

Distr.
LIMITADA

LC/MEX/L.644
22 de noviembre de 2004

ORIGINAL: ESPAÑOL

EVALUACIÓN DE LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES DE LA GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA EN MÉXICO

Este estudio fue realizado en el marco de un Convenio de Colaboración entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la Organización de Naciones Unidas (ONU). Participaron la Dirección General de Energía y Actividades Extractivas de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT y la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Subsección de la CEPAL en México. Las opiniones contenidas en el estudio son de la responsabilidad de los especialistas que participaron en su elaboración y pueden no coincidir con las de las instituciones involucradas.



ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
PRESENTACIÓN.....	3
I. ASPECTOS METODOLÓGICOS	5
A. METODOLOGÍA VÍAS DE IMPACTO	6
1. Primera etapa: Caracterización de la fuente emisora.....	6
2. Segunda etapa: Dispersión de los contaminantes y cálculo de concentraciones	6
3. Tercera etapa: Evaluación de los impactos.....	9
4. Cuarta etapa: Evaluación monetaria	12
B. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA Y MODELO SIMPACTS DEL OIEA	14
C. INCERTIDUMBRES	18
II. INFORMACIÓN PARA LOS MODELOS UTILIZADOS	20
A. CENTRALES DE GENERACIÓN	20
1. Selección de las centrales termoeléctricas.....	20
2. Datos técnicos de las centrales seleccionadas	22
B. DATOS METEOROLÓGICOS	24
1. Modelos de dispersión utilizados	24
2. Información meteorológica.....	25
C. FUNCIONES EXPOSICIÓN-RESPUESTA CONSIDERADAS.....	26
1. Tasas de incremento de riesgo relativo.....	26
2. Tasas de incidencia y de mortalidad.....	29
D. COSTOS ECONÓMICOS DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD ...	31
1. Morbilidad	31
2. Mortalidad	31

III. RESULTADOS	34
A. DISPERSIÓN Y CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES.....	34
B. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS EXTERNALIDADES	37
C. ANÁLISIS DETALLADO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE MANZANILLO	41
D. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON LOS COSTOS UNITARIOS DE ENFERMEDADES.....	47
IV. CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA	51

RESUMEN

El propósito de este trabajo es estimar las externalidades de la generación de energía eléctrica a base de combustibles fósiles en México. En la actualidad, la electricidad se genera en el mundo principalmente con este tipo de combustibles, lo que conlleva impactos locales, regionales y globales, tanto para la salud como para el medio ambiente. El costo de estos impactos, denominado costo externo, no ha sido incorporado al precio de la electricidad en ningún país, por el efecto económico que generaría.

A fin de evaluar las externalidades de la producción termoeléctrica en México, el presente trabajo utilizó la versión simplificada de la Metodología Vías de Impacto del proyecto ExternE de la Unión Europea, así como el modelo Simplified Approach for Estimating Impacts of Electricity Generation (SIMFACTS) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). La Metodología Vías de Impacto comprende cuatro etapas: caracterización de la fuente emisora, dispersión de los contaminantes y cálculo de concentraciones, evaluación de los impactos y, finalmente, la evaluación monetaria.

En el presente estudio se seleccionaron 11 zonas, donde se encuentran las 13 mayores plantas termoeléctricas del país que utilizan carbón o combustóleo como combustible. Estas plantas generan cerca de la mitad de la electricidad del país y se ubican en las siguientes localidades: Río Escondido, Tuxpan, Manzanillo, Petacalco, Tula, Salamanca, Altamira, Puerto Libertad, Mazatlán, Rosarito (Tijuana) y Samalayuca (Cd. Juárez). Las zonas de Tula, Salamanca, Altamira, Rosarito y Samalayuca se denominan “Zonas Críticas” en la NOM-085-SEMARNAT-1994, en tanto que las otras zonas se denominan “Resto del País”.

La aplicación de la metodología seleccionada requirió una serie de datos técnicos, económicos y de salud. Estos datos corresponden al año 2000, fecha considerada como referencia para evaluar la reducción en los niveles de emisiones de la industria eléctrica. Se obtuvo información geográfica y meteorológica para cada una de las zonas de estudio, así como las características técnicas de las plantas, incluyendo el inventario de los contaminantes emitidos. El análisis se limitó a considerar las emisiones de partículas, SO_2 y NO_x , sin incluir las emisiones “corriente arriba” ni gases de invernadero.

Para estimar el impacto en la salud se analizaron los valores de Incremento de Riesgo Relativo (IRR) resultantes del meta-análisis del proyecto Ecosistema Urbano y Salud de los Habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ECOURS), así como otras referencias del proyecto ExternE y de la Organización Mundial de la Salud. Con base en la información analizada se decidió utilizar el IRR de menor valor para cada impacto, con objeto de realizar una estimación conservadora del daño.

