

Estudios de Co - Beneficios del Instituto Nacional de Ecología

Patricia Osnaya

y

Miriam Zuk

Taller sobre Modelación Económica y
Ambiental México-Estados Unidos

11-12 de julio, 2005

Contenido

☉ Antecedentes

☉ Proyectos del IES

Co - Control y Co – Beneficios

- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Conclusiones

- 1) Gestión de la calidad del aire local – PROAIRE y su revisión cada dos años.
- 2) Cambio Climático– existe interés nacional e internacional en reducir las emisiones de GEI en México.
- 3) Investigaciones internacionales sobre Co-beneficios.

Antecedentes (2)

Local

SO_x, NO_x, HC, CO, PST, PM₁₀

- Carbono de bajo azufre
- Controles en la industria
- Convertidores catalíticos
- I&M
- Trampas de partículas diesel
- Controles de emisiones evaporativas



Conjunto

- Combust. limpios:
madera > carbono > comb. > gas > renov.
- Eficiencia energética
- Impuestos carbono y energéticos
- Transporte público
- Uso del suelo
- Retiro de vehículos viejos



Global

CO₂, CH₄, N₂O, SF₆

- Secuestro de carbono
- Manejo forestal
- Control de otros GEI (CH₄, N₂O, CFCs, SF₆)
- Geoingeniería



Meta y objetivos – Co-Control

Control Conjunto de la Contaminación Atmosférica Urbana y de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México

Coordinado por el Dr. Jason West en 2002 y con fondos del programa de Estrategias Ambientales Integradas (IES) de la USEPA y de NREL.

“ Apoyar la capacidad en México y en la CAM para analizar y desarrollar políticas frente a la contaminación urbana del aire y el cambio climático en una manera integral ”

Desarrollar y aplicar métodos cuantitativos de análisis de políticas, basados en Programación Lineal (**L**inear **P**rogramming) y Programación por Metas (**G**oal **P**rogramming), para evaluar programas de mínimo costo que permitan cumplir con metas de reducción simultánea de contaminantes locales y globales:

- Una herramienta que la CAM puede usar para informar decisiones.
- Explorar las relaciones entre los controles de emisiones de contaminantes locales y de GEI.
- Desarrollar métodos de análisis complementarios a los de Co-beneficios.

Metodología Co-Control (1)

1. Construcción de una base armonizada de datos de las medidas (costos y reducciones de emisiones) .
2. Uso de la Programación Lineal (Linear Programming, LP) para analizar combinaciones de medidas que permitan alcanzar metas de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos urbanos y de CO₂, al menor costo.

→ Costo (Urbano + Global) < Costo (Urbano) + Costo (Global)
3. Uso de Programación por Metas (Goal Programming, GP), ibid.

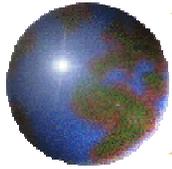
Metodología Co-Control(2)

Construcción de una base armonizada

** Fuentes de datos de las medidas*

- PROAIRE (2002-2010) y COMETRAVI (1999).
- Estudios a nivel nacional sobre medidas de GEI (Sheinbaum, 1997; Sheinbaum y Maserá, 2000).
 - Estudios de otras tecnologías (Financiados por Banco Mundial):
 - Calentadores solares de agua (Quintanilla *et al.*, 2000).
 - Reducción de fugas de gas Ip (TUV Rheinland, 2000).
 - Autobuses eléctricos híbridos (Reporte de Banco Mundial, 2000).

** Proceso abierto de consulta con miembros de la CAM.*



Metodología Co-Control(3)

Construcción de una base armonizada

Medidas	Costo (EUA\$ millones)				Reducción de emisiones (ton/año en 2010)					
	Inver. pública	Inves. privada	Inver. Total	VPN (comb.)	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂

PROAIRE reporta costos de inversión pública y privada y no considera el Valor Presente Neto (VPN). Los estudios de GEI utilizan el VPN y una tasa de descuento de 9%.

Para las medidas elegidas del PROAIRE, no fue posible estimar el VPN considerando todos los cambios de costos de operación y mantenimiento. Se usaron sólo costos de inversión y un **VPN (comb.)** como indicadores.

VPN (comb.) = costos de inversión y gastos de combustible y/o electricidad (2002-2010), y ahorros en 2010 con respecto a la línea base. Tasa descuento de 9%. No se incluyen otros beneficios sociales o ambientales.

Reducciones de emisiones en 2010 con respecto a una línea base (ton/año).

- ⇒ Las medidas son independientes y las emisiones y costos son aditivos.
- ⇒ Es posible implementar la medida a un nivel máximo, es decir hacer más de lo indicado en PROAIRE.

