

Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica



Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas



Agencia Internacional de la Energía



Eurostat



Agencia Europea de Medio Ambiente

INDICADORES ENERGÉTICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE: DIRECTRICES Y METODOLOGÍAS

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA,
DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y SOCIALES DE LAS NACIONES UNIDAS,
AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA,
EUROSTAT,
Y AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización, y por lo general dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Promoción
y Venta de Publicaciones
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 2600 29302
tel.: +43 1 2600 22417
correo-e: sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2008

Impreso por el OIEA en Austria
Julio 2008
STI/PUB/1222

INDICADORES ENERGÉTICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE: DIRECTRICES Y METODOLOGÍAS

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA,
DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y SOCIALES DE LAS NACIONES UNIDAS,
AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA,
EUROSTAT,
Y AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2008

PREFACIO

La presente publicación es fruto de una iniciativa internacional encaminada a definir un conjunto de indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS) y las metodologías y directrices correspondientes. Este trabajo se ha coronado con éxito gracias a los esfuerzos intensivos desplegados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en colaboración con el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (UNDESA) de las Naciones Unidas, la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la Oficina Europea de Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

El marco temático, las directrices, las hojas de metodología y los indicadores energéticos establecidos en esta publicación reflejan la experiencia de esos organismos, que gozan de reconocimiento mundial por su liderazgo en los sectores de análisis y estadística en materia de energía y medio ambiente. Si bien cada organismo dispone de un programa dinámico de indicadores, una de las metas de esta iniciativa conjunta ha residido en facilitar a los usuarios los criterios consensuados por los expertos de mayor renombre acerca de las definiciones, directrices y metodologías para el desarrollo y utilización universal de un sólo grupo de indicadores energéticos.

Ningún conjunto de indicadores energéticos puede ser cerrado y definitivo. Para que sean de utilidad, los indicadores han de ir evolucionando con el tiempo, a fin de ajustarse a las circunstancias específicas de cada país y a sus prioridades y capacidades. La finalidad de esta publicación estriba en ofrecer una serie de IEDS para su examen y empleo, en particular a nivel nacional, y en servir de punto de partida con miras a definir una serie más completa y de aceptación más generalizada de indicadores energéticos relacionados con el desarrollo sostenible. Es de esperar que los países utilicen los IEDS para evaluar sus sistemas energéticos y hacer un seguimiento de sus progresos en lo tocante a la consecución de los objetivos y metas de desarrollo sostenible fijados a nivel nacional. Se confía así mismo, en que los usuarios de la información contenida en esta publicación contribuyan al perfeccionamiento de los indicadores para un desarrollo energético sostenible, completando lo aquí presentado con sus puntos de vista personales e intransferibles.

Arshad Khan y Garegin Aslanian, de la Sección de Planificación y Estudios Económicos del OIEA, dieron comienzo en 1999 a la tarea de elaborar indicadores energéticos en el contexto de un desarrollo sostenible. Fueron ellos los que encabezaron el complejo proceso de seleccionar, definir y homologar un conjunto idóneo de indicadores en materia de energía, a tenor de la iniciativa, de carácter más amplio, referente a los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS), adoptada por los Estados Miembros de las Naciones Unidas y las organizaciones internacionales, al amparo del Programa 21 y de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS) de las Naciones Unidas. Sus actividades preliminares fueron dadas a conocer por el OIEA, en colaboración con la AIE, en el noveno período de sesiones de la CDS, celebrado en 2001. Esta etapa culminó con la presentación de una iniciativa internacional encaminada a desarrollar los indicadores energéticos, concebida como una asociación en 2002 e inscrita entre los proyectos de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD).

Gracias a esta colaboración, un grupo especial de expertos interorganismos inició consultas para establecer un consenso en torno a un único conjunto de indicadores energéticos, metodologías y directrices de uso general. Perteneían a este grupo Kathleen Abadía, del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Roeland Mertens y Rosemary Montgomery, de Eurostat, Aphrodite Mourelatou y Peter Taylor, de la AEMA, Fridtjof Unander, de la AIE e Iván Vera (Coordinador del Proyecto), del OIEA.

Durante los dos últimos años, los miembros de este comité han colaborado con aportaciones excepcionales al presente informe, no sólo en cuanto al fondo sino también en cuanto a la forma, y a su objetivo de delimitar un tema emergente cargado de desafíos. Su entrega a la labor de perfilar un informe unificado de aplicabilidad universal se ha convertido en la garantía de su éxito, y su sintonía, su profesionalidad y su espíritu de cooperación han sido decisivos en la tarea de alcanzar un consenso para la publicación de este informe elaborado por cinco organismos. Su trabajo se benefició también en gran medida de las contribuciones de otros miembros, entre los que cabe citar a Kui-nang Mak, del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas; Carmen Difiglio, de la Agencia Internacional de Energía; August Götzfried, Nikolaos Roubanis y Peter Tavoularidis, de Eurostat; Tobias Wiesenthal, André Jol, David Stanners y Jeff Huntington, de la AEMA; Hans-Holger Rogner, Lucille Langlois, Grez Csullog, Irej Jalal y Ferenc Coth, del OIEA; y Ellen Bergschneider, que facilitó el apoyo editorial.

NOTA EDITORIAL

En esta publicación no previamente editada, el uso de designaciones particulares de países o territorios no implica ningún juicio por parte del editor, el OIEA, así como sobre el status legal de tales países o territorios, de sus autoridades o instituciones o de la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de compañías específicas o de productos (sea que o no se indiquen como registrados) no implica ninguna intención de infringir los derechos de propiedad, ni deberá ser considerado como un endoso o recomendación por parte del OIEA.

Los autores son responsables de haber obtenido, para el OIEA, los permisos necesarios para la reproducción, traducción o uso de material de fuentes que de hecho están protegidas por el derecho literario.

El material preparado por autores, quienes están bajo relación contractual con gobiernos, es propiedad literaria registrada por el OIEA, como editor, únicamente en la medida o extensión permitida por las regulaciones nacionales apropiadas.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Antecedentes	5
3. Indicadores energéticos del desarrollo sostenible	13
4. Selección y uso de los indicadores energéticos	29
5. Hojas de metodología	35
Dimensión social	35
SOC1: Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales	35
SOC2: Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad	38
SOC3: Uso de energía en los hogares por grupo de ingresos y combinación de combustibles utilizados	42
SOC4: Víctimas mortales de accidentes por la energía producida por la cadena de combustibles	45
Dimensión económica	48
ECO1: Uso de energía <i>per cápita</i>	48
ECO2: Uso de energía por unidad de PIB	50
ECO3: Eficiencia de la conversión y distribución de energía	54
ECO4: Relación reservas/producción	57
ECO5: Relación recursos/producción	59
ECO6: Intensidades energéticas de la industria	61
ECO7: Intensidades energéticas del sector agrícola	66
ECO8: Intensidades energéticas del sector de los servicios/comercial	69
ECO9: Intensidades energéticas de los hogares	74
ECO10: Intensidades energéticas del transporte	79
ECO11: Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad	83
ECO12: Porcentaje de energía no basada en el carbono en la energía y la electricidad	86
ECO13: Porcentaje de energías renovables en la energía y electricidad	89
ECO14: Precios de la energía de uso final por combustible y sector	92
ECO15: Dependencia de las importaciones netas de energía	96
ECO16: Reservas de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente	99

Dimensión ambiental	101
ENV1: Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, <i>per cápita</i> y por unidad de PIB	101
ENV2: Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas	105
ENV3: Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos	110
ENV4-1: Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de los sistemas energéticos	117
ENV4-2: Descargas de petróleo en aguas costeras	121
ENV5: Zonas del suelo en las que la acidificación supera la carga crítica	125
ENV6: Tasa de deforestación atribuida al uso de energía	129
ENV7: Relación entre la generación de desechos sólidos y las unidades de energía producida	133
ENV8: Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y el total de desechos sólidos generados	137
ENV9: Relación entre los desechos radiactivos sólidos y las unidades de energía producida	141
ENV10: Relación entre los desechos radiactivos sólidos en espera de evacuación y el total de desechos radiactivos sólidos generados	146
Bibliografía	153
Sitios de internet relacionados	165
Anexo 1: Glosario de términos seleccionados	169
Anexo 2: Lista de siglas	173
Anexo 3: Método de descomposición para indicadores de intensidad de uso de la energía	177
Anexo 4: Unidades y factores de conversión	183

1. INTRODUCCIÓN

La mejor definición de ‘desarrollo sostenible’ es la proporcionada por la Comisión Brundtland: ‘desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades’.¹ Un factor clave para el desarrollo económico de los países y la transición de las economías agrícolas de subsistencia a las sociedades modernas industriales y orientadas hacia los servicios es contar con un suministro de energía adecuado y asequible. La energía es imprescindible para potenciar el bienestar social y económico y, en la mayoría de los casos, es indispensable para generar la riqueza industrial y comercial. Es una condición *sine qua non* para aliviar la pobreza, generalizar la protección social y elevar el nivel de vida. Pero por esencial que pueda ser para el desarrollo, la energía es sólo un medio, no un fin, y el fin reside en lograr una buena salud, un alto nivel de vida, una energía sostenible y un medio ambiente limpio. No hay ninguna forma de energía – carbón, solar, nuclear, eólica o de cualquier otro tipo – que sea buena o mala intrínsecamente, y cada una de ellas vale sólo en la medida en que cumpla los fines para los que ha sido creada.

Gran parte del abastecimiento y utilización actuales de la energía, basada como es sabido, en recursos limitados de combustibles fósiles, se considera ambientalmente insostenible. No existe producción de energía o tecnología de conversión sin riesgos o sin desechos. En algún punto de todas las cadenas de energía – desde la extracción del recurso al suministro de los servicios energéticos – se producen, emiten o eliminan contaminantes, a menudo con graves repercusiones para la salud y el medio ambiente. Aunque una tecnología no emita sustancias nocivas en el lugar de explotación, pueden surgir emisiones y desechos a lo largo de la cadena de producción u otras partes de su ciclo vital. La quema de combustibles fósiles es la principal responsable de la contaminación del aire urbano, la acidificación regional y el riesgo de un cambio climático inducido por el hombre. El uso de la energía nuclear ha creado una serie de problemas, como el almacenamiento o la eliminación de residuos radiactivos de alto nivel y la proliferación de armas nucleares. En algunos países en desarrollo, el empleo de biomasa no comercial contribuye a la desertificación y a la pérdida de biodiversidad.

Además, cerca de un tercio de la población mundial depende aún de la utilización de la energía animal y de los combustibles no comerciales. Alrededor de 1 700 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. Muchas zonas del mundo carecen de un suministro fiable y seguro de energía. Esta falta de acceso a servicios modernos de abastecimiento de energía limita considerablemente el desarrollo socioeconómico, que forma parte integrante del desarrollo sostenible. Sin embargo, dada la modernización de la tecnología y el conocimiento más profundo de los efectos e impactos de la energía y de los sistemas energéticos, un país en desarrollo puede llevar a cabo actualmente la transición de una economía agrícola a una industrial con un coste mucho menor y menos daños al medio ambiente que los que afectaron, durante su transición, a los países hoy desarrollados.

¹ WCED (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), 1987. *Our Common Future (Nuestro Futuro Común)*, Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.

Para alcanzar un desarrollo económico sostenible a escala global se necesitará un uso juicioso de los recursos, tecnología, incentivos económicos apropiados y planificación de medidas estratégicas a nivel local y nacional. También se requerirá un control continuo de los impactos de determinadas políticas y estrategias seleccionadas, a fin de comprobar si están promoviendo un desarrollo sostenible o si deben ser objeto de un reajuste. Es importante disponer de la capacidad de medir el estado de desarrollo de un país y verificar si progresa o no hacia la consecución del objetivo de la sostenibilidad. En primer lugar, los encargados de la adopción de políticas necesitan conocer la situación actual de su país en lo referente a la energía y a la sostenibilidad económica, qué es lo que hay que mejorar y cómo cabe conquistar esas mejoras. En segundo lugar, es importante que esas mismas personas comprendan las implicaciones de determinados programas, políticas y planes energéticos, ambientales y económicos, su repercusión sobre las pautas de desarrollo y la viabilidad de configurar un desarrollo sostenible. En tercer lugar, es inevitable que existan algunas compensaciones. En pocas palabras, es urgente disponer de opciones informadas y equilibradas en el ámbito de la política, las inversiones y las medidas correctivas.

A la hora de seleccionar los combustibles energéticos y las tecnologías conexas para la producción, suministro y utilización de los servicios relacionados con la energía, resulta fundamental tener en cuenta las consecuencias económicas, sociales y ambientales. Los encargados de la adopción de políticas necesitan métodos para medir y evaluar los efectos actuales y futuros del uso de la energía sobre la salud humana, la sociedad, el aire, el suelo y el agua. Han de determinar si la utilización actual de la energía es sostenible y, en caso contrario, cómo cambiarla para que lo sea. Ésa es la finalidad de los indicadores energéticos objeto del presente informe, que aborda cuestiones de peso en lo tocante a tres de las principales dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ambiental.

Los indicadores no son meros datos sino que trascienden lo que es la estadística básica para promover un entendimiento más a fondo de los principales problemas y arrojar luz sobre relaciones valiosas que no son evidentes si sólo se emplean estadísticas básicas. Constituyen herramientas esenciales para dar a conocer a los encargados de las políticas, y al público en general, las cuestiones energéticas relacionadas con el desarrollo sostenible y fomentar el diálogo institucional. Cada conjunto de indicadores expresa aspectos o consecuencias de la producción y el uso de la energía. Tomados en conjunto, los indicadores ofrecen un panorama sin trabas de todo el sistema, incluidas las interconexiones y compensaciones entre las distintas dimensiones del desarrollo sostenible, así como las implicaciones a más largo plazo de las actuales decisiones y comportamientos. La evolución temporal de los valores de los indicadores refleja los progresos realizados, o la falta de ellos, hacia la consecución de un desarrollo sostenible.

En un indicador energético dado, es posible que un mismo valor no signifique lo mismo para dos países diferentes. El significado dependerá del grado de desarrollo de cada país, de la naturaleza de su economía, de su geografía, de la disponibilidad de recursos energéticos nacionales y así sucesivamente. Por consiguiente, se precisa cierta cautela a la hora de utilizar esos indicadores con objeto de hacer comparaciones entre países. No obstante, los cambios habidos con el tiempo en el valor de cada

indicador contribuirán a cuantificar el avance de cada país.² En lugar de basarse en un análisis abstracto, los encargados de tomar las decisiones dispondrán de una serie sencilla de cifras que les ayudarán a orientar sus decisiones y a supervisar los resultados de sus políticas.

Tomemos un ejemplo proporcionado por la medicina. Un médico puede evaluar la salud de un paciente utilizando una serie de parámetros numéricos: presión sanguínea, pulso, relación peso/altura, nivel de colesterol, etc., etc. Observando cómo evolucionan esos valores a lo largo del tiempo, el doctor puede informar al paciente si su salud está mejorando o deteriorándose. Ello ayudará al paciente a seleccionar la mejor dieta, las pautas de ejercicio y los medicamentos. De hecho, esos valores no significan la misma cosa para todos los pacientes. Una persona que es de constitución corpulenta, aunque goce de una salud espléndida, tendrá una relación peso/altura más elevada que una persona que es de constitución delgada; también habrá personas con cifras congénitas de tensión más altas. Pero el médico, al supervisar las incidencias de esos parámetros a lo largo del tiempo, puede mantener a sus pacientes informados sobre su evolución hacia la recuperación de la salud.

Los indicadores aquí presentados constituyen un conjunto básico de indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), dotados de las metodologías y directrices de utilidad para los encargados de tomar las decisiones, los analistas del sector de la energía y estadísticos. Algunos indicadores se centran en el suministro de servicios energéticos esenciales con miras a luchar contra la pobreza y mejorar las condiciones de vida, mientras que otros indicadores lo hacen en los efectos ambientales. Cuando se está decidiendo qué medidas adoptar, es importante tener en cuenta no sólo los aspectos económicos sino también los sociales y ambientales. El papel del analista consiste en seleccionar, sopesar y presentar a los encargados de tomar las decisiones los indicadores más adecuados a las circunstancias de su propio país, para promover así modalidades de desarrollo sostenibles.

Cada uno de los IEDS incluidos en este informe puede, de hecho, representar un conjunto de ellos, puesto que muchos de los aspectos estudiados se analizan mejor utilizando un grupo de indicadores conexos.

Contenido del informe

El informe consta de cinco capítulos, cuatro anexos, una bibliografía y una lista de sitios de Internet relacionados con el tema. El Capítulo 2 ofrece un resumen de las referencias y una breve descripción de la labor realizada sobre los indicadores en los organismos que han participado en el proyecto. El Capítulo 3 incluye la lista de indicadores clasificados con arreglo a las dimensiones, temas y subtemas. En ese capítulo se examinan también las dimensiones, temas y marcos de referencia empleados para definir los indicadores. El Capítulo 4 propone directrices destinadas a

² Los indicadores son útiles para comprobar los progresos hacia el logro de las metas específicas de un país. Por ejemplo, a fin de alcanzar un límite anual respecto de una serie de emisiones del sector energético, sería razonable identificar los valores de los indicadores pertinentes que se necesitarían para conseguir ese objetivo. Al conocer el sector energético, los encargados de la adopción de decisiones pueden identificar los indicadores que están en mejores condiciones de controlar. Así, se verifican más fácilmente los progresos y, a menudo, se aplican las políticas basadas en el uso de estos indicadores con mayor soltura que a través de un enfoque centrado exclusivamente en la meta.

seleccionar y utilizar los indicadores y en él se analizan sus limitaciones, dificultades y restricciones a fin de garantizar un análisis significativo y evitar fallos elementales en la interpretación de los datos estadísticos. El Capítulo 5 contiene hojas de metodología para cada uno de los 30 IEDS. El Anexo 1 es un glosario de términos seleccionados que se han empleado en el informe. El Anexo 2 es una lista de acrónimos. En el Anexo 3 figura un resumen de un método de descomposición para analizar las intensidades energéticas. El Anexo 4 proporciona un conjunto de unidades y factores de conversión.

Las hojas de metodología constituyen el grueso del informe. Contienen descripciones básicas, métodos, datos disponibles, unidades, definiciones alternativas y su relación con el desarrollo sostenible. Esas hojas son descripciones completas de los indicadores, preparadas para ayudar al usuario en la elaboración, configuración y aplicación de los IEDS. Incluyen las definiciones principales y alternativas, los elementos que componen cada indicador, las unidades con las que se miden, las instrucciones para elaborarlos y los problemas relacionados con los datos y las fuentes. Cualquier país que se sirva de los IEDS puede elegir, para un indicador concreto, utilizar la definición alternativa que mejor se ajuste a sus circunstancias específicas.

2. ANTECEDENTES

Desde la publicación en 1987 del Informe Brundtland, varias organizaciones internacionales y nacionales se pusieron a formular indicadores para medir y evaluar uno o más aspectos del desarrollo sostenible. Esas iniciativas recibieron un fuerte impulso a raíz de la adopción del Programa 21 en la Cumbre de la Tierra, celebrada en 1992, en el que se pide específicamente (Capítulo 40) a los países y organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales que elaboren el concepto de indicadores de desarrollo sostenible y los armonicen a nivel nacional, regional y global.

2.1 Iniciativas de las Naciones Unidas respecto de los indicadores de desarrollo sostenible

En respuesta a las decisiones tomadas por la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS) de las Naciones Unidas y a lo solicitado en el Capítulo 40 del Programa 21, en 1995 el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (UNDESA) de dicha organización comenzó a trabajar para definir un conjunto de indicadores de desarrollo sostenible. Al principio, los indicadores abarcaban las cuatro dimensiones primordiales del desarrollo sostenible: la social, la económica, la ambiental y la institucional. Dentro del ámbito de esas categorías, los indicadores se clasificaron en función de sus características de impulso, estado y reacción (IER), de conformidad con un marco conceptual ampliamente usado para el desarrollo de indicadores ambientales. Sin embargo, después de probarlos a nivel nacional, el grupo de expertos sobre indicadores del desarrollo sostenible (IDS) descartó el formato IER en pro de una clasificación por cuestiones de política o temas y subtemas principales, con la energía como subtema con tres indicadores (utilización anual de energía *per cápita*, porcentaje de consumo de los recursos de energía renovable e intensidad del uso de energía). Se procedió así con el propósito de facilitar aún más la adopción de medidas y la medición de los resultados. En el marco revisado se abordan también los riesgos futuros, la correlación entre los temas, las metas de sostenibilidad y las necesidades sociales básicas.¹

En un momento dado, el conjunto de IDS de las Naciones Unidas contenía más de 130 indicadores. En la versión más reciente del conjunto figuran 58 indicadores, clasificados en cuatro dimensiones, 15 temas y 38 subtemas. El número de indicadores se redujo considerablemente cuando se hizo evidente que un conjunto excesivo de indicadores era poco manejable y difícil de emplear en la práctica.

2.2 Indicadores energéticos y desarrollo sostenible: Comisión sobre el Desarrollo Sostenible y Plan de Aplicación de Johannesburgo

El trabajo inicial sobre indicadores energéticos emprendido por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con contribuciones del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, la Agencia Internacional de Energía (AIE) y otras organizaciones nacionales e internacionales se presentó en el noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS-9),

¹ UNDESA, 2001. *Indicadores del desarrollo sostenible: directrices y metodologías*, 2ª edición, septiembre, Nueva York, NY, EE.UU. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

celebrado en 2001, bajo el título de ‘indicadores para el desarrollo energético sostenible’ (IDES). Durante dicho período de sesiones, la energía se convirtió en uno de los temas más señalados. En esa reunión se identificaron como problemas más acuciantes la mejora de la asequibilidad y el acceso a los servicios modernos de energía para los pobres de las zonas rurales y urbanas, así como el fomento de un menor derroche en el uso de los recursos energéticos por parte de los ricos. Se reconoció que la divulgación de información sobre tecnologías limpias y eficientes, buenas prácticas y políticas adecuadas representaba una contribución destacada al abastecimiento de energía para un desarrollo sostenible. La comunidad internacional puso de relieve que disponer de la información relevante era un factor que podría servir de orientación a los encargados de tomar las decisiones sobre políticas y opciones apropiadas en materia de suministro de energía y que los indicadores energéticos constituirían una herramienta para controlar las consecuencias de tales opciones. Entre las decisiones tomadas en el noveno período de sesiones de la Comisión por lo que hace a la mejora de los IEDS figuran, en lo que respecta a la energía, la definición de los aspectos clave de accesibilidad, eficiencia energética, energía renovable, tecnologías avanzadas aplicables a los combustibles fósiles, tecnologías para la energía nuclear, energía rural y energía y transporte.