Se recurrió también a información sobre los costos de morbilidad y mortalidad. Para el costo de atención a casos de enfermedad se consideraron los valores estimados por el Instituto Nacional de Salud Pública. Para la mortalidad se utilizó el enfoque de Años de Vida Perdidos

(AVP) del proyecto ExternE. El valor europeo fue transferido a México mediante la relación de la paridad del poder adquisitivo del ingreso nacional bruto con respecto al de la UE.

La estimación de los costos externos conlleva un nivel de incertidumbre que puede ser alto debido a la cantidad de variables involucradas y a los diferentes supuestos planteados, particularmente con respecto a los efectos de los contaminantes en la salud y a los costos asignados para cuantificar los casos de morbilidad y mortalidad. Influye también el insuficiente conocimiento sobre determinadas variables y procesos involucrados, así como errores en los datos, entre otros.

La aplicación del modelo SIMPACTS proporcionó información en dos aspectos importantes: 1) el nivel de concentración de contaminantes en las zonas aledañas a las plantas estudiadas, y 2) el valor de las externalidades por efectos en la salud. Con respecto a las concentraciones de partículas y de NO_x, los modelos de dispersión utilizados estimaron valores promedios anuales inferiores al máximo permitido por las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Salud. Sin embargo, con respecto a óxidos de azufre, los valores estimados resultaron superiores a los establecidos en la norma, por lo menos en algún punto receptor de la zona de influencia local de las centrales termoeléctricas de Tula, Mazatlán y Salamanca.

El estudio estimó los costos externos de las plantas seleccionadas, en el año 2000, en el orden de los 465 millones de dólares¹ anuales, considerando únicamente el impacto en la salud. Este monto equivale al 0,1% del producto interno bruto y al 4% del gasto público en salud de México, en el año de referencia. Las centrales de Tuxpan, Manzanillo, Tula y Petacalco presentaron las mayores externalidades.

Se encontró que las emisiones de SO₂ arrojan los mayores costos externos y que la internalización de las externalidades en el precio de la electricidad implicaría aumentos de entre 0,12 y 0,83 centavos de dólar por kWh, es decir, entre 3% y 17% del costo del kWh. El costo externo ponderado, en función de la generación de las 13 centrales de producción, sería de 0,50 centavos de dólar por kWh.

El análisis de sensibilidad realizado en Manzanillo con modelos de dispersión más detallados, muestra que durante el año estudiado la estimación de la concentración promedio de 24 horas de óxidos de azufre fue superior a la permitida, en ocasiones hasta por un factor de 4. Se encontró un total de 93 días con valores estimados superiores a los permisibles. Los resultados anteriores deben interpretarse con cautela, tomando en cuenta diferentes factores que pueden afectarlos, en un sentido u otro. La diferencia en la estimación de los costos externos al utilizar modelos de dispersión más detallados resultó muy pequeña. Además, se realizó otro análisis de sensibilidad para la misma planta, variando los costos de morbilidad y mortalidad, usando los valores reportados por estudios de Voluntad a pagar. En este caso, el costo externo se elevó por un factor de 2,3 con respecto al primer estimado.

¹ Se refiere siempre a dólares estadounidenses.

PRESENTACIÓN

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México identifica la “valoración de los recursos naturales” como uno de los pilares de la política ambiental de la actual administración. Establece como uno de sus objetivos detener y revertir la contaminación y la degradación de los recursos aire, agua y suelo. La valoración de las externalidades ambientales de la producción de energía es indispensable para formular y ejecutar la política ambiental orientada al logro de los objetivos referidos.

Entre las acciones de dicha política se incluyen la expedición de normas técnicas para prevenir y controlar la contaminación ambiental, así como la promoción de instrumentos de fomento. La Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994 regula las emisiones de los procesos de combustión en fuentes fijas. Entre éstas, las centrales termoeléctricas son preponderantes y generan externalidades, acerca de las cuales se dispone de escasa información.

Por estas razones, la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Sede Subregional en México, firmaron un convenio de colaboración para evaluar las externalidades ambientales de la actividad energética en las 13 mayores plantas termoeléctricas, localizadas en 11 zonas de la República Mexicana.

El objetivo del estudio es disponer de una primera evaluación nacional al respecto. Tal ejercicio conlleva diferentes grados de incertidumbre tanto por los datos utilizados como por la aplicación de la metodología. Así, los resultados deben interpretarse como un primer aporte a la evaluación del problema.

El informe comprende cuatro capítulos. En el primero se expone la metodología utilizada, Vías de Impacto, así como el modelo SIMPACTS del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En el segundo se sistematiza la información técnica de las centrales termoeléctricas seleccionadas, así como la información de carácter ambiental, económico y de efectos en la salud requerida por la metodología. En el capítulo III se presentan los resultados con respecto a los niveles de concentración de los contaminantes, sus efectos en la salud, la estimación de las externalidades, un análisis detallado de la central termoeléctrica de Manzanillo y la sensibilidad con respecto de los costos unitarios de enfermedades. Las conclusiones se exponen en el capítulo IV.