Metodología Co-Control (4)

Programación Lineal y por Metas, LP y GP

LP (optimización por costo mínimo)

Escenario 1: Alcanzar las metas de reducción de emisiones de contaminantes locales (PROAIRE), al menor costo, enfatizando en las medidas más costo-efectivas.

Escenario 2: Alcanzar las metas de reducción de emisiones de CO₂, al menor costo.

Escenario 3: Alcanzar las metas de reducción de emisiones de contaminantes locales (PROAIRE) pero también las de reducciones de emisiones de CO₂.

GP (ponderación de metas múltiples)

"Se quieren reducciones de emisiones de XX ton/año" y además "el costo no deberá ser mayor de \$XX total".

Resultados Co-Control (1)

Costos y emisiones

Medidas	Costo (EUA\$ millones)				Reducción de emisiones (ton/año en 2010)					
	Inver. pública	Inves. privada	Inver. Total	VPN (comb.)	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂
PROAIRE Total	6,529	7,740	14,269		4,913	5,180	591,206	121,096	99,907	
PROAIRE – 22 medidas en este estudio	6,330	7,740	14,070		4,887	972	590,972	115,622	99,880	
Presente estudio – 22 medidas del PROAIRE	9,934	13,025	22,959	7,656	3,767 15.0%	627 1.9%	1,138,167 50.1%	90,698 32.2%	137,259 23.1%	2,246,946 3.1%
Presente estudio – 22 medidas de PROAIRE al nivel máximo	13,041	18,871	31,912	10,645	5,393 21.5%	796 2.4%	1,550,773 68.3%	120,106 42.6%	184,098 31.0%	3,267,473 4.6%
Presente estudio – Medidas de GEI aplicadas a los niveles máximos	1,631	1,695	3,326	-714	321 1.3%	1 0.0%	2,670 0.0%	3,953 1.4%	19,232 3.2%	6,279,621 8.7%
Presente estudio – Todas las medidas a los niveles máximos	14,671	20,556	35,237	9,931	5,714 22.8%	797 2.4%	1,553,443 68.4%	124,059 44.0%	203,330 34.2%	9,547,094 13.3%

Porcentajes con respecto a las emisiones proyectadas para 2010.

Resultados Co-Control (2)

LP

<i>Indicador</i>	<i>Metas locales PROAIRE</i>	<i>5 millones ton/año CO₂</i>	<i>Local + global</i>	<i>Simultáneo local/global</i>
Inversión total	17,815	1,157	18,972	18,321
VPN (comb.)	5,991	-1,248	4,743	5,280
PM ₁₀	4,212	7	4,219	4,203
CO	1,138,167	57	1,138,224	1,138,167
NO _x	90,698	488	90,186	90,698
HC	137,259	2	137,261	137,259
CO ₂	2,459,519	5,000,000	7,459,519	5,000,000

Reducciones de emisiones en ton/año en 2010. Costos en EUA\$millones.

Resultados Co-Control (3)

LP y GP

<i>Indicador</i>	<i>Meta</i>	<i>LP</i> <i>(min. invest.)</i>	<i>Ponderación</i>	<i>GP</i>
Inversión total	16,736	18,585	1.0	20,675
VPN (comb.)	5,601	6,233	0.33	6,629
PM ₁₀	3,326	2,772	9.0	3,192
CO	1,115,703	1,115,703	0.005	1,032,456
NO _x	103,998	86,665	0.02	95,442
HC	140,077	116,731	0.03	109,028
CO ₂		1,991,845		2,399,562

Reducción de emisiones ton/año en 2010. Costos en EUA\$millones.

Ponderación es \$/\$ o EUA\$millones / (ton/año en 2010).

Conclusiones Co-Control (1)

Base armonizada de datos

- 1) Las medidas elegidas del PROAIRE pueden reducir en 3.1% las emisiones de CO₂ en la ZMCM en 2010.
 - 50% viene de medidas para vehículos y 50% para transporte.
 - Los costos y las reducciones de emisiones estimadas resultaron mayores respecto a lo reportado en PROAIRE.

- 2) Las medidas de GEI pueden reducir en 8.7% las emisiones de CO₂ estimadas para 2010. Los cambios en emisiones locales son menores (3.2% HC, 1.4% NO_x).
 - La mayoría de la electricidad consumida se genera fuera de la ZMCM.
 - Muchas de las medidas tienen VPNs negativos.

Conclusiones Co-Control (2)

Aplicación de LP y GP

- 1) Se desarrollaron el LP y GP como herramientas para planear el co-control de múltiples contaminantes (local-global).

- 2) Es posible alcanzar las metas de reducción del PROAIRE a un menor costo, cambiando la prioridad de las medidas.
 - El costo mínimo puede reducirse en 20% (inversión total y VPN (comb.)).
 - No es posible tener resultados a un menor costo porque la mayoría de las medidas del PROAIRE se aplican a un nivel máximo.