Al año siguiente, durante la Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Johannesburgo, se examinó el tema de la energía. La comunidad internacional estudió las decisiones tomadas en el noveno período de sesiones de la Comisión y reconfirmó la importancia del acceso a la energía en el marco del Objetivo de Desarrollo del Milenio de reducir a la mitad, para el 2015, el porcentaje de personas que viven en la pobreza. La Cumbre Mundial acordó facilitar el acceso de los pobres a una energía segura y accesible, en el contexto de iniciativas políticas nacionales de mayor envergadura, encaminadas a impulsar un desarrollo sostenible. La Cumbre recomendó también efectuar cambios en las modalidades insostenibles de producción y consumo de energía. En el Plan de Aplicación de Johannesburgo (PAJ), aprobado por la Cumbre, se instó a todas las naciones, grupos e instituciones a tomar medidas inmediatas para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible establecidos en el Programa 21 y en la Cumbre de la Tierra + 5 y desarrollados en el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

El conjunto básico de indicadores energéticos, denominados ahora indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), ha sido diseñado con objeto de proporcionar información sobre las tendencias actuales en materia de energía, en un formato que simplifica la adopción de decisiones a nivel nacional, con miras a ayudar a los países a evaluar políticas energéticas efectivas destinadas a la adopción de decisiones en el ámbito del desarrollo sostenible. Los indicadores pueden servir para orientar la aplicación de las medidas solicitadas en la Cumbre Mundial, a saber, i) integrar la energía en los programas socioeconómicos, ii) combinar más energías renovables, eficiencia energética y tecnologías energéticas avanzadas para hacer frente a las necesidades crecientes de servicios de energía, iii) incrementar el porcentaje de modalidades de energía renovable, iv) reducir la combustión y venteo de gas, v) elaborar programas nacionales de eficiencia energética, vi) mejorar el funcionamiento y la transparencia de la información en los mercados de energía, vii) reducir las distorsiones del mercado y viii) prestar asistencia a los países en desarrollo en sus esfuerzos nacionales por facilitar servicios de energía a todos los sectores de su población.

Gracias a los indicadores se debería ver con mayor facilidad qué programas se necesitan para un desarrollo sostenible y así determinar qué estadísticas es preciso recopilar en materia de energía, así como el alcance imprescindible de las bases de datos regionales y nacionales.

2.3 Iniciativas de los organismos participantes relacionadas con los indicadores energéticos

Este informe es el resultado de una iniciativa interorganismos encabezada por el OIEA en colaboración con el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, la AIE, la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Se trata de un esfuerzo conjunto destinado a eliminar las duplicaciones y proporcionar a los usuarios una sola serie de indicadores energéticos aplicable en todos los países. Además de esa labor de cooperación interorganismos sobre los IEDS, cada uno de los participantes cuenta con programas en curso sobre indicadores energéticos o de energía/medio ambiente, que están, en cierta medida, interconectados. Estos programas han sido diseñados para supervisar y evaluar las tendencias en el ámbito del desarrollo sostenible en los correspondientes Estados Miembros y regiones. Esas actividades complementan el esfuerzo concertado de armonización presentado en este informe. A continuación se ofrece una breve descripción de los programas de los distintos organismos.

2.3.1 Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) e iniciativa IEDS/IDES

El OIEA inició este proyecto de indicadores en 1999, en colaboración con varias organizaciones internacionales, entre las que figuran la AIE y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, y algunos Estados Miembros del OIEA. Como se mencionó anteriormente, en un principio se llamaron indicadores del desarrollo energético sostenible (IDES). Más tarde, el nombre se cambió por el de Indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), a fin de dar cabida al punto de vista defendido por algunos usuarios de que el ‘desarrollo energético sostenible’ hace referencia sólo a la energía renovable y no al abanico más amplio de las modalidades de energía. El proyecto fue concebido con objeto de i) responder a la necesidad de disponer de un conjunto coherente de indicadores energéticos de aplicación universal, ii) prestar asistencia a los países en la creación de la capacidad estadística y energética necesaria para fomentar la sostenibilidad energética y iii) completar el trabajo sobre indicadores generales emprendido por la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible.

El proyecto consta de dos fases. En la primera (2000-2001), se identificó un conjunto potencial de indicadores energéticos del desarrollo sostenible y se elaboró el marco conceptual destinado a definir y clasificar esos indicadores. Durante la segunda fase, que comenzó en 2002, se perfiló el conjunto de indicadores así como el marco conceptual y se está demostrando la utilidad práctica del conjunto de indicadores en una serie de aplicaciones, mediante la incorporación de los indicadores a las bases de datos y herramientas analíticas pertinentes, empleándolos en los análisis estadísticos en curso (creación de capacidad) y ayudando a los países a servirse del sistema, a fin de supervisar sus estrategias energéticas, de conformidad con sus objetivos nacionales de desarrollo sostenible.

En la primera fase, se configuró el conjunto original de 41 indicadores, que se definió en función de las características IER asignadas, identificando las respuestas deseadas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas energéticos. Se estructuró un marco conceptual en el que se plasmaron los principales temas y subtemas, así como las interconexiones sistemáticas entre los indicadores. En abril de 2001² se presentaron en el noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible los resultados de la primera fase.

La segunda fase se inició con un esfuerzo coordinado encabezado por el OIEA, con miras a aplicar la serie de IEDS en los siguientes países: Brasil, Cuba, Federación de Rusia, Lituania, México, República Eslovaca y Tailandia. Estos países seleccionaron los subconjuntos concretos de los Indicadores que más se adecuaban a sus prioridades energéticas y los aplicaron al análisis de sus sistemas y políticas energéticas actuales y futuros. El programa de aplicación finaliza en 2005, acompañado por unos informes que resumirán sus hallazgos. También durante la segunda fase, se clasificó el proyecto IEDS como fruto de una asociación con la Cumbre Mundial y así se inscribió oficialmente ante la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible.

La segunda fase se ha beneficiado también de un esfuerzo paralelo, coordinado con otras organizaciones internacionales (AIE, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Eurostat y AEMA) que participan en el desarrollo de indicadores energéticos, con el propósito de perfilar el conjunto primitivo de indicadores. El conjunto final de indicadores energéticos en este informe se basa en su experiencia acumulada. Por consenso, se redujo el conjunto original de 41 indicadores a los 30 IEDS que constituyen el conjunto básico definitivo de indicadores energéticos presentado en este informe. Se redefinieron y fusionaron cierto número de indicadores; otros se clasificaron como indicadores auxiliares. Aunque el marco de referencia original seguía el modelo de IER, se modificó el conjunto para destacar los temas y subtemas principales con arreglo al mismo enfoque que la Comisión aplica a los IDS.

Los 30 IEDS aquí presentados están clasificados de conformidad con las tres principales dimensiones del desarrollo sostenible: la social (4 indicadores), la económica (16 indicadores) y la ambiental (10 indicadores). Cada grupo se subdivide a su vez en temas y subtemas. Los indicadores del conjunto básico de IEDS están, por tanto, en consonancia con los indicadores de la CDS publicados por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales en 2001³ y los complementan. Por otra parte, este informe interorganismos refleja el consenso de los principales expertos en torno a las definiciones, directrices y metodologías con miras a la promoción y utilización universal de los indicadores energéticos del desarrollo sostenible.

2.3.2 Agencia Internacional de Energía (AIE)

El proyecto sobre indicadores energéticos de la AIE se elaboró en 1996. El marco analítico y los datos recopilados al respecto se han convertido en instrumentos

² OIEA/AIE, 2001. *Indicators for Sustainable Energy Development*, presentados en el noveno período de sesiones de la CDS, Nueva York, abril de 2001. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)/Agencia Internacional de Energía (AIE).

³ UNDESA, 2001. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, 2ª edición, septiembre, Nueva York, NY, EE.UU.: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

importantes para la AIE en sus análisis de las novedades habidas en el uso de la energía. El punto de mira del proyecto de indicadores energéticos consiste en prestar asistencia a los países miembros de la AIE en el análisis de los factores que han repercutido en los cambios relativos a la utilización de la energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Los indicadores (y las bases de datos conexas) contribuyen a poner de relieve las interconexiones clave entre el uso de la energía, los precios de ésta y la actividad económica. Ese enfoque resulta decisivo a la hora de evaluar y supervisar las políticas pasadas y presentes de eficiencia energética y para el diseño de medidas futuras efectivas. Los datos recopilados para el proyecto de indicadores de la AIE se emplean también para otras actividades analíticas de la AIE, como la publicación *World Energy Outlook* y varios proyectos de eficiencia y tecnología de la energía en el marco de la Secretaría de la AIE.

Un objetivo destacado del trabajo de la AIE sobre indicadores es el de incrementar la transparencia y calidad de los datos referentes al uso de la energía. Así se dispone de una base más adecuada para comparar de modo significativo las novedades en materia de energía y emisiones de los distintos países, así como de una herramienta para medir los avances en la reducción de emisiones y las mejoras de la eficiencia en cada país a lo largo del tiempo. La AIE ha trabajado con los Países Miembros y con la Comunidad Europea con miras a garantizar la coherencia en la recopilación de datos y su carácter oficial. Recientemente, se ha dado cima a una base de datos con información sobre indicadores energéticos para la mayoría de los países de la AIE. La Agencia ha publicado varios informes sobre indicadores energéticos y, en 2004, lanzó una publicación en la que se ponían de relieve las conclusiones de su trabajo sobre indicadores.⁴ La AIE también está prestando asistencia a países que no pertenecen a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) a fin de mejorar sus estadísticas en el sector de la energía y elaborar indicadores energéticos, lo que incluye la colaboración con organizaciones internacionales como la Secretaría de la Carta de la Energía, la Eurostat, el Centro de Investigaciones Energéticas para Asia y el Pacífico (APEREC) y el OIEA.

En la edición 2004 del *World Energy Outlook*,⁵ la AIE introdujo un índice de desarrollo energético (IDE) para facilitar la comprensión del papel que la energía desempeña en el desarrollo humano. Se pretende que el índice se pueda utilizar como una simple medida polivalente de los progresos logrados por un país o región en su transición hacia los combustibles modernos y del grado de madurez del uso final de su energía. El IDE trata de valorar la calidad de los servicios de energía, así como su cantidad, y puede utilizarse para evaluar la necesidad de políticas que promuevan el uso de combustibles modernos y estimular la inversión en infraestructuras energéticas en cada región. Se calcula de forma que pueda reflejar el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

2.3.3 Eurostat

La Eurostat lleva colaborando más de 25 años con la AIE en la recopilación de datos y ha participado también más recientemente en la elaboración de indicadores. Como

⁴ AIE, 2004. *Oil Crisis and Climate Challenges: 30 years of Energy Use in IEA Countries*, París, Francia, Agencia Internacional de Energía.

⁵ AIE, 2004. *World Energy Outlook*, París, Francia: Agencia Internacional de Energía.

en casi todos los Países Miembros de la AIE, desde las crisis del petróleo del decenio de 1970, la política energética en la Unión Europea (UE) se ha centrado tradicionalmente en la seguridad y diversidad del suministro, la eficiencia energética y la competitividad. En la reunión de 1998 del Consejo Europeo⁶, celebrada en Cardiff, se introdujo el principio de integrar los problemas ambientales en una dimensión política más amplia, haciendo especial hincapié en la energía. Minimizar el daño al medio ambiente se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la política de energía sostenible de la Unión Europea (UE). El ‘Proceso de Cardiff’ subrayó la necesidad de disponer de indicadores para medir el avance y así elevó el perfil de la labor de los indicadores. La Eurostat publica anualmente, en formato de bolsillo, una serie de indicadores de integración en la esfera de la energía, basada en datos reunidos por la Eurostat y la AEMA

En junio de 2001, en la reunión del Consejo Europeo en Gotemburgo, se enmarcó el Proceso de Cardiff en una nueva versión ampliada de la Estrategia de Desarrollo Sostenible (EDS) de la UE. La EDS se basa en el principio de que deben examinarse de manera coordinada los efectos económicos, sociales y ambientales de todas las políticas antes de tomar cualquier decisión.

Los problemas de la energía se encuadran dentro de varios temas de la EDS. En lo tocante al cambio climático, el objetivo de la EDS estriba en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incrementando el uso de las energías renovables. Se aborda la salud pública, en la que destaca por su importancia la contaminación atmosférica causada por la quema de combustibles fósiles y se aborda el transporte. La energía es también de importancia fundamental para los compromisos asumidos por la UE, a raíz de la Cumbre Mundial y el Plan de Aplicación de Johannesburgo, en materia de producción y consumo y para la cooperación mundial y el buen gobierno.

Tras la adopción por la UE de la EDS, el Comité del Programa Estadístico de la UE⁷ estableció un Equipo de Tareas sobre indicadores de desarrollo sostenible que pudieran fomentar un enfoque común para el Sistema Estadístico Europeo. La presidencia del Equipo de Tareas corre a cargo de la dependencia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Eurostat y está compuesto por expertos de los Estados Miembros, países de la Asociación Europea de Libre Comercio, varios Directores Generales de Comisiones y organizaciones internacionales.⁸

2.3.4 Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

La AEMA es el organismo de la UE que se ocupa de proporcionar información fiable e independiente sobre el medio ambiente. Es una de las principales fuentes de información para todos los que tienen una responsabilidad en el desarrollo, adopción, aplicación y evaluación de políticas ambientales y para el público general.

Los indicadores son una herramienta muy valiosa en la labor de la AEMA de evaluar los progresos realizados en la consecución de los objetivos de proteger el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible. El trabajo de la AEMA en el ámbito de

⁶ El Consejo Europeo está constituido por los Jefes de Estado de los Estados Miembros de la UE y se reúne como mínimo cada seis meses.

⁷ El Comité del Programa Estadístico está integrado por los directores generales de los institutos de estadística de los Estados Miembros de la UE.

⁸ Para más detalles, véase <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/dsis/susdevind/home>.

los indicadores abarca el aspecto ambiental del desarrollo sostenible y está basado en el llamado marco de evaluación IPEIR (Impulsos, Presiones, Estado del medio ambiente, Impactos y Respuestas sociales).

La AEMA ha elaborado una serie de 25 indicadores para energía y medio ambiente, que es objeto de actualizaciones periódicas. En consonancia con el mandato de la AEMA, estos indicadores hacen mayor hincapié en el medio ambiente que los de la AIE o de Eurostat⁹ y, en conjunto, permiten evaluar el avance hacia la integración ambiental en Europa por sectores energéticos. En los indicadores se describe el desarrollo del sector en Europa y sus repercusiones sobre el medio ambiente, así como las medidas de política conexas. Estos indicadores no sólo abarcan la situación actual, sino también las tendencias y perspectivas; y, lo que es más importante, apuntan a las condiciones de cambio que se necesitan para progresar hacia una política energética más sostenible, que redunde en beneficio del medio ambiente.

⁹ En http://themes.eea.eu.int//Sectors_and_activities/energy, se puede encontrar mayor información sobre la labor de la AEMA en materia de energía y de indicadores ambientales, incluido el primer informe de la UE (http://report.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_31/en).

3. INDICADORES ENERGÉTICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

En el presente capítulo se examinan los indicadores del conjunto básico de Indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), estructurados en dimensiones, temas y subtemas, de conformidad con el mismo marco conceptual empleado por la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (CDS). En la Tabla 3.1 figura una lista de los indicadores que constituyen el núcleo básico de IEDS. Hay 30 indicadores, clasificados en tres dimensiones (social, económica y ambiental). Éstas se subdividen a su vez en 7 temas y 19 subtemas. Es menester señalar que, dadas las numerosas interrelaciones entre estas categorías, algunos indicadores pueden incluirse en más de una dimensión, tema o subtema. Asimismo, cada indicador puede representar a un grupo de indicadores conexos, necesarios para evaluar un aspecto concreto.

Tabla 3.1: Lista de indicadores energéticos del desarrollo sostenible

Social				
Tema	Subtema	Indicador energético		Componentes
Equidad	Accesibilidad	SOC1	Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales	<ul style="list-style-type: none"> – Hogares (o población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales – Numero total de hogares o población total
	Asequibilidad	SOC2	Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad	<ul style="list-style-type: none"> – Ingresos de los hogares dedicados a combustibles y electricidad – Ingresos de los hogares (del total y del 20% más pobre de la población)
	Disparidades	SOC3	Uso de energía en los hogares por grupo de ingresos y combinación de combustibles utilizados	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía por hogar para cada grupo de ingresos (quintiles) – Ingresos del hogar por cada grupo de ingresos (quintiles) – Combinación de combustibles utilizada por cada grupo de ingresos (quintiles)
Salud	Seguridad	SOC4	Víctimas mortales de accidentes por la energía producida por la cadena de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> – Víctimas mortales anuales por cadenas de combustibles – Producción anual de energía

Económico

Tema	Subtema	Indicador energético		Componentes
Patrones de uso y producción	Uso global	ECO1	Uso de energía <i>per capita</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía (suministro total de energía primaria, consumo final total y uso de electricidad) – Población total
	Productividad global	ECO2	Uso de energía por unidad de PIB	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía (suministro total de energía primaria, consumo final total y uso de electricidad) – PIB
	Eficiencia del suministro	ECO3	Eficiencia de la conversión y distribución de energía	<ul style="list-style-type: none"> – Pérdidas en los sistemas de transformación incluidas las pérdidas en la generación, transmisión y distribución de electricidad
	Producción	ECO4	Relación reservas/ producción	<ul style="list-style-type: none"> – Reservas recuperables comprobadas – Producción total de energía
		ECO5	Relación recursos/ producción	<ul style="list-style-type: none"> – Recursos totales estimados – Producción total de energía
	Uso final	ECO6	Intensidades energéticas de la industria	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía en el sector industrial y por rama de manufacturas – Valor agregado correspondiente
		ECO7	Intensidades energéticas del sector agrícola	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía en el sector agrícola – Valor agregado correspondiente
		ECO8	Intensidades energéticas del sector comercial/de los servicios	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía en el sector de los servicios/comercial – Valor agregado correspondiente
		ECO9	Intensidad energética de los hogares	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía en los hogares y por usos finales clave – Numero de hogares, superficie edificada, personas por hogar, propiedad de aparatos electrodomésticos

		ECO10	Intensidades energéticas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> – Uso de energía en el transporte de pasajeros y de carga, y por modalidad – Pasajeros/km recorridos y toneladas/km de carga transportada, y por modalidad
	Diversificación (Combinación de combustibles)	ECO11	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad	<ul style="list-style-type: none"> – Suministro de energía primaria y consumo final, generación de electricidad y capacidad de generación por tipo de combustible – Suministro total de energía primaria, consumo final total de energía, generación de electricidad total y capacidad total de generación
		ECO12	Porcentaje de energía no basada en el carbono en la energía y electricidad	<ul style="list-style-type: none"> – Suministro primario, generación de electricidad y capacidad de generación por energía no basada en el carbono – Suministro total de energía primaria, generación total de electricidad y capacidad total de generación
		ECO13	Porcentaje de energías renovables en la energía y electricidad	<ul style="list-style-type: none"> – Suministro de energía primaria, consumo final y generación de electricidad y capacidad de generación por energías renovables – Suministro total de energía primaria y consumo final total de energía, generación de electricidad total y capacidad de generación total
	Precios	ECO14	Precios de la energía de uso final por combustible y sector	<ul style="list-style-type: none"> – Precios de la energía (con y sin impuestos/subvenciones)
Seguridad	Importaciones	ECO15	Dependencia de las importaciones netas de energía	<ul style="list-style-type: none"> – Importaciones de energía – Suministro total de energía primaria
	Reservas estratégicas de combustibles	ECO16	Reservas de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente	<ul style="list-style-type: none"> – Reservas de combustibles críticos (por ejemplo, petróleo, gas, etc.) – Consumo de combustibles críticos

Medio ambiente				
Tema	Subtema	Indicador energético		Componentes
Atmósfera	Cambio climático	ENV1	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, <i>per cápita</i> y por unidad de PIB	<ul style="list-style-type: none"> – Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la producción y uso de energía – Población y PIB
	Calidad del aire	ENV2	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> – Concentración de contaminantes de la atmósfera
		ENV3	Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos	<ul style="list-style-type: none"> – Emisiones contaminantes a la atmósfera
Agua	Calidad del agua	ENV4	Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de los sistemas energéticos incluidas las descargas de petróleo	<ul style="list-style-type: none"> – Descargas de contaminantes en efluentes líquidos
Tierra	Calidad de los suelos	ENV5	Zonas del suelo en las que la acidificación supera la carga crítica	<ul style="list-style-type: none"> – Zona del suelo afectada – Carga crítica
	Bosques	ENV6	Tasa de deforestación atribuida al uso de energía	<ul style="list-style-type: none"> – Zona forestal en dos momentos diferentes – Utilización de la biomasa
	Generación y gestión de desechos sólidos	ENV7	Relación entre la generación de desechos sólidos y las unidades de energía producida	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de desechos sólidos – Energía producida

Medio ambiente				
Tema	Subtema	Indicador energético		Componentes
		ENV8	Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y el total de desechos sólidos generados	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de desechos sólidos adecuadamente evacuados – Cantidad total de desechos sólidos
		ENV9	Relación entre los desechos sólidos radiactivos y las unidades de energía producida	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de desechos radiactivos (acumulación durante un periodo de tiempo determinado) – Energía producida
		ENV10	Relación entre los desechos sólidos radiactivos en espera de evacuación y el total de desechos sólidos radiactivos generados	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de desechos radiactivos a la espera de su evacuación – Volumen total de desechos radiactivos

3.1 Los indicadores como medida de progreso

Algunos de estos indicadores son un instrumento inequívoco para medir los progresos realizados; sirven para diferenciar claramente las tendencias deseables de las indeseables. La mayoría de los indicadores sociales y ambientales pertenecen a esa categoría, incluidos indicadores como el SOC4 (víctimas mortales de accidentes), el ENV3 (emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos) y el ENV6 (tasa de deforestación atribuida al uso de energía). Sin embargo, hay varios indicadores que deben ser interpretados en su contexto; por ejemplo, según las opciones de desarrollo seleccionadas, puede haber un aumento temporal de efectos indeseables hasta que se alcance un nivel de desarrollo más elevado, lo que representa una gran ventaja, que podría compensar con creces los inconvenientes pasajeros. Otro ejemplo es cuando la disponibilidad de combustibles comerciales – por ejemplo, el queroseno – incrementa en los países en desarrollo el porcentaje de los ingresos gastados por una familia en energía (SOC2). Desde una perspectiva social, quizá no deba atribuirse a este factor un valor negativo, ya que la recogida no comercial de leña supone con frecuencia una pérdida considerable de tiempo productivo y la quema de ese material a menudo tiene repercusiones importantes sobre la salud.

