



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

IX FORUM “RESULTADOS DE INVESTIGACION ECONOMICA SOBRE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES”

EL COSTO DE LA CONTAMINACION DEL AIRE POR PM_{10} EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA: UN ANALISIS EXPLORATORIO

Flor Rivera

frivera@lamolina.edu.pe

Organizado por:



MAESTRÍA EN ECONOMÍA DE RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE

Financiado por:

LA COOPERACIÓN BELGA
AL DESARROLLO



Con la participación de:



CTB AGENCIA BELGA
DE DESARROLLO



APCI

Agencia Peruana de Cooperación Internacional

Operado por:



CIES
consorcio de investigación
económica y social

Justificación

- El crecimiento económico provocaría también genera daño ambiental.
- Existen pocos estudios que analizaron este tema para el Perú. Kröger (2002) y Miranda (2006) estimaron para el caso de la contaminación en la calidad del aire por PM_{10} .
- Las altas concentraciones de material particulado en el aire (PM_{10}) es el principal causante de esta contaminación (SENAMHI, 2010) afectando directamente al bienestar humano, las cuales se relacionan con enfermedades respiratorias y cardiovasculares (OMS,2011).
- Estas concentraciones son generadas principalmente por el sector transporte, responsable de un 70 a 80% (PISA, 2005).
- Por ello, CCA es de esperarse que se acentúe, principalmente en la ciudad de Lima Metropolitana debido al elevado volumen del parque automotor.

Objetivos

1. Evaluar el costo del daño ambiental de la salud de la población en Lima Metropolitana para el periodo de 1994-2011.
2. Dadas las limitaciones de información y de forma exploratoria, se propone efectuar este cálculo para PM_{10} .
3. Evaluar opciones de gestión ambiental en un esquema de acciones beneficio-costos.

Metodología

Costo de la contaminación ambiental (CCA) por PM_{10}

$$CCA_t = CTMt_t + CTMb_t$$



Costo total anual de
mortalidad por
 PM_{10}



Costo total anual de
morbilidad por
 PM_{10}

Metodología

Costo total anual de mortalidad por PM₁₀

$$CTMt_t = \left[\int_{t=E_{pp}}^{E_v} S \cdot e^{-r(E_v - E_{pp})t} dt \right] \cdot [\Delta KMt_t]$$

$\Delta KMt_t = (\beta_{Mt}) \cdot \left(\frac{\Delta PM_{10}}{100} \right) \cdot (TM_t) \cdot (PobEx_t)$

Donde:

- Epp: Edad promedio ponderada de la población expuesta al PM₁₀ en el periodo t
- Ev: Esperanza de vida promedio de un individuo en el área en estudio
- S: Salario mínimo vital de la población expuesta al PM₁₀
- R: Tasa de descuento social
- ΔKMt_t: Variación del número de casos de mortalidad de la población expuesta al PM₁₀

Donde:

- β_{Mt}: Pendiente de la función dosis-respuesta para mortalidad, según el escenario alto, medio y bajo (0.336, 0.10 y 0.0864)
- ΔPM₁₀: resta del PM10 actual menos el PM10 (ECA=50 µg/m³) D.S. 074-2001-PCM
- TM_t: Tasa de mortalidad humana de la población expuesta en el tiempo t.
- PobEx_t: Población humana expuesta en el tiempo t.

Metodología

Costo total anual de morbilidad por PM_{10}

$$\rightarrow CTMb_t = \left[\int_{t=E_{pp}}^{E_v} S \cdot e^{-r(E_v - E_{pp})t} dt \right] \cdot [\Delta KMb_t]$$

Funciones dosis-respuesta asociados a la concentración de PM_{10} ($\mu g/m^3$) por tipo de efectos en la salud humana