- 3) Al incluir medidas de GEI, el VPN(comb.) puede disminuirse significativamente, con reducciones significativas de emisiones de CO₂ .

Conclusiones Co-Control (3)

Gestión de contaminantes locales y globales

- 1) Al aplicar las medidas de GEI, las emisiones de CO₂ pueden reducirse con incrementos en los costos de inversión y disminución del VPN (comb.).
- 2) Los beneficios de planear metas simultáneas de reducción de emisiones de contaminantes locales y globales resultaron muy pequeñas (pero no son cero).
- 3) Aunque una medida puede tener co-beneficios significativos, otras combinaciones de medidas pueden ser mejores para alcanzar metas de reducción de emisión de contaminantes locales y globales.
 - Las medidas que reducen emisiones de CO₂ fuera de la ZMCM también deben considerarse.

Co-control of Urban Air Pollutants and Greenhouse Gases in Mexico City

J. JASON WEST,¹ PATRICIA OSNAYA, ISRAEL LAGUNA, JULIA MARTÍNEZ, AND ADRIÁN FERNÁNDEZ*

Instituto Nacional de Ecología, 5000 Periférico Sur, Delegación Coyoacán, México DF 04530, México

This study addresses the synergies of mitigation measures to control urban air pollutant and greenhouse gas (GHG) emissions, in developing integrated "co-control" strategies for Mexico City. First, existing studies of emissions reduction measures—PROAIRE (the air quality plan for Mexico City) and separate GHG studies—are used to construct a harmonized database of options. Second, linear programming (LP) is developed and applied as a decision-support tool to analyze least-cost strategies for meeting co-control targets for multiple pollutants. We estimate that implementing PROAIRE measures as planned will reduce 3.1% of the 2010 metropolitan CO₂ emissions, in addition to substantial local air pollutant reductions. Applying the LP, PROAIRE emissions reductions can be met at a 20%

of GHG mitigation are substantial, providing supporting motivation for GHG mitigation, and for "win-win" measures that reduce both local pollutant and GHG emissions.

In contrast to this approach, air pollution is what has effectively motivated emission controls historically. Considering air pollution goals, co-benefits studies have often failed to consider other means by which air pollutant emissions could be reduced; certain GHG mitigation measures might have large co-benefits for human health, but applying these measures may not be the best way to achieve the dual goals of reducing air pollutant and GHG emissions. Instead, it might be better to pursue other combinations of measures focused separately toward air pollutants and GHGs.

This study uses linear programming (LP) to address systematically how dual emission control objectives for urban air pollutants and GHGs can best be achieved, and our methods to plan the "co-control" of local and global pollutants are presented as complementary to co-benefits methods. What are the GHG emissions implications of achieving local pollution abatement? What is the set of actions that achieves local air pollutant emissions reduction targets most cost-effectively? What is the incremental cost of also pursuing GHG emissions abatement, beyond air pollution control, and how does the preferred set of options change?

Air Pollution and Climate Change in Mexico City. The Mexico City Metropolitan Area (MCMA) has among the worst air pollution in the world, which causes significant effects on human health, and is primarily transport-based. Two initiatives implemented in the 1990s have successfully reduced

Sinergias del Control de los Contaminantes Atmosféricos Urbanos y de los Gases de Efecto Invernadero

J. Jason West*
Patricia Osnaya, Israel Laguna,
Julia Martínez, y Adrián Fernández**

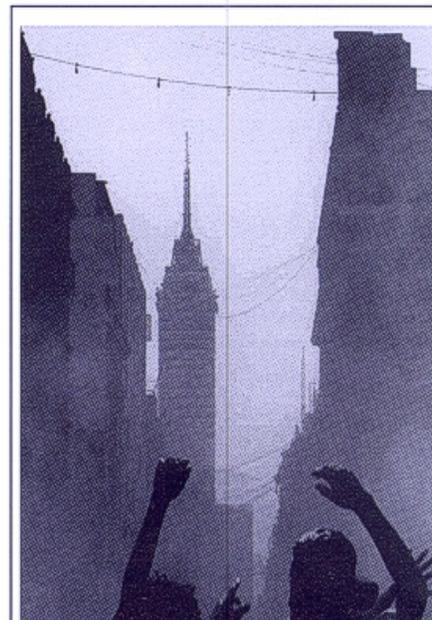
Tanto los contaminantes atmosféricos urbanos como los gases de efecto invernadero (GEI) provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles. Esto sugiere que existen oportunidades para abordar simultáneamente ambos problemas y que se pueden encontrar soluciones comunes a través de la adopción de energías y tecnologías para el transporte limpias. Aún en México, en los Estados Unidos y en otras partes del mundo, la contaminación atmosférica y el cambio climático no han sido fuertemente relacionados; a menudo son abordados bajo diferentes sistemas de leyes e involucran a diferentes oficinas gubernamentales y laboratorios de investigación.