Otros indicadores no están diseñados para distinguir entre ‘bueno’ y ‘malo’, sino más bien para describir y ofrecer una indicación sobre un aspecto de la utilización de energía. La mayoría de los indicadores económicos pertenece a esa categoría. Cabe citar, entre ellos, los indicadores ECO1 (uso de energía *per cápita*) y ECO3 (eficiencia de la conversión y distribución de energía). En un país dado, el uso de la energía *per cápita* puede ser bajo debido a que el país es muy pobre o a que tiene una alta eficiencia energética y la economía se basa más en los servicios que en la industria pesada. Es posible que la relación energía final/energía primaria sea elevada, por el hecho de que el país cuenta con un sistema energético rudimentario en el que la energía primaria y la final son una y la misma cosa, o que sea elevada porque el país disfruta de una economía avanzada y de una transformación eficiente de la energía.

Los indicadores energéticos deben interpretarse en el contexto de la economía de cada país y de sus recursos energéticos. Una economía dominada por la extracción y elaboración primarias tendrá un uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) relativamente alto, por muy eficiente que sea. Esto no significa que el país deba olvidarse de desarrollar su base de recursos.

También hay que tomar en consideración los cambios estructurales en la economía. Por ejemplo, construir una fundición de aluminio grande y moderna, en un país que dependía hasta entonces de una agricultura de subsistencia y de la ayuda extranjera, podría repercutir en un marcado aumento del indicador ECO6 (intensidades de la energía industrial), pero también podría generar ingresos de exportación y, por consiguiente, mejorar los niveles de estos últimos.

No obstante, los indicadores tomados en conjunto y en su contexto, sin olvidar las diferencias intrínsecas entre países, ofrecen una perspectiva adecuada del sistema energético de un país. A medida que los indicadores vayan evolucionando con el tiempo, se convertirán en buenos marcadores del progreso y de los cambios subyacentes. Ello servirá para orientar las políticas y encauzar las decisiones sobre inversiones en energía, control de la contaminación e industria.

Por último, el uso de indicadores puede ayudar a ofrecer una respuesta a las preguntas relativas a los costos externos, que son, a menudo, difíciles de cuantificar. Los mercados energéticos pueden asumir y, de hecho, asumen la internalización de algunos ‘costos externos’ de la energía a través de respuestas más o menos eficientes a incentivos económicos y reguladores más o menos correctos. Sin embargo, ciertos costos externos son difíciles de internalizar, por lo que recaerán sobre la sociedad. Entre esos factores externos hay que mencionar la mala salud, los estragos ambientales y la caída del valor de las propiedades causada por las refinerías de petróleo, las líneas de alta tensión y otras instalaciones relacionadas con la energía.

¿Qué costo debe atribuirse a una tonelada de óxidos nitrosos emitidos por una central eléctrica que funciona con gas o carbón, a una tonelada de residuos radiactivos de una central nuclear o al deterioro de un paisaje por las turbinas eólicas? ¿Qué sanciones o subsidios¹ deben adjudicarse a cada tecnología energética? Gracias a la cuantificación de la intensidad energética, de los accidentes y las consecuencias ambientales por unidad de energía, los indicadores permiten evaluar comparativamente estrategias y

¹ AEMA, 2004. *Energy Subsidies in the European Union: A Brief Overview*. Informe técnico 1/2004. Copenhague, Dinamarca: Agencia Europea de Medio Ambiente.

alternativas, y ayudan a los encargados de la adopción de políticas a tomar decisiones sobre las medidas apropiadas, incluidas las sanciones o subvenciones, y a promover un desarrollo energético eficiente y sostenible. Se están elaborando indicadores que reflejen el grado de internalización de los costos externos y que podrán incorporarse a su debido tiempo a los IEDS.

3.2 Dimensiones del desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible significa fundamentalmente la posibilidad de mejorar la calidad de vida, de un modo que sea sostenible económica y ambientalmente, a largo plazo, con el respaldo de la estructura institucional del país. Por esa razón, el desarrollo sostenible abarca cuatro grandes dimensiones: la social, la económica, la ambiental y la institucional. Los indicadores se clasifican con arreglo a tres dimensiones: social, económica y ambiental; se considera que las cuestiones institucionales constituyen, en gran medida, respuestas, y no se cuantifican fácilmente como indicadores. Aunque una estructura institucional sólida resulta imprescindible para un sistema energético fiable y eficiente, aún no se han ultimado los indicadores que reflejen esa dimensión institucional, y que podrán integrarse más adelante en los IEDS.

3.2.1 Dimensión social

La disponibilidad de energía tiene una repercusión directa sobre la pobreza, las oportunidades de empleo, la educación, la transición demográfica, la contaminación en ambientes cerrados y la salud, y posee implicaciones relacionadas con el género y la edad. En los países ricos, con sólo pulsar un interruptor se dispone de energía para la iluminación, la calefacción y la preparación de comida. La energía es limpia, segura, fiable y asequible. En los países pobres, se requieren hasta seis horas al día para recoger leña y estiércol destinados a preparar la comida y calentarse y, usualmente, esa tarea recae sobre las mujeres, que podrían, de no ser así, dedicarse a tareas más productivas. En las zonas en donde se puede encontrar en el comercio carbón, carbón vegetal y/o parafina, esos combustibles absorben una parte importante de los ingresos mensuales del hogar. Un equipamiento y una ventilación inadecuados suponen que esos combustibles, quemados dentro de la casa, pueden originar un alto nivel de enfermedades y muertes, debido a la contaminación atmosférica y los incendios.

Este ejemplo sirve para ilustrar los dos temas de la dimensión social: equidad y salud. La equidad social es uno de los pilares fundamentales en los que se apoya el desarrollo sostenible, que abarca, a su vez, la imparcialidad y universalidad con las que se distribuyen los recursos energéticos, se facilita el acceso a los sistemas de energía y se formulan los regímenes de precios para garantizar la asequibilidad. La energía debería ser un bien al alcance de todos, a un precio justo.

Los indicadores de equidad incluyen los subtemas de accesibilidad, asequibilidad y disparidades. Debido a la falta de acceso a formas modernas de energía (por no estar conectados, por ejemplo, a la red de electricidad), los hogares pobres no sólo gastan en energía un porcentaje mayor de sus ingresos que los hogares ricos, sino que frecuentemente tienen que pagar más, en términos absolutos, por unidad de energía útil. Un hogar en un municipio africano ha de abonar a menudo una cantidad mayor por el carbón o la parafina necesarios para cocinar una comida que una familia en una ciudad europea por la electricidad gastada para preparar la misma cantidad de alimentos. La falta de electricidad limita las oportunidades de trabajo y la

productividad, ya que, sin electricidad sólo es posible utilizar las herramientas y el equipo más sencillos. También suele significar, entre otras limitaciones, una iluminación inadecuada, un sistema de telecomunicaciones insuficiente y la carencia absoluta de refrigeración.

Unos ingresos restringidos (asequibilidad limitada) pueden obligar a los hogares a hacer uso de combustibles tradicionales y tecnologías ineficientes, y el tiempo que se tarda en buscar y recoger leña es un tiempo no dedicado a cultivar los campos o a otras formas de trabajo. Normalmente, los pobres tienen que gastar un elevado porcentaje de sus ingresos en combustibles energéticos indispensables, como los necesarios para tareas como la cocina y la calefacción.

Pueden existir disparidades en el acceso o la asequibilidad entre regiones y grupos de ingresos dentro de la misma región. Las disparidades en el seno de un país o entre países tal vez sean fruto de marcadas desigualdades en la distribución de los ingresos, de redes inadecuadas de transporte y distribución de energía y de grandes diferencias geográficas entre regiones. En muchos países, las marcadas disparidades entre los ingresos de los hogares y la asequibilidad de la energía constituyen un grave problema para los barrios de bajos ingresos, tanto en zonas urbanas como en zonas rurales, aunque haya servicios de energía comercial disponibles.

Los indicadores de accesibilidad y asequibilidad son un claro marcador de los progresos realizados por la vía del desarrollo. Reflejan también una mejora en la situación de las mujeres, dado que son éstas, invariablemente, las que soportan la carga de buscar el combustible en los países pobres. Con una energía comercial de fácil obtención, esas mujeres dispondrán de más tiempo para mejorar su suerte y la de sus hijos.

El uso de la energía no debería perjudicar a la salud humana, sino más bien promoverla, gracias a la mejora de las condiciones de vida. No obstante, la producción de energía conlleva la posibilidad de provocar daños o enfermedades, puesto que favorece la contaminación o los accidentes. Uno de los objetivos sociales consiste en reducir o eliminar esos impactos negativos. Entre los indicadores de salud figura el subtema de la seguridad, que comprende los accidentes mortales ocasionados por la extracción, conversión, transmisión/distribución y uso de la energía. Las plataformas petrolíferas y, en particular, las minas de carbón, están expuestas a accidentes que lesionan, mutilan o matan a las personas. Las refinerías de petróleo y las centrales eléctricas pueden liberar emisiones a la atmósfera que causan enfermedades pulmonares o respiratorias. Sin embargo, por unidad de energía, el número de víctimas imputable a la utilización de energía en los hogares es, a menudo, mucho más elevado. Por ejemplo, en los asentamientos ilegales o no autorizados, abundan los incendios en los que mueren o resultan heridas las personas. En las viviendas en las que se quema carbón, leña y queroseno para cocinar y calentarse en chimeneas y estufas tradicionales, se dan altos niveles de enfermedades respiratorias, especialmente en los niños.

3.2.2 Dimensión económica

Las economías modernas dependen de un suministro de energía seguro y adecuado, y los países en desarrollo necesitan tenerlo garantizado como condición *sine qua non* para su industrialización. Todos los sectores de la economía – residencial, comercial, transporte, servicios y agricultura – exigen servicios de energía modernos. A su vez,

estos servicios, fomentan el desarrollo económico y social a nivel local, elevando la productividad y promoviendo la generación local de ingresos. El suministro de energía afecta a los puestos de trabajo, productividad y desarrollo. La electricidad es la forma dominante de energía para las comunicaciones, la tecnología de información, las manufacturas y servicios.

Los indicadores económicos se subdividen en dos temas: patrones de uso y producción y seguridad. El primero contiene los subtemas de uso global, productividad global, eficiencia del suministro, producción, uso final, diversificación (combinación de combustibles) y precios. El segundo, los subtemas de importaciones y reservas estratégicas de combustibles.

El ECO2 (uso de energía por unidad de PIB) es un marcador de intensidad energética agregada. Se presta gran atención a las eficiencias y a las intensidades, agregadas y desagregadas, en la definición de la sostenibilidad de las tendencias de consumo. Sin embargo, se recomienda una cierta cautela en la interpretación de estos indicadores. Un país cuya economía esté basada en la banca y el comercio utilizará menos energía por unidad de PIB que otro cuya economía dependa de la fabricación de acero y de la transformación del mineral de hierro. Teniendo en cuenta la estructura de la economía, estos indicadores pueden detectar variaciones en la eficiencia energética, que, a su vez, podrían estar ligadas a cambios en las tecnologías, la combinación de los combustibles, o las preferencias o el comportamiento del consumidor.

El ECO3 (eficiencia de la conversión y distribución de energía) controla la eficiencia energética en los procesos de transformación, como las centrales eléctricas. De nuevo, es indispensable tomar en consideración la naturaleza de la economía. Las comunidades neolíticas habrían tenido todas una ratio de 1,0, ya que no disponían en absoluto de procesos de elaboración. Gracias a los indicadores de producción, cabe estudiar la energía usada en comparación con los recursos energéticos nacionales.

Hay indicadores para la intensidad de energía de los distintos sectores. Dado que son específicos para cada sector, pueden constituir una buena referencia de la eficiencia energética, la estructura económica y la antigüedad de las instalaciones y el equipamiento. Sin embargo, los cambios medidos por el valor agregado están sujetos a las cotizaciones mundiales de los productos básicos y a las fluctuaciones de la moneda en los sectores dependientes del comercio, en los que los indicadores pueden oscilar de manera espectacular, sin tener nada que ver con cambios reales en la eficiencia o en la práctica. Por ello, esos indicadores deben interpretarse con gran cautela.

El ECO11, que ofrece los porcentajes de energía de los diferentes combustibles, aporta una perspectiva útil de la combinación del suministro primario de energía y refleja la extensión de la diversificación energética.

Los precios de la energía de uso final y por sector (ECO14) tienen una indiscutible importancia económica. Un sistema práctico de fijación de precios para la energía es un factor clave para un aprovisionamiento y una utilización eficaces de la misma y para niveles socialmente eficientes de reducción de la contaminación. Los precios de la energía y los impuestos y subvenciones conexos pueden estimular un uso idóneo de ésta o mejorar los niveles de acceso, o generar ineficiencias en su suministro, distribución y consumo. Si bien cabe considerar que los precios relativamente altos de los combustibles comerciales funcionan como barreras para el acceso a la energía, se

necesitan precios que cubran el costo del suministro para atraer inversiones hacia un sistema de abastecimiento seguro y fiable.

Para muchos países, la cuestión de cómo abordar la seguridad energética constituye uno de los objetivos más destacados en el ámbito de los criterios de desarrollo sostenible. Las interrupciones en el suministro de energía pueden ocasionar graves pérdidas financieras y económicas. Si se pretende apoyar las metas del desarrollo sostenible, debe haber energía disponible en todo momento, en cantidades suficientes y a precios asequibles. Es indispensable un abastecimiento seguro de energía para mantener la actividad económica y facilitar a la sociedad servicios dignos de confianza. Resulta fundamental supervisar las tendencias de las importaciones netas de energía y la disponibilidad de reservas apropiadas de combustibles críticos, con objeto de evaluar la seguridad energética.

3.2.3 Dimensión ambiental

La producción, distribución y consumo de energía dan lugar a presiones sobre el medio ambiente en el hogar, el lugar de trabajo y la ciudad y a nivel nacional, regional y mundial. Los impactos ambientales dependen en gran medida de la forma en que se produce y se utiliza la energía, de la combinación de combustibles, la estructura de los sistemas energéticos y las medidas de reglamentación conexas en materia de energía y de estructura de los precios. Las emisiones de gases procedentes de la quema de combustibles fósiles contaminan la atmósfera. Las grandes presas hidroeléctricas causan el encenagamiento de las aguas. Los dos ciclos de combustible, basados respectivamente en el carbón y en la energía nuclear, emiten algún tipo de radiación y generan desechos. Las turbinas eólicas pueden desfigurar un hermoso paisaje y la recogida de leña, acarrear la deforestación y la desertificación.

Los indicadores ambientales se clasifican en tres temas: atmósfera, agua y tierra.

Los subtemas de la atmósfera son el cambio climático y la calidad del aire. Entre los problemas prioritarios figura la acidificación, la formación de ozono troposférico y las emisiones de otros contaminantes que afectan a la calidad del aire en las ciudades. Las emisiones de gases de efecto invernadero constituyen un elemento clave en el debate para determinar si la actividad humana está cambiando el clima a peor. Entre los contaminantes de la atmósfera que mayor preocupación suscitan, hay que citar los óxidos de azufre y de nitrógeno, el monóxido de carbono y el material particulado (estos dos últimos revisten una trascendencia especial en la contaminación de espacios cerrados). Esos contaminantes pueden dañar la salud humana y provocar problemas respiratorios, cáncer, etc.

Otros dos subtemas destacados de la dimensión ambiental son la calidad del agua y de la tierra. La tierra es algo más que un espacio físico y un mapa topográfico de la superficie; es, en sí misma, un recurso natural de gran magnitud, constituido por el suelo y el agua, esencial para el cultivo de los alimentos y para proporcionar un hábitat a diversas comunidades de plantas y animales. Las actividades relacionadas con la energía pueden provocar la degradación y la acidificación de la tierra, que afectan a la calidad del agua y a la productividad agrícola. El uso de la leña como combustible (no comercial) puede acarrear la deforestación, que, en ciertos países, repercute en la erosión y la pérdida de suelos. Algunos países tienen un largo historial de deforestación sistemática. Aunque muchos disponen de legislación ambiental con

el propósito de evitar una mayor degradación de la tierra, los daños siguen afectando a zonas muy extensas.

La tierra también puede verse afectada por los procesos de transformación de energía que, a menudo, producen desechos sólidos, incluyendo residuos radiactivos, que requieren una eliminación adecuada. La calidad del agua se ve alterada por las descargas de contaminantes en efluentes líquidos de los sistemas energéticos, en particular durante el proceso de extracción minera de los recursos energéticos.

3.2.4 Dimensión institucional

Los IEDS no incluyen todavía indicadores institucionales. Esos indicadores son los más difíciles de definir, debido a dos razones. En primer lugar, tienden a aplicarse a problemas que son, por su naturaleza, complicados de medir en términos cuantitativos. Muchos de ellos se refieren al futuro y requieren un análisis dinámico, basado en proyecciones de la producción y utilización de la energía, así como de las inversiones pertinentes. En segundo lugar, las variables medidas por los indicadores institucionales tienden a ser respuestas estructurales o políticas a las necesidades de desarrollo sostenible.

Por ejemplo, los indicadores institucionales pueden ayudar a medir no sólo la existencia sino también la efectividad de los planes o estrategias nacionales de desarrollo sostenible y la capacidad estadística en la esfera de la energía, así como la capacidad analítica o la pertinencia y efectividad de las inversiones en el fortalecimiento de la capacidad, la educación o la investigación y el desarrollo. Los indicadores institucionales podrían contribuir también a supervisar los progresos realizados en la creación de instituciones apropiadas y eficaces de legislación, reglamentación y aplicación destinadas a los sistemas energéticos.

La infraestructura es la espina dorsal de cualquier sistema energético nacional. Los países deben vigilar el estado de sus principales infraestructuras energéticas, a fin de asegurar un futuro energético sostenible. Actualmente, muchos países dependen de infraestructuras energéticas de gran envergadura, que son obsoletas, ineficientes, insuficientes o inaceptables desde el punto de vista ambiental.

3.3 Cómo adaptarse a las prioridades nacionales de sostenibilidad y desarrollo

Se imponen ciertas cautelas en el uso de los IEDS y su interpretación para supervisar los avances hacia un desarrollo energético sostenible. Desde la publicación del Informe Brundtland, los países comenzaron a definir sus propios objetivos y prioridades de desarrollo sostenible, dando así cabida a los recursos, necesidades, aspiraciones y condiciones sociales y económicas nacionales. Por consiguiente, hay que configurar las estrategias de desarrollo sostenible para adaptarlas a una amplia gama de definiciones de lo que puede abarcar un desarrollo sostenible ideal, y la verificación del éxito de tales estrategias a través de los indicadores debe evitar así mismo definiciones o juicios demasiado rigurosos en relación con lo que resulta deseable y necesario para todos.

Cabe la posibilidad, por ejemplo, de que una economía sea sostenible sin desarrollo. Ésto era lo que ocurría con los grupos de cazadores-recolectores que vivieron hace veinte mil años. También es posible que en un país se dé un desarrollo sin que sea sostenible. Ése sería el caso de un país que dependiera absolutamente de una industria

pesquera lucrativa y muy eficiente, que generase altos niveles de ingresos, favoreciendo así las inversiones en escuelas, hospitales, galerías de arte y servicios de asistencia pública, pero que agotase así mismo las reservas de peces. Un país así podría alcanzar un elevado grado de desarrollo, pero ese desarrollo no sería sostenible, dado que estaría destruyendo su fuente de ingresos.

Sin embargo, también es cierto que el agotamiento de los recursos no implica necesariamente un desarrollo insostenible. Por definición, si una fuente de energía no es renovable, su explotación, sea del tipo que fuere, es irreversible. Pero ello no significa que no debería nunca ser utilizada. Imaginemos un país con yacimientos de gas natural que consume todo el gas en una forma calculada para atraer fondos que le permitan consolidar su economía y su nivel tecnológico y que posteriormente adopta otra forma de energía – por ejemplo, renovable o a base de combustibles importados. Esto puede representar un desarrollo sostenible. El agotamiento de los yacimientos de gas en una generación no compromete necesariamente el suministro energético de futuras generaciones.

Paradójicamente, todas las crisis económicas y ambientales de agotamiento de un recurso en el pasado se han producido por haberse esquilmo los recursos renovables – sobreexplotación pesquera, sobrepastoreo, tala de árboles excesiva, etc., – lo que no hace sino resaltar la importancia de no explotar los recursos renovables a un ritmo más rápido que su tasa de reposición natural.