Variación del número total de casos anuales (ΔKMb_t)

$$\begin{aligned} \Delta KMb_a &= (\beta_a) \cdot (a/PobT) \cdot (\Delta PM_{10}/100) \cdot (PobEx) \\ \Delta KMb_b &= (\beta_b) \cdot (b/PobT) \cdot (\Delta PM_{10}/100) \cdot (PobEx) \\ \Delta KMb_c &= (\beta_c) \cdot (\Delta PM_{10}) \cdot (PobAd) \\ \Delta KMb_d &= (\beta_d) \cdot (\Delta PM_{10}) \cdot (TC) \cdot (PobN) \\ \Delta KMb_e &= (\beta_e) \cdot (\Delta PM_{10}) \cdot (Pob_{>25 años}) \\ \Delta KMb_f &= (\beta_f) \cdot (\Delta PM_{10}) \cdot (PobEx) \\ \Delta KMb_g &= (\beta_g) \cdot (\Delta PM_{10}) \cdot (0.047) \cdot (PobEx) \end{aligned}$$

Fuente: Sánchez (1997), Kröger (2002) y Ostro (2004).

Variación del número de casos de morbilidad de la población expuesta al PM_{10}

Efectos en la salud humana Asociado a partículas en suspensión PM_{10}

Código	Efectos en la salud humana	Pendiente de la función dosis-respuesta (β_{Mb})		
		Escenarios		
		Alto	Medio	Bajo
a)	Cambio en admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias	$\beta_a = 0.000788$	$\beta_a = 0.000673$	$\beta_a = 0.000588$
b)	Cambio en admisiones hospitalarias por enfermedades cardiovasculares	$\beta_b = 0.00079$	$\beta_b = 0.00064$	$\beta_b = 0.00048$
c)	Días de actividad restringidas	$\beta_c = 0.0238$	$\beta_c = 0.0168$	$\beta_c = 0.0097$
d)	Enfermedades respiratorias bajas en niños (Bronquitis y tos)	$\beta_d = 0.0016$	$\beta_d = 0.0011$	$\beta_d = 0.0007$
e)	Bronquitis crónica	$\beta_e = 0.000093$	$\beta_e = 0.000061$	$\beta_e = 0.00003$
f)	Síntomas respiratorios agudos	$\beta_f = 0.2555$	$\beta_f = 0.1697$	$\beta_f = 0.0803$
g)	Ataque de asma	$\beta_g = 0.1971$	$\beta_g = 0.0584$	$\beta_g = 0.0329$

Fuente: Sánchez (1997), Kröger (2002) y Ostro (2004).

