1% Critical Value | Interpolated Dickey-Fuller |               | 5% Critical Value    | 10% Critical Value |
| z(t)                                             | -6.127         | -3.480            |                            |               | -2.884               | -2.574             |
| Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000  |                |                   |                            |               |                      |                    |
| D. logtempera~1                                  | Coef.          | Std. Err.         | t                          | P> t          | [95% Conf. Interval] |                    |
| logtempera~1                                     |                |                   |                            |               |                      |                    |
| L1.                                              | -.4553717      | .0743251          | -6.13                      | 0.000         | -.6019952            | -.3087482          |
| LD.                                              | -.1155235      | .0731738          | -1.58                      | 0.116         | -.2598757            | .0288286           |
| _cons                                            | 1.452362       | .2371524          | 6.12                       | 0.000         | .9845236             | 1.9202             |

```
. dfuller loghumedad, regress lags(0)
```

|                                  |                   |                      |                            |  |                      |                       |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|
| Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    | 204                   |
|                                  | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |
| Z(t)                             | -5.992            | -3.475               |                            |  | -2.883               | -2.573                |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

|              |           |           |       |       |                      |           |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.loghumedad | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| loghumedad   |           |           |       |       |                      |           |
| L1.          | -.2895081 | .0483123  | -5.99 | 0.000 | -.3847692            | -.1942469 |
| _cons        | 1.265685  | .2110328  | 6.00  | 0.000 | .8495751             | 1.681794  |

```
. dfuller loghumedad, trend regress lags(0)
```

|                                  |                   |                      |                            |  |                      |                       |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|
| Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    | 204                   |
|                                  | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |
| Z(t)                             | -6.228            | -4.005               |                            |  | -3.436               | -3.136                |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

|              |           |           |       |       |                      |           |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.loghumedad | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| loghumedad   |           |           |       |       |                      |           |
| L1.          | -.3146956 | .0505321  | -6.23 | 0.000 | -.4143366            | -.2150545 |
| _trend       | .0000354  | .0000217  | 1.63  | 0.104 | -7.39e-06            | .0000781  |
| _cons        | 1.364439  | .2187172  | 6.24  | 0.000 | .9331649             | 1.795714  |

```
. dfuller loghumedad, regress lags(1)
```

|                                            |                   |                      |                            |  |                      |                       |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|
| Augmented Dickey-Fuller test for unit root |                   |                      | Number of obs              |  | =                    | 197                   |
|                                            | Test<br>Statistic | 1% Critical<br>Value | Interpolated Dickey-Fuller |  | 5% Critical<br>Value | 10% Critical<br>Value |
| Z(t)                                       | -4.341            | -3.478               |                            |  | -2.884               | -2.574                |

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0004

|              |           |           |       |       |                      |           |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| D.loghumedad | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
| loghumedad   |           |           |       |       |                      |           |
| L1.          | -.2223644 | .0512242  | -4.34 | 0.000 | -.3233922            | -.1213365 |
| LD.          | -.2639962 | .0678466  | -3.89 | 0.000 | -.3978079            | -.1301846 |
| _cons        | .9725377  | .2237781  | 4.35  | 0.000 | .5311874             | 1.413888  |