Los indicadores, con una posible excepción, no distinguen individualmente entre un enfoque de sostenibilidad o de desarrollo. La posible excepción es el SOC1 (porcentaje de hogares sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales). Se trata, claro es, de un indicador exclusivamente de desarrollo y no de sostenibilidad. El resto de los indicadores puede reflejar uno u otro enfoque. Sin embargo, utilizados juntos y en el contexto de las circunstancias particulares de un país, pueden usarse para evidenciar su progreso hacia la consecución de un desarrollo sostenible y de los objetivos establecidos en la estrategia concreta del país al respecto.

3.4 Cómo establecer conexiones y nexos de causalidad

Si se quiere emplear los indicadores para orientar la adopción de medidas y decisiones estratégicas, deberán dar alguna pista sobre dónde aplicar la presión oportuna y dónde poner en marcha los cambios que puedan conducir a los resultados apetecidos. Por lo tanto, la capacidad de determinar las conexiones, sumada a algunas nociones de causalidad, constituye una valiosa característica de lo que es la supervisión de una política por medio de indicadores. Observar las tendencias sin saber cómo incidir en ellas no tiene utilidad para un desarrollo estratégico.

Aún no es posible comprender del todo cómo cada actividad económica influye en todas las demás y cómo encaja en el conjunto. No obstante, cabe establecer relaciones causa-efecto de validez general para analizar las economías y orientar la adopción de políticas. Los indicadores pueden ayudar a explicarnos algunos de los efectos que la producción y el consumo de energía tienen sobre la economía y el medio ambiente. Conectando esos indicadores y comprobando las modificaciones en sus valores, debería ser posible observar los efectos que los cambios en la producción y la utilización de la energía inducen en la economía, la sociedad y el medio ambiente.

En términos generales, un conjunto de nexos causa-efecto permite a los encargados de la adopción de políticas verificar las trayectorias y los efectos subsidiarios desde el inicio de aplicación de una política hasta llegar a sus impactos, con objeto de detectar las conexiones en el ámbito de la energía y perfilar más específicamente las metas de las políticas.

En un principio se diseñó un modelo de relaciones causa-efecto para identificar y clasificar a los IEDS, empleando los parámetros de impulso, estado y reacción (IER). Organizaciones internacionales como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Agencia Internacional de Energía (AIE), el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, la Eurostat y la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) aplican modelos similares. Entre éstos figuran, por ejemplo, el modelo presión-estado-reacción (PER), elaborado por la OCDE para clasificar los diferentes indicadores ambientales y el marco de referencia IPEIR (Impulsos, Presiones, Estado del medio ambiente, Impactos y Respuestas sociales) concebido por la AEMA.

En el marco de referencia PER se describen los indicadores para las *presiones* ambientales como las presiones ‘directas’ e ‘indirectas’ ejercidas sobre el medio ambiente. Estas presiones indirectas se denominan impulsos en otros modelos. Los indicadores para el *estado* del medio ambiente hacen referencia a la calidad de éste y a la calidad y cantidad de recursos naturales. Los indicadores para las *respuestas* sociales miden cómo responde la sociedad a las preocupaciones ambientales a través de acciones y reacciones individuales y colectivas.²

En el marco de referencia IPEIR, los *impulsos* son las causas subyacentes del problema; las *presiones* son las descargas de contaminantes al medio ambiente; el *estado* es la situación del medio ambiente; los *impactos* son los efectos de la degradación ambiental; y las *respuestas* son las medidas tomadas para reducir los impulsos y presiones sobre el medio ambiente o mitigar el impacto y los efectos sobre el estado del medio ambiente. La AEMA utiliza el marco de referencia IPEIR para clasificar sus indicadores ambientales.³

Como se señaló anteriormente, debido a la complejidad del tema y a las dificultades que entrañan las definiciones, la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible abandonó la clasificación de los indicadores en las categorías de impulso, estado y reacción (IER). Por consiguiente y, en virtud del mismo enfoque empleado actualmente por la Comisión sobre los Indicadores del Desarrollo Sostenible (IDS), los IEDS se clasifican ahora simplemente con arreglo al marco de referencia de temas y subtemas. En dicho marco se hace hincapié en los problemas de política y su utilidad radica en detectar las correlaciones entre temas, definir las metas de desarrollo sostenible y las necesidades básicas de la sociedad. Además, el marco temático ha demostrado ser más fácil de entender y aplicar a nivel de los países. Sin embargo, al interpretar los indicadores, deberá tenerse cuidado a la hora de atribuir una relación de causalidad,

² OECD, 2000. Environmental Performance Indicators: OECD Overview, en *Towards Sustainable Development: Indicators to Measure Progress*, Actas de la Conferencia de Roma de la OCDE. París, Francia: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

³ AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague, Dinamarca: Agencia Europea para el Medio Ambiente.

debido a que los indicadores en algunas ocasiones muestran tendencias similares, pero que no están conectadas entre sí.

3.5 Datos y estadísticas para los indicadores

Para que los indicadores sean herramientas fiables y útiles, es necesario que cuenten con el respaldo de una base sólida de datos estadísticos, válidos y coherentes. Obtener datos de confianza, exactos, completos y recientes exige un esfuerzo considerable. Los indicadores se han estructurado para simplificar esta tarea al máximo, y las hojas de metodología que figuran en el informe están concebidas para facilitar el proceso. La introducción de los IEDS a escala nacional constituirá forzosamente una mejora en los procedimientos estadísticos y en la capacidad de análisis.

Los indicadores también deberán contribuir a aclarar cuáles son las prioridades de cada país. Esto les ayudará a concentrar sus competencias estadísticas en los sectores más idóneos. Dado que los indicadores energéticos constituyen marcadores de las tendencias sociales, económicas y ambientales, serán de utilidad para los departamentos pertinentes del gobierno, que disponen de sus propias bases de datos. Esto debería contribuir a mejorar las bases de datos y coordinar los servicios estadísticos de dichos departamentos.

3.6 Estadísticas auxiliares/indicadores

La configuración e interpretación de los indicadores energéticos exige el uso de una serie de estadísticas auxiliares que miden, por ejemplo, la demografía, la riqueza, el desarrollo económico, el transporte, la urbanización, etc. Algunas de esas estadísticas abarcan:

- la población;
- el PIB *per cápita*;
- el porcentaje correspondiente a los sectores en el valor agregado del PIB;
- la distancia recorrida *per cápita*;
- la actividad en el sector del transporte de carga;
- la superficie edificada *per cápita*;
- el valor agregado de determinadas industrias de manufacturas;
- las desigualdades en los ingresos.

Esas estadísticas pueden funcionar como factores indispensables para formular algunos de los indicadores en el conjunto básico de IEDS, o como complementos de su análisis e interpretación.

3.7 Hojas de metodología

En las hojas de metodología correspondientes del Capítulo 5 se facilita una descripción completa de cada uno de los indicadores del conjunto básico de IEDS. Esas hojas se diseñaron con objeto de proporcionar al usuario todos los datos necesarios para elaborar los indicadores. Contienen los siguientes elementos:

- Información básica sobre el indicador, que incluye su definición y unidad de medida, definiciones alternativas, datos o indicadores auxiliares indispensables para su elaboración y el capítulo pertinente del Programa 21.
- Pertinencia política, incluidas su finalidad y su relación con el desarrollo sostenible; convenios y acuerdos internacionales, objetivos o normas recomendados, si procede; y vínculos con otros indicadores conexos.
- Descripción de la metodología, que incluye las definiciones y los conceptos subyacentes, los sistemas de medición, limitaciones y definiciones alternativas.
- Evaluación de los datos, incluidos los necesarios para configurar el indicador, disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales y publicaciones conexas que comprenden indicadores similares o aspectos relacionados.
- Referencias.

Se ha hecho un esfuerzo deliberado a fin de emplear un formato coherente para enmarcar el contenido de las hojas de metodología. Éstas siguen el formato usado por la CDS en las hojas de metodología de su conjunto básico de IDS, con objeto de que este informe sea compatible (a nivel del sector energía) con el informe correspondiente de la División de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas⁴ y pueda constituir una ampliación del mismo.

Las hojas de metodología están diseñadas para ayudar a los países a elaborar indicadores que se adapten a sus políticas energéticas y a sus programas para un desarrollo sostenible. Las hojas de metodología representan el punto de partida para el proceso de configurar indicadores energéticos y son susceptibles de mejoras y cambios.

⁴ Las hojas de metodología para el conjunto de IDS del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales están disponibles en <http://www.un.org/esa/ustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/>

4. SELECCIÓN Y USO DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS

La información contenida en esta sección está destinada a ayudar a los países a seleccionar y utilizar los indicadores energéticos, así como a diseñar sus propios programas nacionales de indicadores energéticos.

La importancia relativa de los diferentes indicadores para un desarrollo energético sostenible variará de país a país, en función de las condiciones específicas de cada uno de ellos, de las prioridades energéticas nacionales y de los criterios y objetivos de sostenibilidad y desarrollo. Cada país tiene unas circunstancias económicas y geográficas específicas, unos recursos de energía y unas competencias y prioridades propios. Por consiguiente, cada país tendrá su propia manera de usar los Indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS). El método de aplicación dependerá de los objetivos de política nacional, de las competencias y de la experiencia que exista en el ámbito de la estadística, de la disponibilidad y calidad de la energía y de otros aspectos pertinentes. Cada país puede distribuir de la forma que le parezca más apropiada los recursos humanos y materiales para establecer sus IEDS, con objeto de obtener el mayor beneficio a un costo económico asequible.

4.1 Recopilación de información

Los países pueden considerar necesario evaluar sus programas estadísticos y su capacidad de recopilación de datos, así como el nivel y calidad de sus datos de energía. Esto puede implicar la tarea de pasar revista a los organismos que reúnen y compilan estadísticas, así como la de valorar los datos sobre la energía que ya han sido recogidos. Los datos exigidos abarcan la energía, la demografía, la economía y el medio ambiente del país en conjunto y de ciertos sectores específicos (agrícola, residencial, comercial, industrial y de transporte). Entre las organizaciones que reúnen datos estadísticos, cabe mencionar los institutos centrales de estadística, los departamentos gubernamentales, los bancos de reserva, los departamentos de hacienda, los institutos de investigación y las organizaciones no gubernamentales.

Para evaluar la capacidad estadística y la disponibilidad de datos en materia de energía que servirán de apoyo a la aplicación del conjunto básico de IEDS, se recomienda que los países se planteen la posibilidad de adoptar las siguientes medidas:

- Establecer qué organizaciones son específicamente responsables de cada modalidad de recopilación de datos y de análisis estadístico.
- Analizar y determinar el nivel, la calidad y la fiabilidad de los datos básicos. Esta evaluación puede comprender la disponibilidad de datos, la frecuencia con que se recogen, la periodicidad de su recopilación, su calidad, fiabilidad y pertinencia. Las estadísticas empleadas en los IEDS han de ser coherentes en cuanto a forma y definición. Las unidades deben ser normalizadas en todas las fases del proceso.
- Averiguar si, de hecho, se están utilizando ya los indicadores energéticos y, si es así, cuáles de ellos. También es preciso distinguir si estos indicadores están en consonancia con los IESD o pueden considerarse un complemento o un suplemento de éstos.

Este análisis y la recopilación de los datos requeridos podrían llevar aparejados varios obstáculos. Los datos pueden ser difíciles de encontrar o inexistentes. La responsabilidad de mantener y supervisar las bases de datos relativas a la energía y las actividades conexas (incluida la recogida de datos, la compilación y el análisis) probablemente recaerá sobre una serie de instituciones, como los institutos nacionales de estadística, los ministerios de energía, economía, comercio o industria, y las comisiones nacionales de energía y medio ambiente. Los datos exigidos por una organización quizá sean reunidos por otras o puede producirse una duplicación de esfuerzos o surgir escollos jurisdiccionales. Por tanto, tal vez se necesite un mecanismo de coordinación para elaborar y aplicar los IEDS, con objeto de coordinar las actividades de los principales colaboradores.

Por tanto, podría ser conveniente crear un órgano que actúe de enlace con todas las organizaciones pertinentes en el país y que coordine sus actividades con la iniciativa de los IEDS. Este mecanismo nacional de coordinación podría adoptar la forma de un grupo de trabajo o comité basado, en la medida de lo posible, en los acuerdos institucionales concluidos, utilizando la experiencia y competencias de las organizaciones existentes y, si fuera posible, recurriendo al mayor número de consultas y a la máxima participación de todos los interesados. El mecanismo habría de ser flexible y transparente. Ese esfuerzo debería contribuir a evitar duplicaciones, faltas de coherencia y compilación de datos innecesarios. Sería preciso facilitar así mismo, la integración del análisis de estos indicadores en la gama más amplia de los programas estadísticos en curso.

Los países pueden necesitar invertir en la mejora de sus estadísticas energéticas y otras estadísticas conexas, para aprovechar todas las ventajas de los IEDS. Esto incluye la mejora de la recopilación de datos y el control y el análisis a nivel nacional y regional. Quizá sea necesario reunir los datos que faltan o extrapolarlos a partir de otros. Tal vez deba modernizarse la compilación e interpretación de los datos. Todo ello requerirá una capacitación adecuada y la evaluación de los recursos imprescindibles, incluido el costo de la recopilación de nuevos datos.

4.2 Consideraciones estadísticas: series cronológicas, lagunas en los datos e interpretación contextualizada

Hay que situar cada indicador en el contexto de las circunstancias particulares de un país concreto y, entre ellas, cabe citar la estructura de la economía, la evolución de las tecnologías y las nuevas opciones de energía. Las transiciones o los cambios – como, por ejemplo, cuando un país pasa de una agricultura de subsistencia a una agricultura comercial, o cuando cambia su suministro de electricidad de pequeñas centrales que se alimentan de diesel a grandes centrales hidroeléctricas, o cuando abandona la industria pesada en pro de la tecnología de la información, o si descubre un gran yacimiento de gas – pueden modificar de manera sustancial el valor de un IEDS. El analista deberá tomar en consideración este tipo de cambios a la hora de interpretar si un indicador refleja algún avance hacia el desarrollo sostenible o no. Esto puede significar que habrá que dar a los indicadores, según vayan variando las circunstancias, una importancia relativa distinta.

4.2.1. *Series cronológicas*

Se necesitan indicadores energéticos para evaluar los progresos realizados y las condiciones en que se encuentra el sistema energético, definir posibles metas y calibrar el trecho recorrido. Por consiguiente, la “instantánea” informativa que ofrece el conjunto de indicadores en un momento dado es de una utilidad limitada. Lo importante es ver cómo evolucionan los indicadores a lo largo del tiempo. Parece, por tanto, esencial registrar las series cronológicas de cada indicador de una manera coherente.

Los datos de las series cronológicas resultan así indispensables para evaluar la efectividad de las políticas a largo plazo. Permiten valorar cómo un país ha llegado al punto en que se encuentra y a qué políticas cabe imputar las tendencias actuales, si el país está en donde desea estar y si alcanzará los objetivos establecidos a tenor de las opciones de política propuestas. La extrapolación del análisis al futuro, a través de la utilización de hipótesis construidas mediante herramientas de modelación, permitirá formular una evaluación comparativa de las diferentes políticas y estrategias y llevar a cabo una supervisión y un análisis más amplios de las tendencias del desarrollo sostenible. Para impulsar un debate efectivo sobre las políticas nacionales del desarrollo energético sostenible, el gobierno podría desear difundir los resultados del análisis de esas tendencias.

4.2.2. *Lagunas en los datos*

Algunos de los datos relevantes quizá no existan, otros pueden ser difíciles de encontrar y otros más tal vez estén desperdigados entre distintas instituciones y departamentos del gobierno. Puede haber duplicación en la recogida de datos o cabe la posibilidad de que hayan sido compilados en unidades diferentes y conforme a distintas bases.

Quizá no sea posible colmar las lagunas de los datos históricos mediante la “re-recopilación” de información o no se puedan compilar todos los datos requeridos en el futuro. Algunos de los datos que faltan podrían calcularse por extrapolación de los datos conocidos. En ciertos casos, cabría emplear aproximaciones para suplir los datos ausentes. Por ejemplo, si no hubiese información sobre la deforestación específica debida a la utilización de energía (ENV6), se podría estimar este indicador a partir de la cantidad de combustible no comercial empleado y de la deforestación total originada por todas las causas. Otra alternativa consistiría en graduar o adaptar los datos de otros países. Ese ejercicio implica combinar un cierto talante creativo con una experiencia en los temas, sumada a un conocimiento de la estadística.

4.2.3. *Interpretación contextualizada*

La mayoría de los indicadores sociales y ambientales constituyen marcadores inequívocos de los avances logrados. Por ejemplo, si las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas (ENV2) arrojan valores inferiores a los previamente medidos, es indudable que se trata, entonces, de un indicio de progreso y de una señal de que es muy probable que las medidas adoptadas en ese sector hayan contribuido a ello.

Sin embargo, éste no es necesariamente el caso de los indicadores económicos. Por ejemplo, si la intensidad energética agrícola (ECO7) aumenta, podría deberse a un grado más alto de mecanización o a un cambio estructural en la agricultura, como

podría ser el cambio de un producto por otro que requiera más energía para cultivarlo, cosecharlo y elaborarlo. En esos casos, es menester analizar las variaciones en los indicadores en el contexto de las condiciones específicas del país. Si se usan así, muestran los efectos de las decisiones de política y son útiles para evaluarlas y diseñar otras nuevas.

Es necesario llevar a cabo el análisis y la interpretación de los IEDS en el marco de las prioridades energéticas y de desarrollo sostenible de cada país. Dado que cada país es único, los resultados de uno de ellos no deben tomarse necesariamente como un rasero para efectuar comparaciones con otro país que afronta condiciones diferentes.

Los IEDS representan una herramienta cuantitativa para supervisar el avance y la definición de estrategias en la vía hacia un futuro energético más sostenible. Hay una serie de problemas que son difíciles de cuantificar o que son de naturaleza más cualitativa, pero que es preciso tener en cuenta en el proceso de adopción de decisiones y en la formulación de las principales políticas energéticas. Muchos de esos aspectos no cuantificables corresponden a la dimensión institucional del desarrollo sostenible. En consecuencia, hay que situar los resultados del análisis efectuado con la herramienta de los IEDS en una perspectiva política más amplia, a fin de adoptar decisiones más efectivas.

4.3. Prioridades y enfoques para los distintos países

Los IEDS presentados en este informe constituyen más una recomendación que un conjunto básico exhaustivo de indicadores energéticos. Dado que cada país es único en su género, cada uno tendrá su forma de enfocar los IEDS y de utilizarlos con arreglo a sus propias prioridades. Cada uno decidirá cuáles de los indicadores, dentro del conjunto básico de IEDS recomendados, se adaptan a sus necesidades y podrá, incluso, desarrollar otros para sus circunstancias específicas de oferta y demanda de energía.

Un planteamiento que podría tenerse en cuenta constaría de las siguientes etapas:

- Identificar los principales sectores energéticos prioritarios. Tal vez ya se haya hecho en los programas o planes nacionales de energía. Estos planes nacionales de energía pueden convertirse en puntos de partida para una aplicación inicial de los IEDS. Los puntos vulnerables conocidos de la estructura energética nacional o las presiones financieras, ambientales o sociales, también conocidas, relacionadas con la energía, pueden inspirar propuestas sobre los sectores críticos que deben cubrirse.
- A partir del conjunto básico de IEDS, seleccionar los indicadores pertinentes para abordar esos sectores prioritarios. Si es necesario, definir y estructurar nuevos indicadores. Determinar, específicamente, como se controlarán, a través de los IEDS, los progresos realizados en relación con determinadas variables y factores.
- Establecer qué datos son necesarios para abarcar los sectores prioritarios. Analizar los datos disponibles a fin de evaluar la adecuación de las estadísticas a los sectores prioritarios. Si es necesario, reunir nuevos datos o elaborar otros que los sustituyan.
- Para cada IEDS seleccionado, recopilar los datos asociados en series cronológicas.

- Analizar los datos y sus implicaciones. Evaluar los progresos logrados en el sector prioritario pertinente. Valorar la efectividad de las políticas energéticas aplicadas en el pasado y en el presente. Verificar las interpretaciones y conclusiones para determinar si son acertadas o no, si se han hecho suposiciones erróneas respecto de las conexiones y las relaciones de causalidad, o para detectar sesgos que reflejen juicios de valor.
- Examinar las diferentes políticas energéticas de cara al futuro y estudiar sus posibles efectos mediante modelos de energía para diferentes hipótesis. De esta manera, un país puede aprender de las lecciones del pasado mientras explora las opciones para el futuro.
- Si es posible, usar hipótesis alternativas elaboradas mediante modelos y proyecciones de series cronológicas con objeto de explorar futuras trayectorias de políticas y de crecimiento. Los IEDS han de estar vinculados a proyectos energéticos previstos o apetecidos. La sostenibilidad implica un planteamiento de amplias miras y que no se base sólo en volver la vista al pasado o limitarse al presente.

5. HOJAS DE METODOLOGÍA

Este capítulo presenta las hojas de metodología destinadas a los indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), agrupadas con arreglo a las dimensiones social, económica y ambiental.

El Anexo 1 contiene las definiciones de un cierto número de términos energéticos, económicos y ambientales empleados en este informe. Además, en el Anexo 2 se incluye una lista de las siglas empleadas en el texto.

Las unidades especificadas para los indicadores en cada una de las hojas de metodología representan, en la mayoría de los casos, las recomendadas sobre la base de la disponibilidad de datos y están concebidas con miras a facilitar el análisis a nivel internacional. Cada país podrá decidir el uso de unidades diferentes, en función de lo que se emplee habitualmente en su territorio y de los objetivos específicos que se persigan con la aplicación de esta herramienta analítica. El Anexo 4 incluye un resumen de las unidades y conversiones pertinentes que pueden ser de utilidad para el lector.