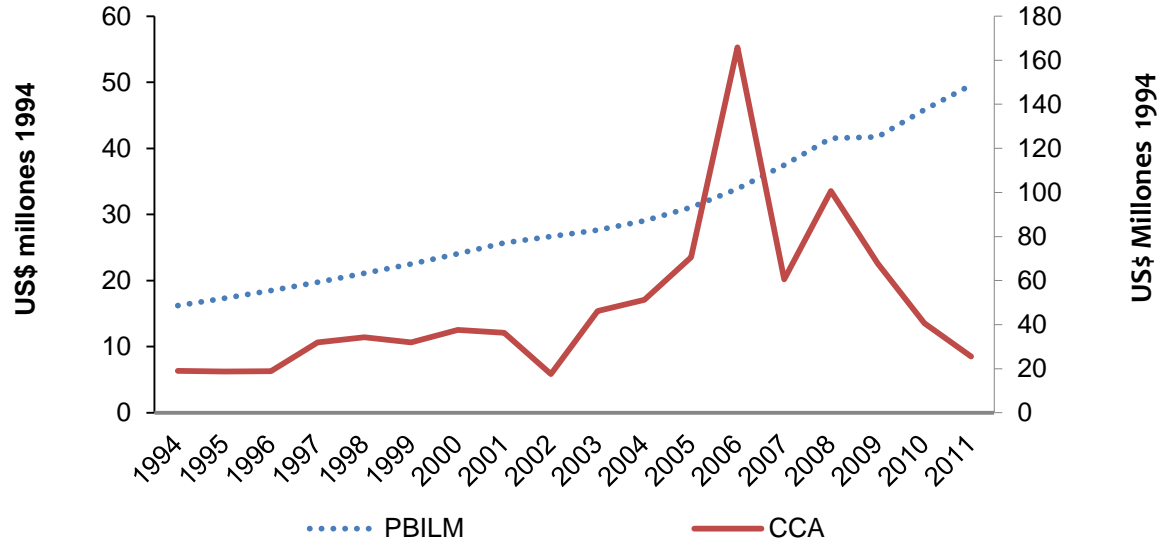
RATIO DEL COSTO MORBILIDAD Y MORTALIDAD

Ratio (CTMb/CTM) por escenario:	Alto	Medio	Bajo
	6.816	8.036	6.286

Fuente: En base a Miranda (2006)

Resultados

Grafico 1: PIBLM y CCA (US\$ millones 1994)



Periodo: $CCA_{1994} = \text{US\$ } 19 \text{ millones}$
 $CCA_{1999} = \text{US\$ } 31.93 \text{ millones}$



$PM_{10} = 72.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$

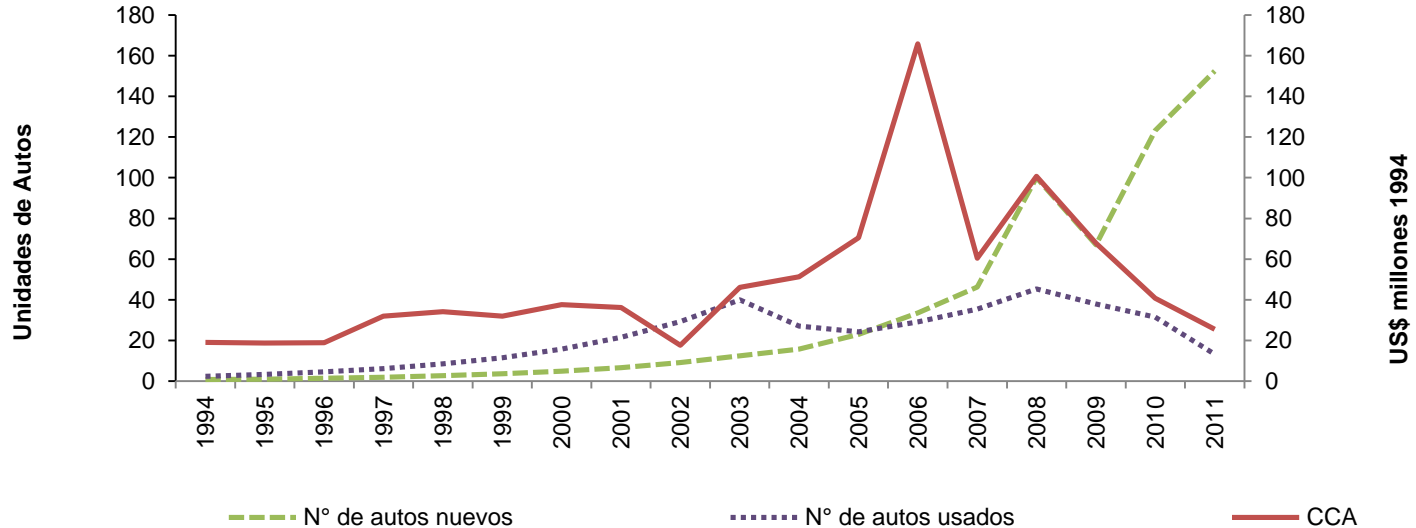
Periodo: $CCA_{2002} = \text{US\$ } 17.61 \text{ millones}$



$PM_{10} = 60.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Resultados

Grafico 2: Importación del número de vehículos nuevos, usados y CCA (US\$ millones 1994)



Año 2003 , el parque automotor se incremento en 60% con respecto 1994, donde 70% circula en el Lima .