Se pretende que los resultados del estudio contribuyan a: 1) fundamentar las decisiones a tomar en la revisión y formulación de normas oficiales mexicanas en la materia; 2) generar los instrumentos que consideren los costos externos en la regulación ambiental y orientar sobre las herramientas de fomento aplicables al sector, y 3) establecer un marco de referencia para profundizar en futuros estudios sobre la distorsión de los precios relativos de los energéticos que hasta ahora incorporan de manera insuficiente las externalidades.

El estudio fue ejecutado con pocos recursos y en un tiempo relativamente corto, de julio a diciembre de 2003, período en el cual se hizo la recopilación de la información, la adaptación de los modelos computacionales utilizados para el caso mexicano, su aplicación y el análisis de los resultados. Esta experiencia constituye una de las primeras aplicaciones detalladas de esta metodología, a nivel nacional, en un país latinoamericano.

Su elaboración estuvo a cargo de un grupo interdisciplinario constituido por funcionarios de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT y de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Por lo que respecta a la Subsecretaría, los integrantes fueron Ramón Carlos Torres, Director General de Energía y Actividades Extractivas, Carlos García-Moreno, Director de Emisiones a la Atmósfera, y Claudia Octaviano, Subdirectora de Refinación y Electricidad. Por parte de la CEPAL participaron Fernando Cuevas, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales, Liliana Castilleja, Manuel Eugenio Rojas y Eugenio Torijano, así como Leonor Turtos y Elieza Meneses, consultoras del proyecto. Con el grupo también participó Juan Mata, Director General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente de la Secretaría de Energía. Juan Carlos Moreno, Asesor Regional de la CEPAL, revisó el informe y aportó valiosos comentarios. Las opiniones y puntos de vista contenidos en el estudio no reflejan necesariamente los de las instituciones que participaron y colaboraron en su elaboración.

Se reconoce a las siguientes instituciones por la información proporcionada: Secretaría de Energía (Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico), Secretaría de Salud (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios e Instituto Nacional de Salud Pública) y Comisión Federal de Electricidad (CFE). También fue importante la participación de las siguientes instancias de la SEMARNAT: Asesoría del Secretario, Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental (Dirección General de Estadística e Información Ambiental), Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes), Instituto Nacional de Ecología (Dirección General de Investigación para la Contaminación Urbana, Regional y Global) y Comisión Nacional del Agua (Servicio Meteorológico Nacional).

Se agradece al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) por facilitarnos el modelo SIMPACTS y muy particularmente a Joseph V. Spadaro (actualmente en la École des Mines de Paris), uno de los desarrolladores de la metodología simplificada para la evaluación de externalidades, quien revisó este trabajo con gran dedicación y aportó comentarios y sugerencias de la mayor valía.

I. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Las externalidades representan costos y beneficios no incorporados a los precios de mercado que distorsionan las decisiones económicas óptimas. En la actualidad, la energía eléctrica en el mundo se genera principalmente a partir de combustibles fósiles. Esta generación produce impactos locales como la contaminación de áreas urbano-industriales; regionales, como la lluvia o deposición ácida; y globales como el cambio climático. El costo de estos impactos de la producción de energía no ha sido incorporado al precio por el impacto económico que conllevaría.

En 1991 la Unión Europea y el Departamento de Energía de los Estados Unidos (Oak Ridge National Laboratory) iniciaron un proyecto de investigación conjunta, cuyo principal objetivo fue realizar una evaluación comparativa de riesgo de diferentes sistemas de energía, incluyendo el carbón y los ciclos de combustibles nucleares. Tal esfuerzo inicial fue conocido como “EC-US External Cost of Fuel Cycles Project”. Su propósito fue desarrollar una metodología común para determinar los costos externos de la generación de electricidad. Los trabajos se ampliaron a diversos países con el objetivo de aplicar las metodologías diseñadas.

La Unión Europea, en cumplimiento del principio de desarrollo económico sustentable con respeto al medio ambiente, establecido en el Tratado de Maastricht de 1992, impulsó el proyecto *Externalities of Energy*, ExternE,² y reconoció la valoración de las externalidades de la producción y uso de la energía como una de las tareas de la comunidad científica europea. Este proyecto fue desarrollado por más de 30 equipos adscritos a diferentes centros de investigación de nueve países de ese continente.

El proyecto ExternE, cuyos primeros resultados se publicaron en 1995, utilizó para tal efecto la Metodología Vías de Impacto en varios casos de estudio de plantas eléctricas individuales, con diferentes tipos de combustibles, en cada uno de los estados miembros de la Unión Europea. También fue aplicada a plantas de incineración y al transporte. Esta metodología es muy detallada y compleja, ya que requiere gran cantidad de datos de entrada, tanto técnicos como de salud, ambientales y económicos. Para su aplicación se han construido modelos computacionales, como el Ecosense,³ utilizado en el proyecto ExternE. Sin embargo, estos

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5_2658