Se recomienda que todos los datos económicos (incluyendo el producto interno bruto, el valor agregado y los precios) que se usen para elaborar los IEDS se expresen en términos de precios constantes (es decir, deflactados a un año base – por ejemplo, el año 2000). Esos datos pueden formularse en moneda nacional. Si se trata de un análisis internacional, las unidades monetarias deberán convertirse a una moneda común (por ejemplo, dólares estadounidenses o euros), preferentemente en términos de paridad del poder adquisitivo o, para aplicaciones específicas, en términos de tipos de cambio.

DIMENSIÓN SOCIAL

SOC1: Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales

Breve definición	Porcentaje de hogares (o de población) sin acceso a servicios de energía comercial incluida la electricidad, o muy dependientes de variantes de la energía ‘tradicional’ no comercial, como la leña, los residuos agrícolas y el estiércol animal
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Consumo per cápita de energía no comercial o energía tradicional
Programa 21	Capítulo 3: Lucha contra la pobreza

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Supervisar los progresos en la esfera de la accesibilidad y la accesibilidad de los servicios comerciales de energía, incluida la electricidad.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Los servicios de energía comercial son decisivos para facilitar alimentos, vivienda, agua, saneamiento, atención a la salud, educación y acceso adecuados a las comunicaciones. La falta de acceso a los servicios modernos de energía contribuye a la pobreza y a las privaciones y obstaculiza el desarrollo económico. Además, se requieren unos servicios de energía apropiados, asequibles y fiables para garantizar un desarrollo económico y humano sostenible.

Según las estimaciones, 2 000 millones de personas, o cerca de una tercera parte de la población mundial, dependen fundamentalmente de las fuentes de energía derivadas de la biomasa tradicional; 1 700 millones carecen de electricidad. Desde 1993, alrededor de 300 millones de personas se han conectado a las redes eléctricas o han tenido acceso a la biomasa moderna u otras modalidades de energía comercial. Sin embargo, de no tomarse las medidas idóneas, el número de personas sin acceso a la energía comercial se mantendrá estancado o seguirá aumentando, ya que en algunas partes del mundo, el ritmo de crecimiento demográfico supera a la tasa de electrificación. Por consiguiente, una de las metas del desarrollo sostenible reside en incrementar, en los países en desarrollo, la accesibilidad y la asequibilidad de los servicios de energía para los grupos de menores ingresos de la población, a fin de aliviar la pobreza y promover el desarrollo social y económico.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Entre los objetivos del Plan de Aplicación de Johannesburgo (PAJ) de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD), celebrada en 2002, figura el de mejorar el acceso a unos servicios de energía seguros y asequibles.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador guarda relación con el uso de combustibles no comerciales, con los precios de la energía y con varios indicadores de la dimensión social, como las disparidades en los ingresos, el porcentaje de ingresos de los hogares gastado en energía y electricidad, el consumo de energía en relación con el nivel de ingresos, la urbanización, etc. El indicador puede reflejar, indirectamente, el empleo conexo de recursos forestales como la leña, lo que, a su vez, puede provocar deforestación.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Por consumo de combustibles tradicionales se entiende la utilización no comercial de leña, carbón vegetal, bagazo y residuos animales y vegetales. En el consumo energético total de los hogares tienen cabida tanto la energía comercial como los combustibles tradicionales (no comerciales).

Las familias eligen, entre las opciones de que disponen, la modalidad de energía sobre la base de la accesibilidad y la asequibilidad, las características y actitudes socioeconómicas de los hogares y las cualidades de los diferentes combustibles. La falta de acceso a la energía comercial implica que hay exigencias energéticas no satisfechas o que se emplean combustibles tradicionales. Si se dispone de servicios de energía comercial y de electricidad, los ingresos constituyen la variable principal que parece influir en la elección del combustible hecha por el hogar. Diferentes grupos de ingresos utilizan distintos combustibles y, en muchos países en desarrollo, los pobres satisfacen, en gran medida, su demanda de energía mediante el uso de combustibles

tradicionales derivados de la biomasa, ya sea por falta de acceso a los servicios comerciales de energía o porque sus ingresos son limitados. A nivel nacional, los porcentajes de consumo de combustibles tradicionales en el uso total de energía no reflejan con exactitud ese indicador, ya que los promedios pueden diferir enormemente de las cifras correspondientes a cada grupo de ingresos de la población. Por tanto, el indicador preferible es el porcentaje de hogares o de población sin acceso a las modalidades de energía comercial o muy dependientes de opciones ‘tradicionales’ de energía no comercial, como leña, rastrojos y estiércol animal.

b) Métodos de medición: Este indicador se define por el porcentaje de hogares (o de población) sin acceso a la energía comercial o a la electricidad y por el porcentaje de hogares en los que la dependencia de combustibles no comerciales (tradicionales) excede el 75% de la energía total empleada.

c) Limitaciones de los indicadores: La disponibilidad de datos sobre el número de hogares o el porcentaje de la población sin acceso a la energía comercial o a la electricidad puede ser una limitación. Una fuerte dependencia de la energía no comercial, definida como una dependencia del 75% de la energía tradicional, podría servir de punto de referencia, aunque arbitrario, para este indicador.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Un indicador alternativo que puede ser útil es el ‘Consumo *per cápita* de energía no comercial o tradicional’. Sin embargo, esta definición no capta, en realidad, la esencia de la cuestión.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Número de hogares o porcentaje de población sin acceso a la electricidad o a la energía comercial y en los que el porcentaje de consumo de combustibles no comerciales supera el 75% de su uso de energía, y número total de hogares en un país o región específicos.

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: La fuente de datos más importante sobre consumo de combustibles comerciales y no comerciales y electricidad está constituida por las encuestas a los hogares. Cabe obtener los resultados de estas encuestas en los informes publicados por los institutos oficiales de estadística. Alrededor de las dos terceras partes de los países en desarrollo han realizado muestreos mediante encuestas a los hogares que son representativos a escala nacional y algunos de éstos proporcionan datos de alta calidad sobre los niveles de vida. Organismos internacionales como el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) llevan a cabo también sus propias encuestas en los hogares.

Se pueden obtener datos sobre el consumo de combustibles y electricidad de los hogares por la población media en la Agencia Internacional de Energía (AIE), *Energy Balances of OECD Countries* y *Energy Balances of Non-OECD Countries*.

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Chen, S., Datt, G., Ravallion, M., 1992. *POVCAL: A Program for Calculating Poverty Measures from Grouped Data*. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial, División de Pobreza y Recursos Humanos, Departamento de Investigaciones sobre Políticas.
- CME, 2000. *Energy for Tomorrow's World – Acting Now*. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.
- UNICEF. *Encuestas de hogares MICS*. Nueva York (EE.UU.): Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Disponible en www.childinfo.org.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

SOC2: Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad

Breve definición	Porcentaje de los ingresos disponibles de los hogares (o consumo privado) gastado en combustibles y electricidad (en promedio y para el 20% de la población con menores ingresos)
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Porcentaje de los ingresos necesario para satisfacer los requisitos mínimos de energía comercial de los hogares por grupos de ingresos de los hogares
Programa 21	Capítulo 3: Lucha contra la pobreza

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador proporciona una medida de la asequibilidad de la energía para el hogar medio y para el segmento más pobre de los hogares.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Desde el punto de vista del desarrollo sostenible, es importante examinar los ingresos, la riqueza y, en particular, la asequibilidad de los servicios modernos de abastecimiento de energía para toda la población. El producto interno bruto (PIB) *per cápita* puede ser elevado, pero la distribución de sus ingresos tal vez esté tan sesgada que un alto porcentaje de la población no tiene la posibilidad de satisfacer las necesidades de energía comercial de los hogares a los precios vigentes y con los niveles de ingresos privados. Por consiguiente, es menester atenuar la carga del gasto en combustibles y electricidad en

los presupuestos de los hogares para los grupos de menores ingresos de la población en los países en desarrollo, a fin de promover el desarrollo social y económico.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador guarda relación con los precios de la energía y con varios indicadores de la dimensión social, como las disparidades en los ingresos, el porcentaje de hogares sin acceso a la electricidad o muy dependientes de servicios de energía no comerciales y el consumo energético en relación con el nivel de ingresos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador corresponde a los gastos globales de energía comercial de los hogares divididos por los ingresos totales disponibles o el consumo privado. Cabe obtener la información acerca del gasto en energía de las encuestas sobre el gasto de los hogares o de la suma de todos los productos energéticos consumidos multiplicados por el precio unitario correspondiente.

Es posible evaluar el consumo *per cápita* del total de la población y del 20% de la población de menores ingresos mediante la distribución de éstos. Cada distribución se basa en los percentiles de la población – más que en los hogares – clasificando a estos últimos por ingresos o por gastos por persona.

b) Métodos de medición: Hay una serie de opciones en el ámbito de los datos que pueden influir en el valor concreto de los ingresos disponibles (consumo privado) *per cápita*. Conviene conocer la manera de medir los ‘ingresos’ – por ejemplo, si se trata de los ingresos totales del hogar o de los ingresos del hogar *per cápita*, o de los ingresos por adulto equivalente. Por otra parte, es importante saber si se ponderan o no los ingresos por el tamaño del hogar, ya que los hogares con menores ingresos por persona tienden a ser más grandes.

El Banco Mundial, por ejemplo, prefiere, para la mayoría de los fines, una ponderación por el tamaño del hogar y calcular más bien los porcentajes correspondientes a las personas que los de los hogares. Por regla general, el Banco Mundial considera así mismo que los gastos por consumo de los hogares son un indicador más fidedigno del bienestar que los ingresos. Éstos pueden variar extraordinariamente con el tiempo y son también más difíciles de medir con exactitud, sobre todo en los países en desarrollo.

Si no se dispone de datos sobre el gasto en energía, hay que utilizar la cantidad de energía consumida y los precios correspondientes de los combustibles. Dado que los precios evolucionan a lo largo del año, los datos recopilados deben referirse a una fecha fija.

c) Limitaciones de los indicadores: La disponibilidad de datos relativos a una serie de países en desarrollo puede ser una limitación.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Un indicador más representativo de la asequibilidad es el porcentaje de ingresos necesario para satisfacer los requisitos mínimos de energía comercial de los hogares, con arreglo al grupo de ingresos de éstos. Hay que multiplicar las necesidades mínimas de energía por los precios

correspondientes de los combustibles energéticos, a fin de determinar los gastos imprescindibles para satisfacer los requisitos mínimos de energía. El porcentaje se calcula seguidamente dividiendo esta cifra por los ingresos correspondientes a cada grupo de ingreso. Los países podrían beneficiarse del desarrollo de este indicador alternativo, aunque está claro que la disponibilidad de datos representa un grave problema en la mayoría de los países, especialmente en los países en desarrollo. El indicador implica la definición de los requisitos energéticos mínimos de los hogares representativos de cada grupo de ingresos. Definir las necesidades mínimas de energía es una tarea muy subjetiva y puede resultar difícil y polémica.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Gasto anual en energía por hogar, o consumo anual de combustibles por hogar, multiplicado por el precio del combustible energético correspondiente, e ingresos del hogar disponibles o consumo privado para la población en general y para el 20% de la población con menores ingresos.

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: A nivel nacional, la fuente de datos más importante sobre los ingresos disponibles (consumo privado) y la estructura del consumo son las encuestas en los hogares. Cabe obtener los resultados de esas encuestas en los informes publicados por los institutos oficiales de estadística. Alrededor de las dos terceras partes de los países en desarrollo han realizado muestreos mediante encuestas a los hogares que son representativos a escala nacional y algunas de éstas proporcionan datos de alta calidad sobre los niveles de vida. Estas encuestas se llevan a cabo de forma esporádica y pueden centrarse en determinados grupos de ingresos o zonas geográficas. Por lo general, los datos sobre la estructura detallada del consumo en las economías de ingresos bajos y medios son precarios. En algunos países, las encuestas se limitan a las zonas urbanas o a las capitales y, por ello, no reflejan las pautas de consumo nacional. Las encuestas urbanas tienden a arrojar porcentajes inferiores al promedio para alimentos y porcentajes superiores al promedio para los ingresos brutos, los combustibles y la electricidad, el transporte y las comunicaciones y otro tipo de consumo.

Cabe obtener datos, así mismo, de los organismos internacionales como el Banco Mundial y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), que lleva a cabo sus propias encuestas a los hogares. El Banco Mundial recogió la estructura del consumo de los hogares, incluido el porcentaje de los ingresos gastado en combustibles y electricidad, en la edición del año 2000 de los *Indicadores de Desarrollo Mundial*. Es posible conseguir los datos para los países desarrollados de la Eurostat y de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Se dispone de datos del European Community Household Panel (Panel de Hogares de la Comunidad Europea) para 1995 y 1996.

También se pueden encontrar datos sobre el uso de la energía en los hogares en la Agencia Internacional de Energía (AIE). Sin embargo, hasta principios del decenio de 1980, el sector residencial o de los hogares no se distinguió muy bien del sector comercial/de los servicios en las estadísticas sobre energía de la OCDE, en particular en lo tocante a los combustibles líquidos y sólidos. En los países de la OCDE, esta diferencia es ahora habitual. En los países en desarrollo, se establece frecuentemente en los datos una distinción entre consumo residencial y consumo comercial de electricidad y gas

natural, pero a menudo no se identifican con claridad los usuarios de combustibles líquidos y sólidos. En consecuencia, muchos balances nacionales de energía no diferencian entre el sector residencial y el sector comercial/de servicios. Estos problemas se plantean cuando los datos muestran el consumo de electricidad y gas natural para ambos sectores, el residencial y el comercial/de los servicios, en tanto que sólo muestran el consumo de combustibles sólidos y líquidos para uno de los dos sectores.

Por lo general, en los países desarrollados se pueden consultar los precios de la electricidad y de los combustibles pagados por los hogares, tanto a nivel nacional como internacional (OCDE, Eurostat), pero la disponibilidad de datos sobre los precios varía de un país a otro. Para los países en desarrollo, se pueden consultar a veces los datos en las fuentes nacionales.

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Prices and Taxes*. Published quarterly. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, 2001. *The Social Situation in the European Union 2001*. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea (DC Employment and Social Affairs).
- Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Schipper, L., Ketoff, A., Kahane, A., 1985. Estimating residential energy use from bottom-up, international comparisons. *Ann. Rev. Energy* 10. Palo Alto CA: Ann. Revs.
- UNICEF. *Encuestas de hogares MICS*. Nueva York (EE.UU.): Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Disponible en www.childinfo.org.

SOC3: Uso de energía en los hogares por grupo de ingresos y combinación de combustibles

Breve definición	Uso de la energía en hogares representativos de cada grupo de ingresos y combinación de combustibles utilizados Ingresos de los hogares divididos en quintiles (20%)
Unidades	Energía: toneladas equivalentes de petróleo (tep) por año por hogar Electricidad: kilovatios/hora (kWh) por año por y por vivienda. Porcentaje de la combinación de combustibles
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 3: Lucha contra la pobreza

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador suministra una medida de las desigualdades y de la asequibilidad energéticas. El indicador proporciona una evaluación de la cantidad de electricidad y de combustibles utilizados por la población en relación con el nivel de ingresos y la combinación de combustibles correspondiente.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Desde el punto de vista del desarrollo sostenible, es importante examinar los ingresos, la riqueza y, sobre todo, la asequibilidad de los servicios modernos de abastecimiento de energía para toda la población. El producto interno bruto (PIB) *per cápita* de un país puede ser elevado, pero la distribución de sus ingresos tal vez esté tan sesgada que un alto porcentaje de la población no tenga posibilidad de satisfacer las necesidades de energía comercial de sus hogares a los precios en vigor y con los niveles de ingresos privados. Éste es el caso, en concreto, de los países en desarrollo, donde un tercio de la población no tiene acceso a la energía comercial. Es preciso, por consiguiente, incrementar la disponibilidad y la asequibilidad de la energía para los grupos de menores ingresos de la población en muchos países en desarrollo, a fin de promover el desarrollo social y económico.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador guarda relación con los precios de la energía y con varios indicadores de la dimensión social, como los porcentajes de los hogares sin acceso a la electricidad o muy dependientes de modalidades de energía no comerciales, los porcentajes de los ingresos gastados en combustibles y electricidad, etc. El indicador puede reflejar, indirectamente, un uso conexo de recursos forestales como la leña, lo que a su vez puede causar deforestación.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador facilita información respecto de los diferentes niveles de uso de la energía y de los cambios en la combinación de combustibles en relación con el nivel de ingresos. El consumo de energía por vivienda representa el uso de energía final, incluidos los combustibles tradicionales o no comerciales. Si se dispone de datos únicamente sobre el gasto de los hogares en combustibles energéticos, se necesitarán los precios de los combustibles correspondientes para calcular la cantidad de energía empleada. Los ingresos de los hogares, por grupos de ingresos, en quintiles, corresponden a la distribución de los ingresos disponibles para la mayor parte de los países. Cada distribución se basa en los percentiles de la población, más que en los hogares, clasificándose estos últimos por nivel de ingresos o por gastos por persona. Los valores de los ingresos disponibles *per cápita* y los precios al consumidor por producto básico deberán expresarse en la moneda nacional.

b) Métodos de medición: Este indicador refleja el consumo de energía por combinación de combustibles (en unidades de energía) en relación con el nivel de ingresos. Si se necesita conocer los precios de la energía, los datos deberán referirse a una fecha fija. Cabe calcular el uso global de la energía convirtiendo la utilización de energía de los combustibles en una sola unidad de energía (por ejemplo, tep o toneladas de equivalentes de petróleo). La energía utilizada puede describirse también por tipo de combustible, empleando diferentes unidades de energía (por ejemplo, el combustible empleado para calentarse y cocinar en tep y la electricidad en kWh).

c) Limitaciones de los indicadores: La disponibilidad de datos en una serie de países en desarrollo puede constituir una limitación.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Consumo de energía con arreglo al grupo de ingresos del hogar y por tipo de combustible. Si sólo se dispone de datos sobre el gasto en combustibles energéticos del hogar, se necesitarán los precios correspondientes de los combustibles.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: La fuente de datos más importante sobre los ingresos disponibles son las encuestas en los hogares. Se pueden conseguir los resultados de esas encuestas en los institutos oficiales de estadística, a menudo a través de los informes publicados. Alrededor de las dos terceras partes de los países en desarrollo han realizado muestreos mediante encuestas a los hogares representativos a nivel nacional y algunas de ellas proporcionan datos de alta calidad sobre los niveles de vida.

También cabe solicitar datos a organismos internacionales como el Banco Mundial. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), lleva a cabo así mismo sus propias encuestas a los hogares. Los datos para los países desarrollados pueden obtenerse en la Eurostat y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Se dispone actualmente de datos del Panel de Hogares de la Comunidad Europea para 1995 y 1996.

Hay datos disponibles sobre los precios de la energía en las fuentes nacionales y es la Agencia Internacional de Energía (AIE) la que los compila para los países miembros y no miembros de la OCDE.

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Prices and Taxes*. Published quarterly. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Chen, S., Datt, G., Ravallion, M., 1992. *POVCAL: A Program for Calculating Poverty Measures from Grouped Data*. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial, División de Pobreza y Recursos Humanos, Departamento de Investigaciones sobre Políticas.
- Eurostat, 2001. *The Social Situation in the European Union 2001*. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea (DC Employment and Social Affairs).
- Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices: Price Systems*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- UNICEF. *Encuestas de hogares MICS*. Nueva York (EE.UU.): Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Disponible en www.childinfo.org.

SOC4: Víctimas mortales de accidentes por la energía producida por la cadena de combustibles

Breve definición	Número de víctimas mortales de accidentes al año por la energía producida por la cadena de combustibles
Unidades	Número de víctimas mortales por las cadenas de combustibles por energía o electricidad al año
Definiciones alternativas	Número total de víctimas mortales por accidentes
Programa 21	Capítulo 6: Protección y fomento de la salud humana

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador muestra el número de víctimas mortales de accidentes por energía producida en los sistemas energéticos y actividades conexas. El indicador se utiliza con objeto de evaluar el riesgo para la salud humana derivado de los sistemas de energía y, en particular, por las diversas cadenas de combustibles por energía producida.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Los sistemas de energía guardan relación con una larga serie de agresiones e impactos, que no excluyen los riesgos ambientales para la salud. El análisis de la sostenibilidad de las prácticas actuales en materia de suministro de energía indica que la extracción, transporte, uso y gestión de los desechos de las opciones energéticas llevan aparejados considerables riesgos para la salud que, en muchos casos, dan lugar a accidentes mortales. Aunque a menudo se pasa por alto este aspecto, los riesgos para la población y las tasas de traumatismos ocupacionales y de muertes provocados por accidentes relacionados con la energía son elevados. El funcionamiento de una terminal de gas natural licuado, el transporte de petróleo, la explotación de una mina de carbón o de una presa hidroeléctrica exigen también una evaluación minuciosa de la capacidad de respuesta y de recuperación del sistema ante los fallos humanos o técnicos que puedan producirse, con objeto de minimizar el riesgo de accidentes y, por ende, de víctimas mortales. En este contexto, la energía nuclear representa un caso especial, en el sentido de que las consecuencias de un accidente podrían ser de gran magnitud, pero no se han escatimado esfuerzos para valorar y gestionar activamente los riesgos multidimensionales de la industria nuclear. Por otra parte, en muchos países, el uso de combustibles tradicionales está ligado a accidentes mortales ocasionados por incendios o inhalación de humo.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está estrechamente relacionado con varios indicadores de la dimensión económica, como el nivel de uso y producción de energía, la combinación de combustibles, etc. El indicador está vinculado también con otros indicadores sociales como el porcentaje de hogares sin electricidad o muy dependientes de energías no comerciales.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Para calcular el indicador, es preciso identificar los accidentes relacionados con la energía y clasificarlos con arreglo a los ciclos específicos de combustibles y, posteriormente, a la energía producida. Por razones prácticas, existe una discrepancia entre el número de accidentes que ocurren hoy en día y los que se publican y examinan en informes o publicaciones periódicas. En consecuencia, los accidentes de gran envergadura, aunque relativamente raros, tienen una probabilidad mucho mayor de registrarse que los que son mucho más frecuentes o rutinarios y reciben menos publicidad.

b) Métodos de medición: Entre los tipos de accidentes atribuidos a las diversas cadenas de combustibles que pueden provocar víctimas mortales figuran los siguientes:

Carbón: Explosiones o incendios en minas subterráneas; hundimiento del techo o de las paredes en minas subterráneas o a cielo abierto; derrumbe de un dique de contención de una balsa de escorias; y accidentes de los vehículos de transporte.