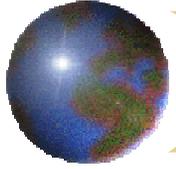
¿En qué medida los problemas de contaminación local y global se relacionan a través de soluciones comunes? ¿En qué medida los gobiernos deben prepararse para abordar simultáneamente estos problemas? Estas preguntas motivaron un estudio reciente denominado "Control conjunto de la contaminación atmosférica urbana y de emisiones de gases de efecto invernadero en la Ciudad de México"¹

En este proyecto se utilizaron los costos y la reducción de emisiones de 22 medidas de control, seleccionadas del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la zona metropolitana del Valle de México, PROAIRE 2002-2010. Para cada una de estas medidas se revisaron cuidadosamente los métodos empleados en la estimación de los costos y la reducción de emisiones y se consideraron cambios en las emisiones de CO₂ debido a su instrumentación. Posteriormente, se analizaron medidas de control de emisiones de CO₂ de estudios de mitigación y se estimaron sus efectos sobre la reducción de contaminantes atmosféricos urbanos en la Ciudad de México. Con la información obtenida se creó una base de datos armonizada de medidas, en la cual se tuvieron en cuenta las emisiones reducidas y los costos utilizando metodologías consistentes.

Los resultados de este análisis sugieren que si las medidas del PROAIRE

El conjunto de las medidas analizadas para mitigar los GEI causan una reducción significativa en las emisiones de CO₂; sin embargo, la reducción de las emisiones de contaminantes locales resulta modesta. Esta baja reducción se debe en parte a que un 80% de la electricidad que se consume en la Ciudad de México se genera fuera del área metropolitana—las medidas de eficiencia eléctrica, por lo tanto, tienen pocos efectos sobre las emisiones de contaminantes locales de la planta eléctrica, pero influyen en las emisiones de un área más amplia. A menudo, estas medidas para mitigar emisiones de GEI tienen costos de inversión elevados, pero valores presentes netos (VPN) negativos,





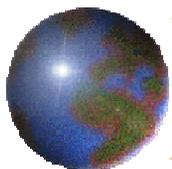
Estudio de Co - Beneficios

“Los Beneficios Locales del control de contaminación global en la ZMVM”

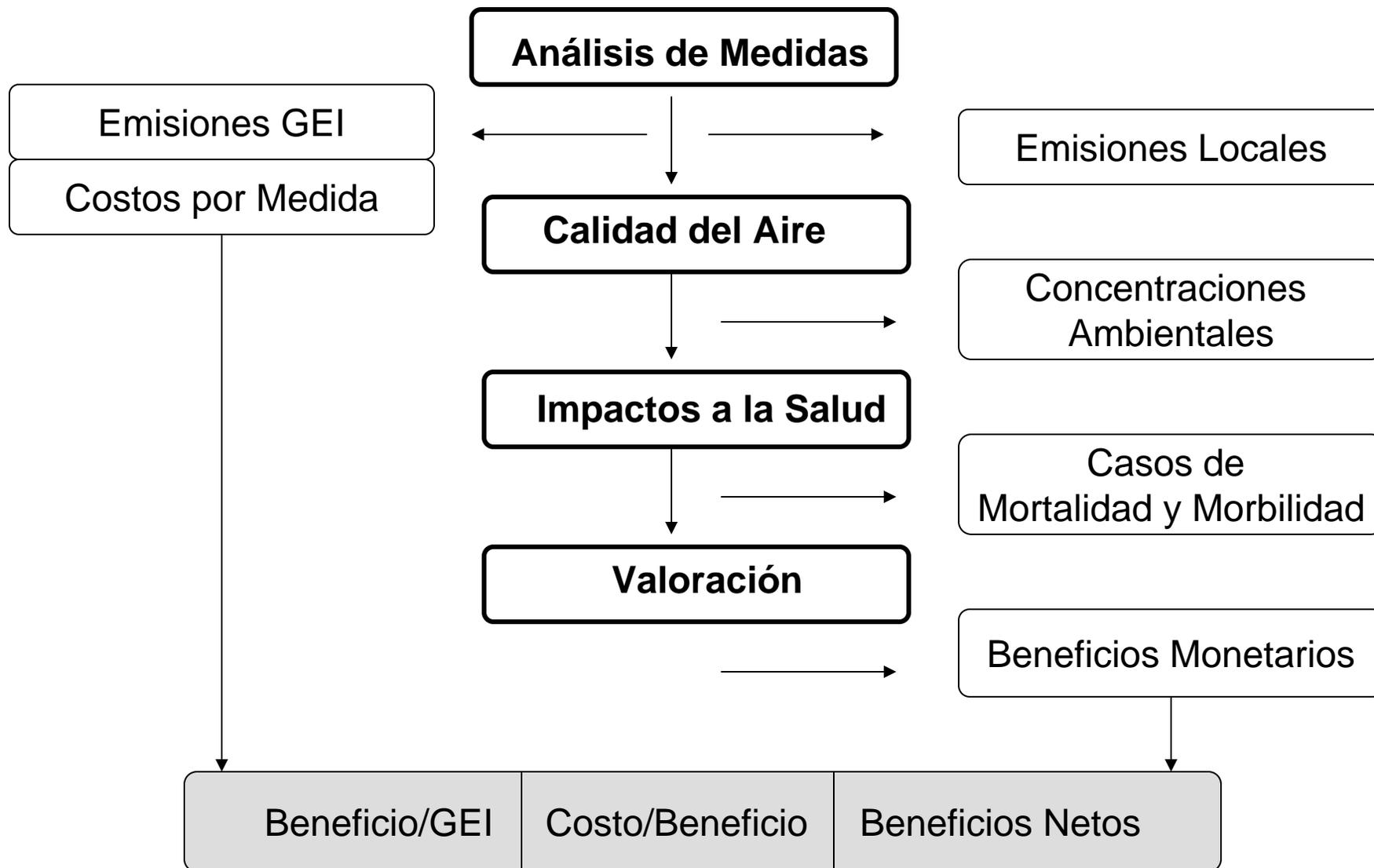
Coordinado por la Dra. Galen Mckinley en 2002-2003 con fondos del programa IES de la EPA con apoyo de FUMEC