Mayor importación de Vehículos usados equivalente a 39 mil unidades

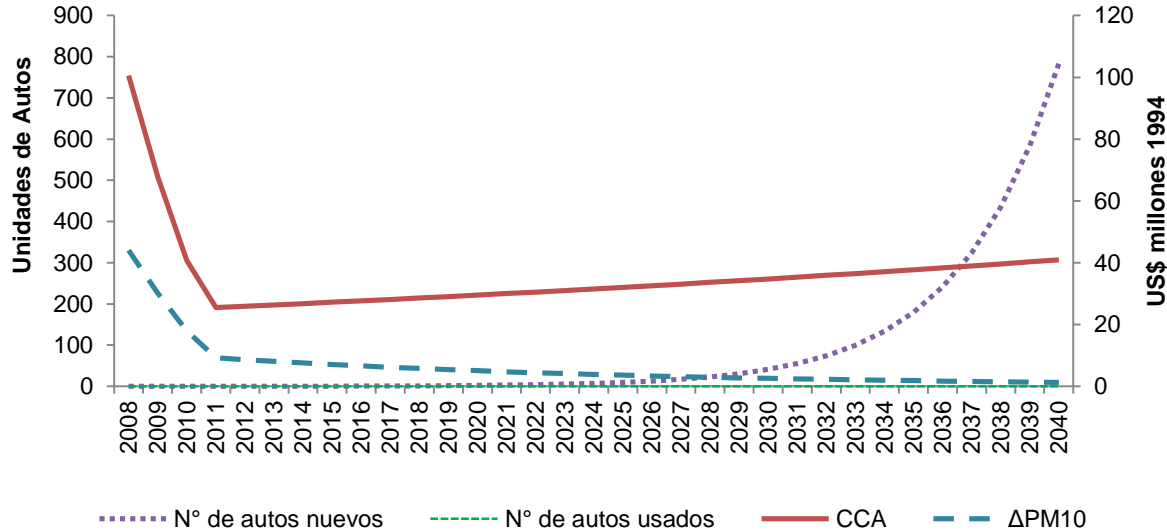
Año 2006 se alcanzo el mayor CCA igual US\$ 165.70 millones



PM 10 = 126.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superando al ECA (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Resultados

Grafico 3: Importación del número de vehículos nuevos, usados y CCA proyectados (2011-2040)



Año 2011, entro en vigencia la Ley 29303 y la importación de vehículos nuevos fue del 92% del total



Menor concentración de PM 10 = 59.29 µg/m³

Largo plazo → Mayor poder adquisitivo → Renovación o compra de mas autos → Aumente el CCA

Conclusiones

- En un periodo de largo plazo de 30 años, el CCA aumentará levemente conforme la importación de vehículos nuevos aumente. Para evitar este incremento, el estado deberá complementar nuevas medidas correctivas de política ambiental para reducir los niveles de contaminación y en consecuencia el CCA que afecta principalmente el bienestar humano.
- El Estado de un mayor énfasis a la renovación del parque automotor, como por ejemplo ofrecer incentivos económicos para que las empresas renueven su flota utilizando gas natural vehicular (GNV).
- Asimismo, establecer una ley que obligue el uso del GNV para modernizar el parque y emitir menos contaminantes y contribuir a la salud de la población.

Recomendaciones

- Mejores resultados pueden obtenerse en la medida que funciones dosis-respuesta sean construidas con mayor información específica de la sociedad peruana, y para las principales ciudades del país.
- Naturalmente, esto requiere mayor financiamiento no solo para realizar monitoreos de la calidad del aire en diversas ciudades tanto de PM_{10} como de otros elementos contaminantes, sino también para recoger información sobre casos de mortalidad y morbilidad vinculados a tales elementos.
- Asimismo, establecer medidas prioritarias de acción de corto y mediano plazo para la reducción de emisiones de contaminantes al aire. Por ejemplo, la ampliación del tren eléctrico para reducir el volumen de vehículos del parque automotor y el congestionamiento del mismo.
- Propiciar mecanismos que permitan determinar y vigilar sostenidamente la calidad del aire en Lima, así como las emisiones de contaminantes que en ellas se originan.
- Asimismo, implementar programas de monitoreo para medir la eficiencia en la ejecución de las medidas de manejo establecidas por las entidades correspondiente para evitar la contaminación del aire.

Gracias