Petróleo: Accidentes en las plataformas de perforación en alta mar; incendios o explosiones por fugas o fallos en las instalaciones; reventones de pozos que provocan filtraciones; accidentes de transporte que causan incendios; explosiones o vertidos de grandes dimensiones; fugas en los tanques de las instalaciones de almacenamiento de petróleo que originan incendios o explosiones.

Gas natural (incluido el gas licuado de petróleo): Se dan los mismos accidentes que en el caso del petróleo, con la excepción de los vertidos.

Nuclear: Pérdidas de refrigerante o reactividad transitoria y fusión del núcleo del reactor; accidentes durante el transporte de residuos radiactivos de alto nivel.

Energía Hidroeléctrica: Ruptura o rebosamiento de la presa.

Sector eléctrico: Explosiones o incendios; fallos del equipo de generación, transporte o distribución de electricidad.

c) Limitaciones de los indicadores: Las consecuencias de los accidentes no se reducen a los casos de víctimas mortales. Hay otros tipos de consecuencias. A pesar de la importancia de supervisar todos los casos, la falta de información pertinente no permite abordar plenamente este aspecto. Todos admiten que el estado actual de los conocimientos acerca de los efectos a largo plazo sobre la salud de los accidentes relacionados con diferentes sistemas energéticos dista mucho de ser satisfactorio.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Número total de víctimas de accidentes mortales.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Número anual de víctimas mortales por accidentes ocurridos en las diversas cadenas energéticas y diferentes modalidades de generación de electricidad por energía producida.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: Existen numerosas fuentes de información a nivel nacional e internacional, pero su disponibilidad, exhaustividad, alcance, desarrollo y calidad varían de manera

extraordinaria. Normalmente, los datos disponibles abarcan los accidentes producidos por la mano del hombre en una serie de sectores y, en algunos casos también, los desastres naturales, pero muy pocas bases de datos hacen referencia explícita a los accidentes relacionados con la energía. La Comisión Europea (CE) creó el Sistema de Información sobre Accidentes Graves (MARS), gestionado por la Oficina sobre Riesgos de Accidentes Graves (MAHB) en el Centro de Investigaciones Conjuntas de la Comisión Europea de Ispra, Italia. El Banco de Datos Mundiales sobre Accidentes en Alta Mar (WOAD) es obra de la organización noruega Det Norske Veritas.

REFERENCIAS

- Hathaway, L., 1991. *A 26-Year Study of Large Losses in the Gas and Electricity Utility Industry*. Nueva York, NY (EE.UU.): Marsh & McLennan Protection Consultants.
- ICOLD, 1996. *Rotura de presas. Análisis estadístico*. Boletín No. 99, CIGB/ICOLD. París (Francia): Comisión Internacional de Grandes Represas.
- ILO, 1998. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ginebra (Suiza): Organización Internacional del Trabajo.
- Instituto Paul Scherrer. *Energy-Related Severe Accidents Database (ENSAD)*. Villigen (Suiza): Instituto Paul Scherrer.
- OIEA, 1992. *Comparative Assessment of the Health and Environment Impacts of Various Energy Systems from Severe Accidents*. Working Material, Proceedings of a Technical Committee Meeting, Viena (Austria), 1–3 June 1992. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

DIMENSIÓN ECONÓMICA

ECO1: Uso de energía per cápita

Breve definición	Uso de la energía en términos de suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y consumo final de electricidad per cápita
Unidades	Energía: toneladas equivalentes de petróleo (tep) per cápita Electricidad: kilovatios/hora (kWh) per cápita
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide el nivel de utilización de la energía sobre una base *per cápita* y refleja las pautas de uso de la energía y la intensidad energética agregada de una sociedad.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La energía es un factor esencial en el desarrollo económico y en el suministro de servicios vitales que mejoran la calidad de vida. Aunque la energía es una condición clave para el progreso económico, su producción, consumo y subproductos han repercutido en graves presiones sobre el medio ambiente, no sólo por el agotamiento de los recursos que provoca, sino también por la contaminación que genera. Por una parte, el objetivo a largo plazo consiste en mantener el ritmo de desarrollo y la prosperidad, gracias más bien al aumento de la eficiencia energética que a la intensificación de su uso y merced a la transición hacia la utilización de opciones energéticas respetuosas con el medio ambiente. Por otro lado, las limitaciones que dificultan el acceso a la energía constituyen una grave restricción en el mundo en desarrollo, donde el uso de energía *per cápita* no llega ni a la sexta parte del que le corresponde al mundo industrializado.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay en la actualidad ningún convenio o acuerdo que aborde específicamente la reglamentación y/o limitación del consumo de energía *per cápita*. Se han hecho, sin embargo, llamamientos para una utilización prudente y racional de los recursos naturales (Artículo 174 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, Niza, 2001), en pro de la mejora de la eficiencia energética (Protocolo adicional de la Carta de la Energía sobre la Eficacia Energética y los Aspectos Medioambientales Relacionados, Lisboa, 1994) y de un cambio a formas de energía más limpias. En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto se recomienda la limitación de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, fruto principalmente de la combustión de combustibles fósiles.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está estrechamente ligado a otros indicadores económicos, como el uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB), los precios de ésta, la intensidad energética y las importaciones netas de energía; con indicadores ambientales como las emisiones de gases de efecto invernadero, la calidad del aire y la generación de desechos; y con indicadores sociales como el uso de energía de los hogares para cada grupo de ingresos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: El suministro total de energía primaria (STEP) y el consumo final total (CFT) son agregados clave en los balances de energía.

El suministro total de energía primaria (STEP) comprende la producción de energía primaria – por ejemplo, carbón, petróleo crudo, gas natural, energía nuclear, hidroeléctrica y otras energías renovables combustibles y no combustibles – más las importaciones y menos las exportaciones de todos los productos energéticos, menos los depósitos marinos internacionales, con la corrección final por los cambios netos en las reservas de energía. Por producción de energía se entiende la primera etapa de la producción. El comercio internacional de productos energéticos está basado en el sistema general de comercio; es decir, que todos los bienes que entran y salen de las fronteras nacionales de un país se registran como importaciones y exportaciones, respectivamente. En general, los datos sobre reservas se refieren a cambios en las existencias de los productores, importadores y/o consumidores industriales al comienzo y al final del año.

El CFT se refiere a la suma del consumo efectuado por los diferentes sectores de uso final y excluye, por tanto, la energía consumida, o las pérdidas sufridas en la conversión, transformación y distribución de las diferentes empresas de energía.

b) Métodos de medición: Este indicador se calcula como la ratio del uso anual total de energía con respecto a la población a mediados del año. Es menester especificar los siguientes parámetros para el numerador del indicador: suministro total de energía primaria, consumo final total y consumo final total de electricidad.

c) Limitaciones de los indicadores: Hay una multitud de factores económicos, sociales y geográficos que influyen enormemente sobre el valor real del indicador.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos de productos energéticos para la producción y uso (balances de energía) y para las estimaciones de la población a mediados del año.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Se dispone de datos periódicos sobre los productos energéticos en lo tocante a la producción y uso, y de datos de la población de la mayoría de los países a nivel nacional y, para algunos países, a nivel subnacional. En los institutos nacionales de estadística y las publicaciones del país se compilan y distribuyen ambos tipos de datos.

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE/OCDE/Eurostat, 2004. *Energy Statistics Manual*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO2: Uso de energía por unidad de PIB

Breve definición	Ratio del suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y uso de la electricidad respecto del producto interno bruto (PIB)
Unidades	Energía: toneladas equivalentes de petróleo (tep) por dólar estadounidense Electricidad: kilovatios/hora (kWh) por dólar estadounidense
Definiciones alternativas	Intensidades energéticas sectoriales
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador refleja las tendencias en el uso total de energía con respecto al PIB y expresa la relación general entre la utilización de la energía y el desarrollo económico.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La energía es esencial para el desarrollo económico y social. Sin embargo, el consumo de energía afecta a la disponibilidad de recursos y al medio ambiente. En concreto, el uso de combustibles fósiles es la causa principal de la contaminación atmosférica y el cambio climático. Mejorar la eficiencia energética y dissociar el desarrollo económico del uso de la energía son objetivos importantes del desarrollo sostenible.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No existen, en la actualidad, convenios o acuerdos que mencionen específicamente la reglamentación y/o limitación del consumo de energía por unidad de PIB. Sin embargo, el Programa 21 recomienda estudiar cómo

puede crecer y prosperar la economía y frenarse al mismo tiempo la utilización de energía y materiales. También alienta la disminución de la cantidad de energía y materiales usados por unidad de bienes/servicios producidos. El Plan de Aplicación de Johannesburgo, que se aprobó en el año 2002, durante la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, recomienda así mismo intensificar la eficiencia energética y el uso de tecnologías avanzadas en el ámbito de la energía. A nivel regional, se han hecho llamamientos en pro de una utilización prudente y racional de los recursos naturales (Artículo 174 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, Niza, 2001), de mejoras en la eficiencia energética (Protocolo Adicional de la Carta de la Energía sobre la Eficacia Energética y los Aspectos Medioambientales Relacionados, Lisboa, 1994) y de un cambio a formas de energía más limpias.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No hay un objetivo específico para la intensidad energética.

e) Relación con otros indicadores: La ratio del consumo de energía con respecto al PIB es un indicador agregado de intensidad energética que está relacionado, por tanto, con los indicadores de intensidad energética de los sectores de manufacturas, transporte, servicios/comercial y residencial. Este indicador está también ligado a los indicadores de uso total de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y emisiones contaminantes de la atmósfera.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: La ratio de la energía usada con respecto al PIB se denomina así mismo ‘intensidad energética agregada’ o ‘intensidad energética de la economía’. La proporción entre la energía utilizada y el PIB indica la energía total que se está empleando para apoyar a los sectores económico y social. Representa la suma de la energía usada en una amplia gama de actividades de producción y consumo. En sectores y subsectores económicos específicos, la ratio de utilización de energía con respecto a la producción o actividad es la ‘intensidad energética’ (si el producto se mide en unidades económicas) o la ‘necesidad específica de energía’ (si el producto se mide en unidades físicas como toneladas o pasajero/kilómetros [km]).

Debido a las limitaciones descritas *infra*, deberá desarrollarse la intensidad energética desagregada por sector o subsector (industrial, transporte, residencial, servicios/comercial, agrícola, construcción, etc.), además de la energía por intensidad del PIB. Para cada sector o subsector, puede referirse el uso de la energía a una medida idónea del producto, a fin de facilitar una intensidad energética sectorial o subsectorial. Entre los ejemplos, cabe incluir la utilización de energía para la producción de acero respecto de las toneladas de acero producidas; el uso de energía por los vehículos de pasajeros respecto de los pasajeros/km o vehículos/km; y el empleo de energía en los edificios respecto de su superficie edificada. (Véanse las correspondientes hojas de metodología para la intensidad de los sectores industrial, del transporte, servicios/comercial, agricultura y hogares).

b) Métodos de medición: Este indicador se calcula como la ratio del uso de energía respecto de la producción económica.

Uso de energía: El STEP, el CFT y el consumo final de electricidad se obtienen de los balances nacionales de energía y de las fuentes internacionales de estadística. El STEP y el CFT se miden en tep; el uso de electricidad en kWh.

Producto: El PIB se puede medir en dólares estadounidenses, convertidos de la moneda nacional a la paridad del poder adquisitivo (PPA) correspondiente al año base para el cual se deflactó la moneda nacional.

c) Limitaciones del indicador: La ratio del uso de la energía agregada respecto del PIB no es un indicador ideal de la eficiencia energética, de la sostenibilidad del uso de la energía o del desarrollo tecnológico, como se ha venido utilizando. La ratio agregada depende de la intensidad energética de los sectores o actividades, pero también de factores como el clima, la geografía y la estructura de la economía. Por consiguiente, hay factores que influyen en la variación de la ratio con el tiempo, factores que no están relacionados con los cambios en la eficiencia energética (como los que se producen en la estructura económica). Por ello, es importante complementar el indicador del uso de energía respecto del PIB con la intensidad energética desglosada por sectores, ya que los indicadores desagregados son un reflejo más fiel de la evolución de la eficiencia energética.

Los factores geográficos complican la comparación entre países de la ratio del uso de energía respecto del PIB. Por ejemplo, los países grandes tienden a tener niveles altos de transporte de carga, ya que muchos productos se distribuyen a lo largo y ancho del país. En comparación con los países de climas moderados, los países fríos pueden consumir cantidades considerablemente mayores de energía *per cápita*, debido a la demanda de calefacción de los espacios cerrados. Los países con climas cálidos pueden consumir más energía *per cápita* a causa de la demanda de aire acondicionado. Dada la alta intensidad energética de los procesos de elaboración de las materias primas, los países con economías que dependen principalmente de las industrias de materias primas tal vez utilicen cantidades mayores de energía por unidad de producto manufacturado en comparación con países que importan materiales elaborados. Por ejemplo, el Canadá, tiene una ratio elevada de utilización de energía con respecto al PIB, debido en parte al hecho de que es un país grande, con un clima relativamente frío y una economía que depende de un amplio sector de elaboración de materias primas. En el Japón, el clima es más templado, las materias primas son limitadas y la alta densidad de población da como resultado unidades residenciales más pequeñas y recorridos más cortos, que contribuyen a una ratio más baja de consumo de energía con respecto al PIB.

Los diferentes impactos ambientales de las modalidades energéticas complican también la interpretación de la ratio del uso de energía respecto del PIB en términos de repercusiones ambientales o de sostenibilidad. Por ejemplo, el Canadá, cuenta con considerables recursos energéticos como son la hidroelectricidad, la energía nuclear y el gas natural, que constituyen fuentes de energía con impactos ambientales más reducidos que el carbón o el petróleo en lo tocante a la contaminación de la atmósfera y el cambio climático.

Dado el gran número de factores que afectan a la utilización de la energía, no debería emplearse exclusivamente la ratio del uso total de energía respecto del PIB como indicador de la eficiencia energética o de la sostenibilidad, a los efectos de la adopción de decisiones.

d) Definiciones alternativas/indicadores: La ratio de la utilización de energía sectorial o subsectorial respecto del producto o de la actividad del sector o subsector proporciona una indicación detallada de la intensidad energética.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Uso de la energía en términos de STEP, CFT y consumo de electricidad y PIB real en dólares estadounidenses o moneda nacional en PPA para los años correspondientes y para el año base.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: La Agencia Internacional de Energía (AIE) y Eurostat son las instituciones que mantienen las series más completas de balances de energía y contabilidad energética, basadas primordialmente en datos nacionales o recopilados por organismos e institutos de estadística regionales dignos de confianza. Los datos del PIB se obtienen fundamentalmente de las Cuentas Nacionales.

Los organismos internacionales publican los datos del PIB y del valor agregado de la industria. Las *Estadísticas Financieras Internacionales* del Fondo Monetario Internacional (FMI) dan a conocer el PIB nominal y real de la mayoría de los países. Los bancos regionales de desarrollo o las fuentes nacionales facilitan a menudo datos sobre los componentes del PIB.

Pueden conseguirse datos regionales a través de organizaciones regionales como el Centro de Investigaciones Energéticas para Asia y el Pacífico (APEREC) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE/OCDE/Eurostat, 2004. *Energy Statistics Manual*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Yearly Energy Statistics*. Luxemburgo: Eurostat.
- FMI, varias ediciones. *Estadísticas financieras internacionales*. Publicación mensual. Washington DC (EE.UU.): Fondo Monetario Internacional.

- UNSD, *National Accounts Statistics*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO3: Eficiencia de la conversión y distribución de energía

Breve definición	Eficiencia de la conversión y distribución de energía, incluida la eficiencia de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, eficiencia de la refinación de petróleo y las pérdidas producidas durante la transmisión y distribución de electricidad y el transporte y distribución de gas
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide la eficiencia de los sistemas de conversión y distribución en las diversas cadenas de suministro de energía, incluidas las pérdidas producidas durante la transmisión y distribución de electricidad y el transporte y distribución de gas.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La mejora de la eficiencia del suministro y la reducción de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión y transporte constituyen objetivos importantes del desarrollo sostenible para todos los países del mundo. Las mejoras en la eficiencia de los sistemas de suministro de energía se traducen en una utilización más efectiva de los recursos energéticos y en la atenuación de los impactos negativos sobre el medio ambiente.

c) Convenios y acuerdos internacionales: En la actualidad, no hay convenios ni acuerdos que se refieran específicamente a la reglamentación o mejora de la eficiencia del suministro energético. Sin embargo, el Programa 21 ha recomendado fomentar una mayor eficiencia en el uso de la energía, por lo que se refiere, en concreto, al suministro, recomendación que ha sido suscrita por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo. Por su parte, en el Programa 21 se pedía que se analizaran las formas en que las economías pueden crecer y prosperar, reduciendo al mismo tiempo las pérdidas registradas en las diversas cadenas de los ciclos de combustibles.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No hay una meta u objetivo específico para la eficiencia energética.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está estrechamente relacionado con otros indicadores de las dimensiones económica y ambiental, incluido el uso e intensidades de la energía, la combinación de combustibles, las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes de la atmósfera y la contaminación del suelo y del agua.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador abarca los siguientes aspectos:

Eficiencia de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, definida como la producción bruta de electricidad (incluido el propio consumo eléctrico de las instalaciones de electricidad) de las fábricas alimentadas por combustibles fósiles en relación con los insumos de combustibles fósiles. El cambio de combustibles da origen a importantes mejoras en la eficiencia media de las instalaciones térmicas, así como la puesta en funcionamiento de nuevas instalaciones de generación de electricidad de alto rendimiento y el desmantelamiento de las más antiguas e ineficientes. En particular, el cambio de carbón a gas, un combustible usado en el ciclo combinado gas-vapor de elevada eficiencia, redundó, por lo general, en una intensificación del rendimiento. Cabe elaborar distintos indicadores aplicables a la generación de electricidad para el petróleo, el gas o el carbón, a fin de delimitar el efecto del cambio de combustibles.

Eficiencia de la transmisión y distribución de electricidad, definida como la ratio del consumo final de electricidad respecto del suministro de la misma. En las pérdidas de transmisión y distribución de la electricidad se incluyen las pérdidas ocurridas durante la transmisión entre las fuentes de suministro y los puntos de distribución y durante la distribución a los consumidores, incluyendo los robos.

Eficiencia de la distribución de gas, definida como la ratio del consumo final de gas respecto del suministro de gas. Por suministro de gas se entiende el suministro primario de gas, menos el insumo de gas proporcionado a las instalaciones de generación de electricidad. En las pérdidas en el transporte y distribución de gas se incluyen las pérdidas durante el traslado de las fuentes de suministro a los puntos de distribución, incluido el autoconsumo de gas de los sistemas de bombeo de este elemento, y durante la distribución a los consumidores.

Eficiencia de la refinación de petróleo, definida como el porcentaje medio de los productos de la refinería respecto de los insumos de la refinería, incluidas las materias primas. Ambos factores se expresan en unidades de energía.

b) Métodos de medición: Cabe calcular la cantidad de energía producida, suministrada y usada a partir de las estadísticas y los balances de energía publicados por los distintos países u organizaciones internacionales y regionales. Es preciso examinar las cantidades de todas las modalidades de energía primaria, como los combustibles fósiles, la electricidad y el calor.

c) Limitaciones de los indicadores: Para algunos países, no es fácil obtener los datos sobre la eficiencia de la conversión y distribución de energía.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos de los productos energéticos referentes a la producción y el uso (balances de energía); insumos y productos de las refinerías; consumo y suministro de gas; y estructura del suministro de electricidad.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Habitualmente se dispone de datos sobre los productos energéticos correspondientes a la producción y consumo (balances de energía) para la mayoría de los países a nivel nacional y, para algunos países, a nivel subnacional. Los institutos nacionales de estadística compilan ambos tipos de datos y los ponen a disposición del público; también se pueden encontrar en las publicaciones de los países.

A nivel internacional, la Agencia Internacional de Energía (AIE) y Eurostat mantienen las series más completas de balances y cuentas de energía, basadas principalmente en datos nacionales o recopilados por organismos regionales dignos de confianza. Entre otras fuentes de datos cabe citar el Banco Mundial, las Naciones Unidas, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), etc.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, 2001. *Integration — Indicators for Energy Data 1985–98*, Comisión Europea, 2001 edition. Luxemburgo: Eurostat.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO4: Relación reservas/producción

Breve definición	Relación entre las reservas de energía que quedan a finales de un año y la producción de energía en ese mismo año. También, duración de las reservas comprobadas de energía o índice de vida de producción
Unidades	Años
Definiciones alternativas	Reservas totales Tasa de agotamiento de las reservas
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El objetivo de este indicador reside en medir la disponibilidad de las reservas nacionales de energía con respecto a la producción correspondiente de combustibles. Generalmente, las reservas se definen como los recursos identificados (demostrados e inferidos) que son económicamente recuperables en el momento de la evaluación. Las reservas se definen también como las cantidades que los datos geológicos y de ingeniería indican que pueden ser recuperables, con una certeza razonable en cuanto al futuro, a partir de recursos energéticos conocidos o identificados en las condiciones técnicas y económicas existentes. El indicador abarca combustibles como el petróleo, el gas natural, el carbón y el uranio y proporciona una medida relativa del tiempo que las reservas comprobadas podrían durar si la producción se mantuviese a los niveles actuales.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La disponibilidad del suministro de combustibles energéticos constituye un aspecto clave de la sostenibilidad. Este indicador proporciona una base para estimar los suministros futuros con respecto a la disponibilidad actual de las reservas de energía y los niveles de producción. La gestión adecuada de las reservas comprobadas de energía es un elemento indispensable de los programas nacionales de desarrollo sostenible.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está ligado a los indicadores de producción y utilización anuales de energía, importaciones, precios y recursos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Las reservas comprobadas indican los recursos *in situ* que se han considerado explotables en las condiciones económicas actuales y previstas con la tecnología disponible.

b) Métodos de medición: Las estimaciones se basan en los resultados de la información geológica y de prospecciones sobre una zona o en la duplicación o el paralelismo de las condiciones geológicas que se dan en otros yacimientos conocidos.