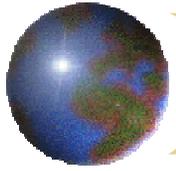
Objetivos

- Cuantificar los beneficios en los GEI y calidad del aire urbano por medidas de control
- Desarrollar una herramienta para el análisis de políticas



Análisis Co-Beneficios





Medidas de control

Análisis de cinco opciones de control 2003-2020:

Transporte

- Renovación de la flota de taxis
- Sustitución de autobuses a diesel por híbridos
- Expansión del metro

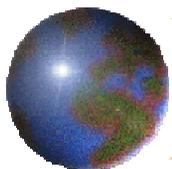


Residencial

- Reparación de fugas de gas LP en estufas

Industrial

- Cogeneración



Metodología Co-Beneficios

Estimación de emisiones y costos

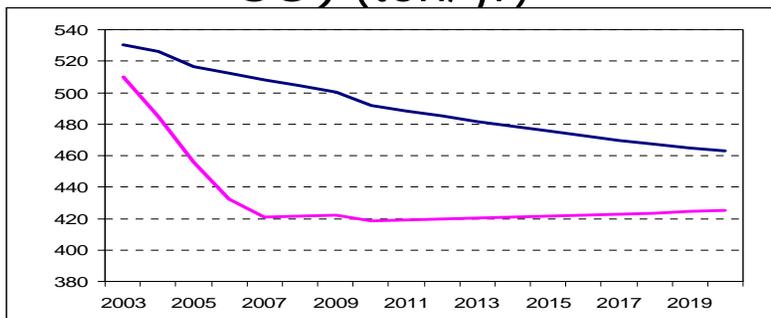
● Análisis de Medidas

- Cambios de emisiones y costos cada año hasta 2020
- Resultados anualizados con variación en la tasa de descuento de 0 a 7%

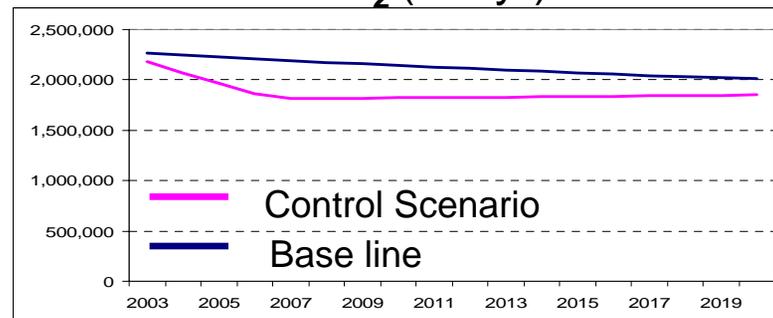
● Renovación de la flota de taxis

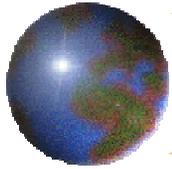
- Reemplazo del 80% de la flota antes de 2010
- Cumplimiento con estándares Tier I
- Aumento del rendimiento de 6.7 km/L a 9 km/L

SO₂ (ton/yr)