No se incluyen los yacimientos no confirmados. La duración de las reservas comprobadas de combustibles energéticos, expresada en términos del coeficiente reservas/producción, se calcula dividiendo las reservas comprobadas de un producto al final de un año por la producción total de ese producto durante el mismo año.

c) Limitaciones del indicador: La tasa de uso de las reservas de energía depende de muchos factores, incluidas las condiciones económicas, los precios, los progresos tecnológicos y las prospecciones. Por consiguiente, el indicador representa únicamente una medida relativa de la disponibilidad de reservas. En muchos países, el coeficiente reserva/producción para el petróleo y el gas se ha mantenido constante durante largos años, a pesar de la creciente explotación de estos recursos. Ello es debido a que, cuando las reservas conocidas comienzan a agotarse, normalmente se redoblan los esfuerzos para localizar otras nuevas que vengan a sustituirlas. Por ello, es posible que, en la relación reservas/producción se tienda, por una parte, a subestimar el total de recursos disponibles y se ofrezca, por otra, una información inexacta acerca de la rapidez con que se está acabando un recurso finito.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Las reservas totales y la tasa de agotamiento son medidas alternativas para este indicador.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre la producción y las reservas de energía disponibles.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Cabe obtener los datos sobre las reservas probadas de combustibles fósiles en la publicación anual *Survey of Energy Resources* del Consejo Mundial de la Energía, datos que son objeto de frecuentes revisiones. Esos datos están también disponibles en las empresas nacionales e internacionales de petróleo y de gas. Se pueden conseguir los datos sobre las reservas de uranio en las publicaciones conjuntas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Agencia para la Energía Nuclear (AEN).

REFERENCIAS

- BP. *Statistical Review of World Energy*. Publicación anual. Londres (Reino Unido): British Petroleum.
- CME, varias ediciones. *Survey of Energy Resources*. Publicación anual. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.
- NEA/OIEA, varias ediciones. *Uranium: Resources, Production and Demand*. París (Francia): Agencia para la Energía Nuclear (AEN)/Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- PNUD/UNDESA/CME, 2000, *World Energy Assessment*. Nueva York (EE.UU.): Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- USGS, varias ediciones. *World Petroleum Assessment*. Washington DC (EE.UU.): United States Geological Survey.

ECO5: Relación recursos/producción

Breve definición	Ratio de los recursos energéticos restantes al final de un año respecto de la producción de energía de ese mismo año También, duración de los recursos comprobados de energía
Unidades	Años
Definiciones alternativas	Reservas totales Tasa de agotamiento de las reservas
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El objetivo de este indicador estriba en medir la disponibilidad de los recursos nacionales de energía con respecto a la producción correspondiente de petróleo. Generalmente, los recursos se definen como concentraciones de materiales sólidos, líquidos o gaseosos, de origen natural, situados en la corteza de la tierra o sobre ella, de manera que su extracción económica pueda resultar factible. Entre los recursos totales hay que mencionar las reservas y los recursos hipotéticos y especulativos aún no descubiertos. Este indicador abarca combustibles como el petróleo, el gas natural, el carbón y el uranio. Facilita una medida relativa del tiempo que podrían durar esos recursos si la producción se mantuviera a los niveles actuales.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La disponibilidad y seguridad del suministro de combustibles energéticos son aspectos clave de la sostenibilidad. Este indicador sienta las bases para estimar los posibles suministros futuros de energía con respecto a la disponibilidad actual de recursos energéticos y los niveles de producción. La gestión adecuada de los recursos de energía es un componente necesario de los programas nacionales de energía sostenible.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendados: Ninguno.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado a los indicadores de producción y uso anuales de energía, importaciones, precios y reservas.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Entre los recursos es menester mencionar las reservas, los recursos suplementarios estimados y los recursos especulativos. Por reservas comprobadas se entienden los recursos *in situ* que han sido evaluados como explotables en las condiciones económicas actuales y previstas con la tecnología disponible. Los recursos suplementarios estimados son los que se infiere que existen. Los recursos especulativos son recursos que se piensa que existen, basándose principalmente en pruebas indirectas y extrapolaciones geológicas.

b) Métodos de medición: La duración de los recursos de combustibles en términos del coeficiente recursos/producción se calcula dividiendo los recursos energéticos totales de un producto a finales de año por la producción total de ese producto en el mismo año.

c) Limitaciones del indicador: La tasa de utilización de los recursos energéticos depende de muchos factores, incluidas las condiciones económicas, los precios, el progreso tecnológico y las prospecciones. En consecuencia, este indicador representa únicamente una medida relativa de la disponibilidad de recursos.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Los recursos totales y la tasa de agotamiento son definiciones alternativas para este indicador.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre la producción y los recursos de energía disponibles.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Se pueden obtener datos sobre los recursos de combustibles fósiles en la publicación anual *Survey of Energy Resources* del Consejo Mundial de la Energía, que son objeto de revisiones frecuentes. Los datos sobre los recursos de uranio están disponibles en las publicaciones conjuntas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Agencia para la Energía Nuclear (AEN). También cabe encontrar datos a través de las compañías nacionales e internacionales de petróleo y gas.

REFERENCIAS

- CME, varias ediciones. *Survey of Energy Resources*. Publicación anual. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.
- NEA/OIEA, varias ediciones. *Uranium: Resources, Production and Demand*. París (Francia): Agencia para la Energía Nuclear (AEN)/Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- PNUD/UNDESA/CME, 2000, *World Energy Assessment*. Nueva York (EE.UU.): Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO6: Intensidades energéticas de la industria

Breve definición	Uso de energía por unidad de valor agregado en el sector industrial y para determinadas industrias de alto consumo de energía
Unidades	Energía: toneladas equivalentes de petróleo (tep) por dólar estadounidense Electricidad: kilovatios/hora (kWh) por dólar estadounidense
Definiciones alternativas	Utilización de energía por unidad de producto físico en el sector industrial, ramas de la manufactura y determinadas industrias de alto consumo de energía
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El sector industrial es uno de los mayores consumidores de energía. Este conjunto de indicadores mide el uso total de energía del sector industrial y de determinadas industrias de alto consumo de energía, seleccionadas por el valor agregado correspondiente. La intensidad proporciona información sobre la utilización de energía por unidad de producto. El conjunto sirve para analizar las tendencias de la eficiencia energética y de los cambios en la composición del producto y la combinación de combustibles, en la medida en que afectan a la intensidad industrial, por sectores y productos. Además, este conjunto de indicadores puede emplearse para evaluar las tendencias registradas en las mejoras tecnológicas y los cambios en la estructura del sector industrial y sus subsectores.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La mejora de la eficiencia energética y la reducción de la intensidad de los procesos industriales son objetivos importantes del desarrollo sostenible para todos los países del mundo. Las mejoras en la intensidad se traducen en un uso más efectivo de los recursos energéticos y en un descenso de los impactos ambientales negativos.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay convenios o acuerdos específicos que guarden una relación directa con la reducción de la intensidad energética. Sin embargo, los convenios internacionales relativos a la disminución de emisiones, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, pueden influir en los niveles de intensidad. La importancia de la eficiencia energética y del uso racional de la energía ocupan también un lugar destacado en el Programa 21, aprobado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo, así como en varios tratados establecidos en la Unión Europea.

d) Objetivos internacionales/normas recomendados: Aunque no se han señalado metas internacionales específicas con respecto a la intensidad o a la eficiencia energéticas, muchos países industrializados se han fijado objetivos para reducir el uso de energía y las emisiones de carbono y otros contaminantes de los sectores industriales y manufactureros.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador forma parte de un conjunto de indicadores de intensidad energética en diferentes sectores (transporte, agricultura, servicios/comercial y residencial), ligados todos ellos al indicador de uso agregado de energía por unidad de producto interno bruto (PIB). Estos indicadores están también vinculados a indicadores del uso de energía final y primaria y al consumo de electricidad, a las emisiones de gases de efecto invernadero, a las emisiones contaminantes de la atmósfera y al agotamiento de los recursos energéticos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: El uso de energía por unidad de valor agregado es una de las formas de medir las necesidades energéticas de la producción de manufacturas.

Aunque la energía usada por unidad de producto físico es un buen indicador de la eficiencia energética en ciertos procesos manufactureros, el consumo de energía por unidad de producción económica es más útil, no sólo para relacionar la eficiencia energética con la actividad económica, sino también para agregar y comparar la eficiencia energética en todos los sectores de las manufacturas, por no hablar del conjunto de la economía.

Entre las industrias de alto consumo energético que se pueden examinar, figura la industria del hierro y el acero; los metales no ferrosos, los productos químicos, la refinación de petróleo, los minerales no metálicos, el cemento, la pulpa y el papel.

En los cambios de intensidad influyen otros factores además de la eficiencia energética; por tanto, el análisis de las tendencias de la intensidad proporciona una visión importante de la manera en que la eficiencia energética y otros factores afectan al uso de la energía. El Anexo 3 ofrece un método de descomposición para las intensidades energéticas.

b) Métodos de medición:

Uso de la energía: El uso de la energía se suele medir como energía final en el punto de consumo; es decir, el establecimiento o fábrica. La 'energía propia' (incluyendo el uso interno de la energía hidroeléctrica, los biocombustibles o el calor residual interno) deberán combinarse con la energía adquirida para obtener el uso final total de energía.

Las dificultades en la interpretación de los datos de intensidad energética provienen del hecho de que algunas ramas del sector de las manufacturas pueden estar concentradas en las regiones de un país ricas en ciertos tipos de fuentes de electricidad o de calor, de modo que estas ramas representan una carga energética menor para la economía de lo que el indicador puede sugerir. La interpretación resulta también complicada cuando una rama en concreto dispone de considerables recursos energéticos internos, como energía hidroeléctrica cautiva, biocombustibles o carbón.

En el caso de la producción combinada de calor y electricidad, no existe un método simple para dividir la energía total utilizada entre estos dos productos. Allí donde se venda un excedente de calor o electricidad o se proporcione a instalaciones externas o a una red, no debe asignarse la energía requerida por este suministro externo al producto de las instalaciones o rama del sector.

En algunos casos podría ser preferible medir el uso total de energía primaria, incluidas las pérdidas registradas en la producción externa y distribución de la electricidad y el calor adquiridos, ya que estas pérdidas se producirían si las instalaciones o rama del sector utilizaran la energía primaria directamente. El uso de energía primaria por unidad de producto mide la carga total de energía que recae sobre la economía de una unidad de producto de una industria dada. Generalmente se estima la pérdida de energía registrada en la conversión de energía primaria en electricidad, aplicando el coeficiente medio de producción de electricidad en la economía. Existen varias fórmulas para calcular la energía primaria correspondiente a la electricidad producida por fuentes nucleares, hidroeléctricas o geotérmicas.

También es posible medir el uso total de energía, interna y externa, para cualquier producto final, por medio de las tablas insumo-producto. Ese enfoque permite medir la energía incorporada a los materiales y productos intermedios; sin embargo, se trata de una tarea que requiere un volumen muy elevado de datos y no se elaboran tablas insumo-producto con una periodicidad fija.

Unidades: tep para la energía final y kWh para la electricidad.

Producto: Cabe utilizar tanto el valor agregado como el producto bruto para medir la producción económica del sector industrial. En ambos casos, se usa la moneda nacional real, deflactada al año base por el deflactor para el sector o rama. Este paso es decisivo, de forma que la ponderación de cada rama o sector refleje la ponderación correcta en el año base. El valor de la producción puede convertirse entonces a una moneda internacional común, normalmente a dólares estadounidenses, empleando la paridad del poder adquisitivo (PPA). Otra alternativa consiste en calcular el valor total de la producción o de las expediciones, o el producto bruto. Esto representa el valor total de todos los productos de una industria dada. El valor agregado es igual a la contribución al PIB de este sector, que representa únicamente el incremento de la producción económica generada por el sector o rama de que se trate.

La medición del producto bruto tiende a ser más estable con el tiempo, pero posee la desventaja de que no puede agregarse al producto total debido a la doble contabilidad; los insumos de una rama pueden ser los productos de otra. Por una parte, cabría agregar el valor añadido, pero podría mostrar mayores fluctuaciones de un año a otro si cambian los costos de los insumos o los precios del producto. Por otra parte, utilizar el valor añadido permite evaluar los impactos de los cambios estructurales sobre el uso de energía.

Unidad: Moneda constante. El valor de mercado del producto en moneda nacional real se deflacta al año base por medio de los deflatores del PIB. La moneda nacional puede convertirse a dólares estadounidenses empleando el PPA para el año base.

c) Limitaciones del indicador: El indicador agregado para el sector industrial refleja tanto la intensidad energética de las diferentes ramas del sector de las manufacturas como la composición de dicho sector. Los cambios en el indicador agregado pueden deberse, por tanto, a cambios en la intensidad energética o a cambios en el producto de la rama correspondiente (estructura). De manera similar, las diferencias entre países pueden obedecer a diferencias en la eficiencia energética o a diferencias en la estructura del sector manufacturero. Un país con grandes industrias de alto consumo energético, como por ejemplo, la fabricación de pasta de papel, los metales primarios o los fertilizantes, tendrá una elevada intensidad energética, aunque

la industria sea eficiente desde el punto de vista energético. Por esa razón, conviene desagregar la intensidad energética por ramas de las manufacturas y por industrias.

Las intensidades medidas como energía por valor añadido a un nivel desagregado se ven afectadas por cambios en la estructura dentro de cada rama – por ejemplo, por cambios en la combinación de metales producidos en el sector de metales no ferrosos o en el porcentaje de pulpa en comparación con el papel, en el total del valor agregado de la pulpa y el papel. Sin querer negar sus ventajas, los cálculos detallados, como el del consumo total de energía para la fabricación de determinados productos mediante el empleo de tablas insumo-producto, requieren un elevado número de datos y resultan difíciles de actualizar periódicamente.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Energía utilizada por unidad de producto físico en las industrias. Para algunos fines, podría ser preferible el producto físico, pero no se puede hacer recurriendo a las estadísticas de uso de la energía disponibles en muchos países, y hay muchos sectores en los que no es fácil definir el producto físico agregado.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Uso de energía y electricidad por sector industrial, por rama de las manufacturas y por determinadas industrias; valor agregado o producto bruto.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: Las Naciones Unidas, a través del sistema de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) compilan el valor agregado, a nivel de dos o tres dígitos, para los países desarrollados y en desarrollo. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), como parte de su base de datos STAN, recopila el valor agregado en el sector manufacturero al nivel de tres y cuatro dígitos del CIIU para la mayoría de los países de la OCDE. La Unión Europea elabora datos sobre el valor agregado a nivel de dos y tres dígitos en el sistema NACE y existen pasarelas apropiadas para trasladar el NACE al CIIU.

Un problema persistente de los datos a nivel agregado está en la distinción entre ‘industria’ (CIIU, Divisiones C, D, F y E) y ‘manufacturas’ (CIIU, División D). Algunos países agrupan también la agricultura, la silvicultura y la pesca (CIIU, Divisiones A y B) en la clasificación agregada del ‘sector industrial’. Por estas razones, se recomienda enérgicamente verificar los datos para asegurarse, sin lugar a dudas, de qué sectores se trata.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) recopila los datos sobre el uso final de la energía en los balances de energía para los países miembros y no miembros de la OCDE, pero esos datos están clasificados por sectores principales y no por producto principal. Por ello, es difícil identificar el uso de la energía en relación con la elaboración física de un producto determinado, como por ejemplo, el cemento. Muy pocos países comunican datos a ese nivel de desagregación.

Cabe obtener datos regionales de organizaciones de ese ámbito, como el Centro de Investigaciones Energéticas para Asia y el Pacífico (APEREC) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 1997. *Indicators of Energy Use and Efficiency*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (AIE)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- *Energy Policy*, June/July 1997 issue, Volume 25. Elsevier Science Limited. En varios artículos de dicho número se analizan las medidas físicas y monetarias del producto y diversos problemas relacionados con los indicadores del uso y la intensidad de la energía en el sector de las manufacturas.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Phylipsen, G.J.M., Blok, K., Worrell, E., 1997. *Handbook on International Comparison of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry*. Utrecht (Países Bajos): Universidad de Utrecht, Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad.
- Unander, F., Karbuz, S., Schipper, L., Khrushch, M., Ting, M., 1999. Manufacturing energy use in IEA countries: Decomposition of long-term trends, *Energy Policy*, 27(13): 769–778.
- UNSD, *Industry Statistics*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, *National Accounts Statistics*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO7: Intensidades energéticas del sector agrícola

Breve definición	Uso de energía final por unidad de valor agregado en el sector agrícola
Unidades	Energía: toneladas equivalentes de petróleo (tep) por dólar estadounidense Electricidad: kilovatios/hora (kWh) por dólar estadounidense
Definiciones alternativas	Energía usada por unidad de producto en el sector agrícola
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador es una medida de la intensidad energética agregada en el sector agrícola, que puede utilizarse para analizar tendencias, particularmente en el uso de energías no comerciales y renovables.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La energía es esencial para la mayoría de las actividades humanas, incluida la agricultura. La disponibilidad de energía es un factor clave a fin de incrementar la productividad agrícola y mejorar la vida rural. Este indicador se puede emplear para orientar las políticas y las decisiones en materia de inversión referentes a las necesidades de energía en todas las etapas de la producción agrícola y su eficiencia energética. Las modalidades de energía renovable como la solar, la eólica y la bioenergía pueden contribuir en gran medida a incrementar la eficiencia del trabajo y a diversificar las actividades económicas en las zonas rurales.

Merece la pena señalar que las funciones específicas de la agricultura, como productor de energía y regenerador del ecosistema agropecuario, son elementos importantes de los programas de desarrollo sostenible de algunos países.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No existen acuerdos internacionales. El Programa 21 recoge la necesidad de promover la eficiencia energética en todos los sectores.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No existen ni se aplican objetivos internacionales. Cabe establecerlos a nivel nacional, en función de la gama de productos agrícolas del país de que se trate.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador forma parte de un conjunto de indicadores de la intensidad energética en diferentes sectores (manufacturas, transporte, servicios/comercial y residencial), utilizando el uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) como un indicador agregado de intensidad energética. También está vinculado a indicadores como la energía total, la energía no comercial y el consumo de electricidad, las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de contaminantes atmosféricos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: El uso de energía por unidad de valor agregado es una de las formas de medir las necesidades energéticas por unidad de producto en el sector agrícola. Aunque la energía empleada por unidad de producto es el mejor indicador de la eficiencia energética en procesos agrícolas específicos, rara vez se dispone de datos a ese nivel de desagregación. La medición de la intensidad en términos de producto económico es útil para agregar y comparar las innovaciones energéticas en el ámbito global de la economía. El uso total de la energía en la agricultura tiene su origen en los insumos energéticos de todas las etapas de la producción y en los procesos de elaboración del sector agrícola. Entre las actividades agrícolas hay que mencionar la preparación de la tierra, la mecanización, la fertilización, el riego, la cosecha, el transporte, la elaboración y el almacenamiento. Cada una de estas etapas emplea diferentes formas de energía (mecánica, eléctrica, térmica), que pueden agregarse en unidades equivalentes.

En los cambios en las intensidades inciden otros factores, además de la eficiencia energética; por consiguiente, analizar las tendencias de la intensidad proporciona una información muy valiosa sobre cómo afectan al uso de la energía la eficiencia energética y otros factores. En el Anexo 3 figura un método de descomposición para las intensidades energéticas.

b) Métodos de medición:

Uso de energía: Los insumos anuales de energía para cada etapa de la producción y de los procesos de elaboración agrícola se determinan y convierten en unidades equivalentes y se agregan como energía total. Por lo general, la utilización de energía se mide en el punto de consumo (es decir, en la explotación agrícola), y la ‘energía propia’ (incluidos el uso interno, la biomasa, etc.) se deberá añadir a la energía adquirida.

Unidades: tep para la energía final y kWh para la electricidad.

Producto: El producto económico neto se mide en valor agregado agrícola (Clasificación Industrial Internacional Uniforme [CIIU], División A). El sector abarca la producción agropecuaria, los servicios agrícolas, la silvicultura, la pesca, y la caza ordinaria y mediante trampas. Cabe obtener datos sobre el producto físico de algunos productos en la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Sin embargo, raramente se dispone de datos comparables sobre el uso de energía y, por consiguiente, es difícil configurar intensidades energéticas desagregadas a partir de los datos de productos físicos.

Unidad: Moneda constante. El valor de mercado del producto en la moneda nacional real se deflacta al año base mediante los deflatores del PIB. La moneda nacional puede convertirse a dólares estadounidenses empleando la paridad del poder adquisitivo para el año base.

c) Limitaciones de los indicadores: El indicador agregado para el sector agrícola (CIIU, División A, grupos 01, 02, 07, 08 y 09) refleja la intensidad energética de todas las actividades agrícolas (producción agropecuaria, silvicultura, pesca, etc.). Las modificaciones en este indicador agregado pueden ser debidas a cambios tanto en la eficiencia energética como en la combinación de productos de la producción agrícola (estructura). Esto significa que las diferencias observadas entre países en ambas, no

sólo a nivel absoluto sino también a lo largo de la evolución temporal de este indicador, no recogen necesariamente diferencias en la eficiencia energética. Además, la producción agrícola se ve afectada por otros factores, al margen de los insumos energéticos (por ejemplo, el clima, la disponibilidad de otros insumos, etc.). Estos factores no tienen un efecto tan distorsionador si se recopilan los valores comparativos para años consecutivos. En la actualidad, se considera que los datos para el uso de energía en la agricultura no son muy fiables. Unas encuestas especiales podrían generar datos fidedignos, pero serían caras y tal vez no constituyesen una prioridad para los institutos de estadística.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Un indicador alternativo es la energía utilizada por unidad de producto agrícola. Si bien se dispone de datos para la producción, es problemático encontrar datos para el uso de energía desglosados por modalidades específicas de actividad agrícola. El indicador abarca las energías renovables combustibles y los desechos, pero no insumos de energía no comercial como la energía humana y animal. Quizá sea preciso seguir perfilando los métodos de cuantificación de la energía humana.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Uso de la energía final total por el sector agrícola.
- Consumo de electricidad por el sector agrícola.
- Valor agregado del sector agrícola.