CO₂ (ton/yr)

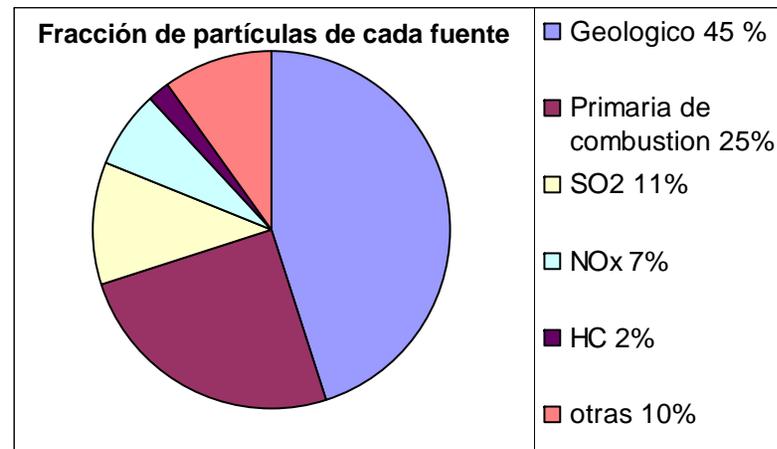




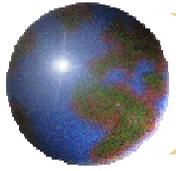
Metodología Co-Beneficios

Calidad del aire

- Modelos de forma reducida basado en modelos 3-dimensionales y observaciones ⇒ corridas rápidas
 - Cálculo de la reducción de emisiones por las medidas de control y sus costos
 - Partículas - atribución de fuentes (Chow et al. 2002)



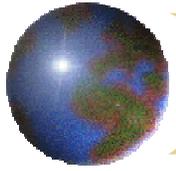
- Ozono – Isopletras de MCCM (Salcido et al., 2001)
- Suposición de exposición uniforme para los habitantes en toda la ciudad



Metodología Co-Beneficios

Impactos a la salud

- ✚ Cálculos de impactos utilizando funciones de concentración-respuesta para 19 impactos
 - Estudios nacionales e internacionales (EPA, 1999; César et al., 2002; Evans et al., 2002)
 - Mortalidad y Morbilidad
 - Mortalidad: por exposición aguda (total), por exposición crónica (total, cáncer de pulmón y causas cardiorespiratorias) e infantil
 - Bronquitis crónica
 - Admisiones hospitalarias por causas respiratorias y cardiovasculares
 - Urgencias por causas respiratorias
 - Días de actividad restringida (DAR)
 - Días de actividad restringida menor (DARM)
 - Ausentismo escolar
 - Datos de morbilidad del IMSS
 - Datos de mortalidad del IMSS/INEGI



Metodología Co-Beneficios

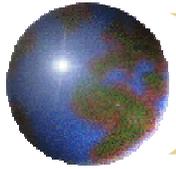
Valoración económica

- Valoración de 3 escenarios de impactos a la salud:
 - Disponibilidad a pagar (DAP) (Ibarrarán y Hammitt, 2002)
 - Costo de enfermedad (INSP, 2002)
 - Pérdida productividad [Cesar et al., 2002)

- Estimación de años de vida ajustados por calidad (QALYs) ahorrados

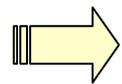
- Costos directos
 - gastos de inversión

- Costos indirectos
 - Ahorros por la reducción en uso de combustibles



Resultados Co-Beneficios

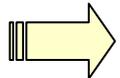
Instrumentación de las cinco medidas:



Exposición:

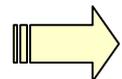
Reducción de PM₁₀: 1%

Reducción de O₃: 3%



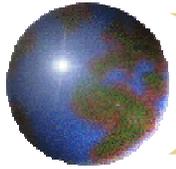
GEI:

Reducción de 1.5 millones tons/año de CO₂ equivalente



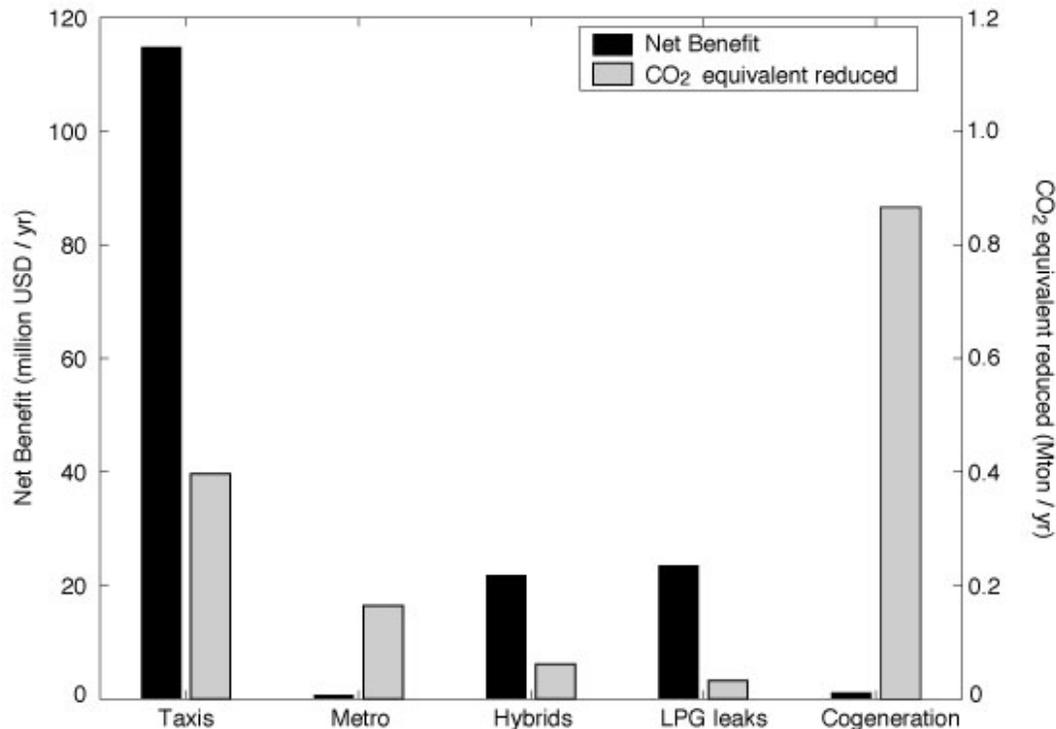
Indicador salud:

ganancia de 4,400 QALYs/año



Resultados (2) Co-Beneficios

Instrumentación de las cinco medidas:



Beneficios netos:

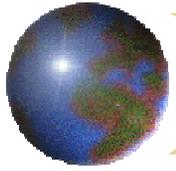
\$160 millones USD/año

Beneficios salud pública:

\$210 millones USD/año

Costos:

50 millones USD/año

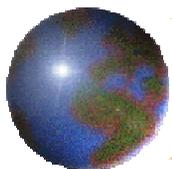


Conclusiones Co-Beneficios

- ❖ Medidas de control pueden tener:
 - ❑ Beneficios >> Costos
 - ❑ Reducciones significativas de GEI

- ❖ Incertidumbre es importante

- ❖ El sector de transporte tiene mas posibilidades para co-beneficios
 - ❑ Mas investigación es necesaria sobre factores de emisión y modelación de transporte



Publicaciones Co-Beneficios

Environ. Sci. Technol. 2005, 39, 1954–1961

Quantification of Local and Global Benefits from Air Pollution Control in Mexico City

GALEN MCKINLEY,*,* MIRIAM ZUK,*
MORTEN HÖJER,* MONTSERRAT AVALOS,*
ISABEL GONZÁLEZ,*
RODOLFO INIESTRA,* ISRAEL LAGUNA,*
MIGUEL A. MARTÍNEZ,*
PATRICIA OSNAYA,* LUZ M. REYNALES,†
RAYDEL VALDÉS,† AND JULIA MARTÍNEZ*
*Instituto Nacional de Ecología, Periferico #5000 Piso #4,
Col. Insurgentes Cuicuilco, DF, México 04530 México, and
Instituto Nacional de Salud Pública, Center of Population
Health Research (CISP), Cuernavaca, Morelos, México*

Complex sociopolitical, economic, and geographical realities cause the 20 million residents of Mexico City to suffer from some of the worst air pollution conditions in the world. Greenhouse gas emissions from the city are also substantial, and opportunities for joint local–global air pollution control are being sought. Although a plethora of measures to improve local air quality and reduce greenhouse gas emissions have been proposed for Mexico City, resources are not available for implementation of all proposed controls and thus prioritization must occur. Yet policy makers often do not conduct comprehensive quantitative analyses to inform these decisions. We reanalyze a subset of currently proposed control measures, and derive cost and health benefit estimates that are directly comparable. This study illustrates that improved quantitative analysis can change implementation prioritization for air pollution and greenhouse gas control measures in Mexico City.

in PM₁₀ would save 3,000 lives and 10,000 new cases of chronic bronchitis each year, and that a 10% O₃ reduction would save 300 lives and 2 million minor restricted activity days. Thus, the potential public health gains from air pollution mitigation are substantial.

Emissions in Mexico City are dominated by mobile sources. According to the latest inventory in 2000 (4), nearly 80% of PM_{2.5} and NO_x, 45% of volatile organic compounds (VOCs), and 30% of SO₂ emissions come from mobile sources. Area sources (specifically the use of solvents and LPG) are a significant source of VOC emissions (over 45%), whereas point sources (dominated by chemical, textile, and paper industries) contribute 70% of SO₂ emissions.

Greenhouse gas (GHG) emissions from Mexico City are also significant. In 1998, Mexico ranked among the top 15 GHG-emitting nations, contributing nearly 2% of the world total. Mexico City emits approximately 13% of the national total (5). By 2010, Mexico City will emit approximately 70 million tons (Mton) of CO₂ and by 2020, nearly 100 Mton (assuming a 1996 base year of 45.6 Mton (5) and a 3.3% annual growth rate, based on GDP projections (9)). Mobile sources represent over 50% of all CO₂ emissions in the city, followed by 20% from the industrial sector, 15% from residential and 8% from electricity generation (when electricity generated outside of the city is considered, this share rises to over 20%) (5). As emissions of GHGs and local air pollutants are often generated from the same sources, opportunities may exist for their joint control. Although Mexico is not required to reduce its GHG emissions under the Kyoto Protocol, there is interest in understanding the potential for foreign investment (e.g., Clean Development Mechanism) to support GHG emissions reductions and in determining how to maximize local benefits if such investment were to occur.

In Mexico City, an intergovernmental commission, Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), brings together the city, state, and federal governments with jurisdictions in the Mexico City metropolitan area (MCMA) to address air quality issues. The CAM does not have legal authority to implement plans, but must build consensus for action between the three governments. The CAM is presently working toward the

Enero - Junio de 2003

Página 8

Cobeneficios de los Controles sobre la Contaminación del Aire Local y Global en la Ciudad de México

Jalen McKinley, Martin Hojer, Miriam Zuk, Israel Laguna, Patricia Osnaya, Rodolfo Iniestra, Monserrat Ávalos, Isabel González, Miguel Ángel Martínez, Hilda Martínez, Julia Martínez / Adrián Fernández *

Luz Myriam Reynales, Raydel Valdés y Mauricio Fernández **

Introducción

Existen muchas oportunidades para controlar los gases de efecto invernadero (GEI) y los contaminantes de escala local ya que frecuentemente son generados por la misma fuente. En este estudio se ha desarrollado un marco conceptual de costo-beneficio para analizar el intercambio de los beneficios valorados entre los costos, los beneficios en la salud pública, y la reducción en emisiones de GEI tras la aplicación de un conjunto selecto de medidas de control. Se ha creado también una herramienta de análisis en versión reducida, útil para los tomadores de decisiones.

los factores de emisión para las tecnologías específicas, la predicción del comportamiento de actividades a futuro y de los niveles de emisión, y el análisis del cambio de una intervención dada; todo ello aplicado a los contaminantes locales NO_x, HC, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO. Posteriormente los resultados se periodizaron en años. Los costos periódicos anuales de las mediciones calculadas incluyen los costos de las inversiones públicas y privadas, así como los de operación y mantenimiento. Las medidas de análisis escogidos provienen de una gama de estudios realizados por instituciones como Proaire, Conae y GEF. Hasta la fecha se han examinado medidas de un conjunto que incluye: renovación de flota de taxis, camiones híbridos, cuatro medidas para reducir fugas de GLP y, cogeneración. En etapas futuras del proyecto se analizarán otras medidas y se refinarán aquellas que ya fueron incluidas.

B. Evaluación de la exposición poblacional

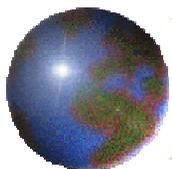
Para alcanzar un entendimiento general de los cambios en la exposición poblacional a PM₁₀ y

el INSP, de la base de datos del IMSS sobre atención médica por enfermedades cardiovasculares y respiratorias).

D. Valuación de beneficios monetarios

Para poder comparar los beneficios de ciertas medidas tras el costo de la misma, en esta etapa se adjudica un valor monetario a los beneficios en salud derivados de la aplicación una medida determinada. Para determinar el beneficio social originado en una reducción de los efectos nocivos sobre la salud, se utilizan tres diferentes métodos:

- 1) *Costos directos en la salud pública*, derivados del análisis del INSP sobre los costos de hospitalización y empleo de salas de emergencias;
- 2) *Pérdida de productividad*, calculada como la pérdida salarial sobre la duración de una enfermedad o mortalidad prematura y,
- 3) *Disposición a pagar*, calculada mediante el análisis de las respuestas de los encuestados



¡Gracias!

Para Mayor Información:

posnaya@ine.gob.mx

y

mzuk@ine.gob.mx

**Instituto Nacional de Ecología
INE / SEMARNAT**

**Dirección General de Investigación sobre la
Contaminación Urbana, Regional y Global.**

<http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/cobeneficios.html>