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: Se dispone de algunos datos para la mayoría de los países, a pesar de que se echan en falta estadísticas fiables y exhaustivas que permitan un análisis de series cronológicas. El Banco Mundial recopila datos sobre el valor agregado en la agricultura. Cabe obtener las cifras relativas a la producción agrícola a través de los ministerios o secretarías de agricultura. La FAO ha procesado y compilado un volumen considerable de datos, en términos físicos, sobre los productos del sector agrícola. Las Naciones Unidas recopilan datos sobre el valor agregado del sector agrícola a nivel de dos y tres dígitos. En los balances de energía de la Agencia Internacional de Energía (AIE) se incluye la utilización de la energía en la agricultura. Son los ministerios de energía y otras autoridades nacionales competentes los que preparan los balances de energía. Es posible obtener datos regionales en organizaciones regionales, como la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.

- CME, 1993–1998. Publicaciones del Comité de Países en Desarrollo del Consejo Mundial de la Energía. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- FAO y Banco Africano de Desarrollo, 1995. *Future Energy Requirements for Africa's Agriculture*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, 1995. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1995. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, 1995. *Forests, Fuels and the Future – Wood Energy for Sustainable Development*. FAO Forestry Topics, Report No. 5. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, 1988. *Energy Conservation in Agriculture*. Report and proceedings of Technical Consultation, Helsinki (Finlandia), CNRE Bulletin 23. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, 2001. *Bases de Datos Estadísticos de la FAO*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAOSTAT, 2001. CD-ROM. *Bases de Datos Estadísticos de la FAO*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ECO8: Intensidades energéticas del sector de los servicios/comercial

Breve definición	Uso de energía final por unidad de valor agregado de los servicios y comercial o por superficie construida
Unidades	Toneladas equivalentes de petróleo (tep) para la energía final y kilovatios/hora para la electricidad por dólar estadounidense (valor agregado), en dólares estadounidenses constantes (paridad del poder adquisitivo [PPA]) o por metro cuadrado de superficie edificada
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador se emplea para supervisar las tendencias en el uso de energía en el sector servicios/comercial.

b) Relación con el desarrollo sostenible: El sector de los servicios no requiere tanta energía como el sector de las manufacturas, y el crecimiento del sector en relación con el de las manufacturas contribuye al descenso a largo plazo de la ratio del uso total de energía respecto del producto interno bruto (PIB). Sin embargo, ese sector es un gran consumidor de electricidad. En general, el desarrollo sostenible exige una intensificación de la eficiencia energética en todos los sectores, con objeto de reducir la utilización global de energía y atenuar los impactos ambientales negativos.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay acuerdos internacionales. Algunos países han promulgado normas de eficiencia energética para la iluminación, el equipo de oficinas y otros aspectos, mientras que otros han negociado acuerdos voluntarios para reducir el uso de energía por metro cuadrado de superficie construida.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No hay objetivos ni normas internacionales. Muchos países industrializados han establecido objetivos con miras a minimizar el componente de calefacción de espacios cerrados del consumo de energía del sector de los servicios por unidad de superficie construida. Actualmente, un gran número de países está tratando de rebajar el consumo de electricidad en los sistemas de refrigeración, iluminación e informática.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador forma parte de un conjunto de indicadores de la intensidad energética en diferentes sectores (manufacturas, transporte, agricultura y residencial), funcionando el indicador de uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) como un indicador agregado de intensidad energética. Este indicador está también vinculado a los indicadores de la utilización total de energía y electricidad, las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de contaminación atmosférica.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: El uso de energía por unidad de valor agregado o por unidad de superficie edificada en el sector servicios/comercial es una forma de medir las necesidades de energía y las tendencias energéticas en los edificios de servicios. Esos edificios abarcan no sólo los servicios públicos sino también los comerciales como oficinas, escuelas, hospitales, restaurantes, almacenes y puntos de venta al por menor. Analizar en forma agregada el uso de energía en los servicios constituye un reto, debido a las grandes diferencias entre los tipos de edificios y a la amplia gama de actividades y servicios relacionados con la energía que se ofrecen en un edificio dado. Hay edificios que albergan varios tipos de empresas y, a su vez, cabe encontrar determinados sectores de las empresas en muchas clases distintas de edificios, lo que hace que la situación sea mucho más compleja. Por tanto, los subsectores de servicios/comercial son diversos y difíciles de clasificar. Incluyen subsectores que requieren una gran cantidad de electricidad por unidad de producto (comercio al por menor), los que hacen uso de grandes cantidades de combustibles para calentar el agua y los espacios cerrados (establecimientos de atención a la salud) y los que, por su propia naturaleza consumen poca energía (almacenes, estacionamientos). En este sector, la eficiencia energética está relacionada más directamente con la eficiencia de los servicios generales de energía (iluminación, ventilación, informática, ascensores, etc.) que con la eficiencia de las actividades sectoriales concretas. Sin embargo, casi no hay datos actuales sobre los productos de los servicios de energía por unidad de insumo

energético (lúmenes de luz, metros cúbicos de aire removidos, capacidad o uso de computadoras, toneladas transportadas en elevadores, etc.). Por consiguiente, la medida usual de intensidad energética, es decir, tep por unidad de producto en términos económicos (tep/dólar estadounidense), puede ser un indicador útil, siempre que quede claro que este indicador engloba muchos procesos y tipos de edificios. Dadas las diferencias en los procesos, resulta muy importante separar la electricidad del calor obtenido por combustibles fósiles y del calor adquirido.

Los cambios en las intensidades se ven afectados por otros factores, además de la eficiencia energética; por consiguiente, el análisis de las tendencias de la intensidad proporciona una perspectiva valiosa de cómo la eficiencia energética y otros factores repercuten en el uso de la energía. El Anexo 3 contiene un método de descomposición para las intensidades energéticas.

b) Métodos de medición:

Uso de energía: La intensidad del uso de electricidad y de energía (incluidos los sistemas de calefacción centralizada de núcleos urbanos y de suministro eléctrico) se registran por separado. Por lo común, la utilización de la energía final se mide en el punto de uso (es decir, el edificio o la empresa). Los datos de las empresas en este sector se suelen recopilar a través de la contabilidad normal de gastos de la empresa o del uso de la energía. Hay que señalar, sin embargo, que la correspondencia entre empresas y tipos de edificios puede ser muy poco precisa.

En algunos países, el uso de la energía en edificios por tipo de uso final se mide a través de encuestas en los propios edificios. Allí donde existan estos datos, pueden utilizarse para elaborar intensidades más desagregadas que reflejen mejor las eficiencias de ciertos usos finales. El uso de energía para calefacción por metro cuadrado de superficie construida calentada constituye un notable ejemplo de tales mediciones. Es esencial medir la utilización de electricidad por metro cuadrado, pero es difícil desglosarla en calefacción, refrigeración, calentamiento de agua/preparación de alimentos, iluminación, etc., sin recurrir a encuestas detalladas. Algunos países fríos (por ejemplo, Noruega) muestran una elevada intensidad energética global en el sector de los servicios y un alto porcentaje de calefacción eléctrica, mientras que otros países fríos (por ejemplo, Finlandia) también arrojan intensidades destacadas, pero con una tasa mucho menor de calefacción eléctrica. De manera similar, los países más calientes cuentan con cantidades considerables de espacios cerrados, dotados de instalaciones de aire acondicionado. Para muchos países, no se dispone de datos sobre la cantidad de espacios cerrados con aire acondicionado.

A pesar de todas estas incertidumbres, la intensidad de combustibles proporciona una información útil sobre las actividades de calentamiento de agua y de espacios, así como de preparación de alimentos y sobre las intensidades eléctricas para los servicios de electricidad.

Unidades: tep para la energía final y kWh para la electricidad.

Producto: Hay diferentes enfoques para medir el producto en el sector servicios/comercial, entre los que destaca el valor agregado como la medida más directa del producto económico. Sin embargo, la intensidad calculada como energía por unidad de superficie construida guarda una relación más estrecha con la eficiencia energética para usos finales como la calefacción, la refrigeración y la iluminación. En

muchos países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE), se han llevado a cabo encuestas sobre la superficie edificada por tipo de edificio. A menudo, este último está específicamente relacionado con la actividad de la empresa, como es el caso de las escuelas (educación), hospitales (atención a la salud) o restaurantes (servicios de alimentación). Sin embargo, en otros muchos casos, en particular si se trata de oficinas y restaurantes, los edificios se dedican a una amplia gama de actividades y empresas, cada una con su propio sistema energético y con pautas considerablemente distintas de uso de la energía.

Unidad: Moneda constante. El valor de mercado del producto en moneda nacional real se deflacta al año base mediante los deflatores del PIB. La moneda nacional puede convertirse a dólares estadounidenses, usando el PPA para el año base. En cuanto a la superficie edificada, la unidad usual son los metros cuadrados de espacio construido, pero en algunos países más fríos, se registran los metros cuadrados de espacio ocupado o calentado. La diferencia, que puede ser significativa, refleja los espacios no calentados, como garajes, escaleras, etc.

c) Limitaciones de los indicadores: A menudo es difícil medir e interpretar la intensidad energética por unidad de valor agregado dentro de los subsectores (servicios privados, servicios públicos, etc.) debido a que, muchas veces, en el mismo edificio se realizan diversas actividades, por lo que no queda clara la asignación real del uso de energía entre ellas. En tales casos, las intensidades expresadas por unidad de superficie, desglosadas por tipo de edificio, pueden relacionarse más fácilmente con las eficiencias energéticas reales. Éstas presentan, no obstante, un problema similar, ya que en un tipo concreto de edificio pueden desarrollarse distintas actividades. Por ejemplo, un hospital tendrá espacios dedicados a los servicios de preparación de alimentos o de lavandería, así como a los servicios de atención a la salud.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Energía usada por el sector servicios/comercial.
- Electricidad consumida por el sector servicios/comercial.
- Valor agregado real del sector.
- Superficies construidas o espacio ocupado (algunas veces, espacio calentado).

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: En la mayoría de los países, se dispone de datos sobre el valor agregado o PIB, a nivel de un dígito, para las ramas del sector de los servicios, a través del sistema de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Existen datos más detallados para los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), procedentes tanto de fuentes nacionales como de las cuentas nacionales de la OCDE, así como de la base de datos STAN de la OCDE.

Cabe obtener datos del uso de energía a escala de los sectores para casi todos los países de la OCDE y para la mayoría de los demás países, pero respetando una serie de cautelas fundamentales. En primer lugar, se deben verificar los datos del sector

residencial en la misma fuente, para determinar si se han dividido los combustibles líquidos y sólidos entre esos sectores (servicios/comercial y residencial). En muchas de las series cronológicas de la AIE no se ha hecho esta segregación, y uno u otro sector tienen adjudicados todos los combustibles líquidos o sólidos. Para los países en desarrollo, en el caso del gas, esta distribución también es un problema, ya que suele ocurrir que, en vez de dividirlos, se atribuyan enteramente al uso residencial o de servicios. En segundo lugar, se debe verificar si el sector servicios/comercial contiene datos de otros sectores – por ejemplo, la agricultura, la construcción, el alumbrado público e incluso empresas de servicios públicos no energéticos, como el abastecimiento de agua y la eliminación de desechos.

Es posible conseguir datos regionales a través de organizaciones regionales como el Centro de Investigaciones Energéticas para Asia y el Pacífico (APEREC) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 1997. *Indicators of Energy Use and Efficiency*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (AIE)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Krackeler, T., Schipper, T., Sezgen, O., 1998. Carbon dioxide emissions in OCDE service sectors. The critical role of electricity use. *Energy Policy*, 26 (15): 1137–1152.
- UNSD, *Industry Statistics*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, *National Accounts Statistics*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO9: Intensidades energéticas de los hogares

Breve definición	Cantidad total de energía usada en el sector residencial por persona u hogar o por unidad de superficie edificada. Cantidad de energía utilizada por uso final residencial por persona o por hogar o por unidad de superficie construida o por aparato electrodoméstico
Unidades	Toneladas equivalentes de petróleo (tep) de energía final y kilovatios/hora (kWh) de electricidad per cápita o por hogar o por metro cuadrado de superficie construida; tep y kWh de electricidad para calefacción de espacios cerrados por unidad de superficie edificada; kWh de iluminación por unidad de superficie edificada; tep y kWh para preparación de alimentos por hogar; tep y kWh para calentamiento de agua per cápita; unidad de consumo de electricidad para los aparatos electrodomésticos
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador se utiliza para supervisar el uso de la energía en el sector de los hogares.

b) Relación con el desarrollo sostenible: El sector de los hogares es un consumidor importante de energía con patrones de uso muy marcados. La mejora de las eficiencias energéticas en este sector constituye una prioridad esencial para muchos países, debido a que se traduce en una utilización más efectiva de los recursos energéticos y en una reducción de los impactos ambientales negativos. Se han formulado muchas políticas concebidas en función de la eficiencia energética y el ahorro de energía para este sector. Por ejemplo, en los países fríos, el componente de calefacción de los espacios cerrados ha estado en el punto de mira de numerosas políticas de ahorro de energía, mientras que en casi todos los países, el componente de aparatos electrodomésticos e iluminación sigue siendo el eje de múltiples políticas.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay ninguno específico para este sector.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No hay normas ni objetivos internacionales; sin embargo, en casi todos los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), en los países del Este europeo y en otros países con climas fríos, se aplican normas térmicas para los nuevos hogares. Existen normas de eficiencia para los calentadores de agua y aparatos electrodomésticos nuevos y también son fundamentales en muchos países que cuentan con normas de energía para los hogares, aplicables a los aparatos electrodomésticos.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador forma parte de un conjunto de intensidades energéticas en diferentes sectores (manufacturas, agricultura, transporte y servicios/comercial), en los que el indicador de uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) funciona como un indicador agregado de intensidad energética. Esos indicadores están también vinculados a los indicadores de la energía total y del uso de electricidad, emisiones de gases de efecto invernadero y emisiones de contaminantes de la atmósfera.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: El consumo de energía en los hogares abarca la energía utilizada en los edificios residenciales, incluidas las casas urbanas y rurales aisladas, los departamentos y casi todas las residencias, como los dormitorios colectivos y los cuarteles. Entre los usos típicos de la energía figura la preparación de alimentos, el calentamiento de agua, la calefacción y refrigeración de espacios cerrados, la iluminación, los principales aparatos para enfriar, lavadoras y secadoras, televisores y sistemas de comunicación, computadoras, máquinas como las que sirven para elaborar los alimentos, aspiradoras, etc., así como un sinnúmero de pequeños dispositivos electrodomésticos. Del capítulo de la energía empleada en los hogares deberá quedar excluida la energía utilizada en las explotaciones agrícolas, la pequeña empresa o la pequeña industria. Es preciso separar el sector de los hogares del sector de los servicios/comercial. Las modalidades de combustibles energéticos deberán abarcar, no sólo la energía comercial sino también las fuentes de energía no comerciales como la leña y otros combustibles derivados de la biomasa.

Los cambios de intensidad se ven afectados por otros factores además de la eficiencia energética; por ello, el análisis de las tendencias de la intensidad proporciona una valiosa perspectiva de cómo la eficiencia energética y otros factores repercuten sobre el uso de la energía. En el Anexo 3 figura un método de descomposición para las intensidades energéticas.

b) Métodos de medición:

Uso de Energía: Por lo general, la energía comercial para los hogares se registra en las estadísticas de los países sobre la base de los datos proporcionados por las empresas eléctricas, de gas o calor, con arreglo a las definiciones de usuarios que corresponden a los ‘hogares’. En el caso de las compras de gas licuado de petróleo (GLP), otros productos derivados del petróleo, carbón o combustibles similares y leña, los datos no siempre se registran correctamente, debido a que las fuentes quizá no sepan dónde o cómo se utilizan esos combustibles.

Cabe obtener más información sobre los diferentes usos finales en este sector a través de encuestas en los hogares. Las encuestas más directas reúnen información detallada, tanto sobre los combustibles consumidos como sobre el equipamiento que los hogares poseen o usan y que necesita energía para funcionar. Las encuestas más exactas recogen también datos sobre las cantidades consumidas (con el permiso de las familias) a través de los proveedores de energía o utilizan libros de registro para que los hogares anoten su consumo de combustibles. Las encuestas miden el consumo de una serie de aparatos y de las calderas de calefacción a través de mecanismos miniaturizados de registro de datos. En otras encuestas menos detalladas se estima el

consumo de cada combustible, para cada uno de los principales usos, mediante un análisis de regresión de un gran número de hogares.

Unidades: tep para la energía final y kWh para la electricidad.

Actividad: A nivel agregado, el uso de energía en el sector residencial se calcula sobre una base de consumo *per cápita* o por hogar, o si se dispone de los datos, por unidad de superficie construida. En general, el uso de energía depende tanto del tamaño físico como de las características de la vivienda, del número de personas y de la cantidad de aparatos electrodomésticos de la familia. A medida que desciende el número de personas que habitan en el hogar, disminuye el consumo energético de la familia, mientras que el uso de energía *per cápita* se eleva. La utilización de energía para el calentamiento de agua y preparación de alimentos, y para muchos aparatos electrodomésticos, tiende a variar con el tamaño del hogar y el número de personas que lo componen.

Para países en desarrollo con sectores rurales grandes o un elevado número de hogares sin acceso a la electricidad, el porcentaje de viviendas conectadas a la red eléctrica es un factor de peso en el uso total de energía de los hogares. También son importantes los porcentajes de hogares que consumen diferentes tipos de energías renovables combustibles y desechos (CRW).

c) Limitaciones del indicador: Cuando se desconoce la utilización de energía por uso final, puede emplearse el consumo de energía por vivienda como un indicador de la intensidad energética, pero no mide muy bien las innovaciones en materia de eficiencia energética. No obstante, si se conocen la temperatura media del invierno, la cantidad de aparatos electrodomésticos del hogar y el tamaño de la vivienda, se pueden extraer algunas conclusiones significativas. En un país con inviernos fríos y una alta penetración de sistemas de calefacción central, un uso total reducido de energía a todos los efectos, respecto de la superficie total construida de la vivienda y la severidad del clima invernal, probablemente implique prácticas eficientes de calefacción. Por el contrario, en un país con inviernos suaves, un elevado uso de energía en relación con la superficie edificada podría implicar prácticas ineficientes. Sin embargo, dado que los hábitos de utilización de la energía varían enormemente, tanto entre países como entre usos finales, pocas conclusiones sobre la eficiencia cabe extraer del indicador sobre uso de la energía residencial por hogar.

La medición e interpretación de las intensidades energéticas son complicadas a causa de las diferencias entre productos pertenecientes a una misma categoría, como el tamaño (por ejemplo, la capacidad del frigorífico), sus características (sección de congelador en el frigorífico) y su utilización (horas por año que se utiliza una estufa).

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

e) Medición de la eficiencia: Para describir las innovaciones en el ámbito de la eficiencia energética, las intensidades deben expresarse como el uso de energía por unidad de servicio energético desglosado. La inversa de estas intensidades deberá reflejar entonces la eficiencia energética – por ejemplo, litros de un volumen refrigerado a una temperatura dada, divididos por la electricidad usada para la refrigeración, lúmenes de luz por vatios de potencia consumida o, en la esfera de la informática, tera-flops por segundo, divididos por el consumo energético de la computadora, etc. En la práctica, no se dispone de esta clase de datos desagregados.

Para ciertos aparatos de los hogares, las necesidades específicas de energía pueden calcularse a partir de los datos de las encuestas sobre la eficiencia del material y el tiempo que se usa al año.

Actividad (Servicios suministrados): Lo ideal serían que se expresaran las unidades de producto en función de los servicios de energía suministrados, como lúmenes de luz, número de comidas cocinadas, superficie y tiempo de calentamiento, litros de agua caliente proporcionados, litros refrigerados, kilos de ropa lavados, etc. En la práctica, rara vez se dispone de esos datos, ni siquiera en las viviendas dotadas de contadores individuales. Si existen datos que desglosan la utilización de la energía en el sector residencial por principales usos finales, la superficie construida debería emplearse como unidad de medida para el calentamiento de espacios, el aire acondicionado y la iluminación; el número de personas por hogar, para agua caliente y preparación de alimentos; la cantidad de aparatos en propiedad medidos como número de electrodomésticos por hogar, para los aparatos más importantes de la vivienda.

Intensidades desagregadas: Si se emplean las medidas de actividad mencionadas anteriormente, se pueden desarrollar las siguientes intensidades para cada uno de los principales usos finales:

- Calefacción de espacios cerrados: uso de energía por metro cuadrado de superficie construida calentado o por metro cuadrado por grado/día (esta intensidad deberá medirse en términos de energía útil, es decir, tomando en consideración las estimaciones de la eficiencia de las diferentes alternativas de calentamiento de espacios).
- Uso de energía *per cápita* para calentar agua y cocinar.
- Uso de electricidad por unidad para cada uno de los principales aparatos electrodomésticos: frigorífico, congelador, lavadora y secadora de ropa, lavaplatos, televisión, etc.

Estas necesidades energéticas específicas están relacionadas, aunque no son idénticas, con la inversa de las eficiencias energéticas. Sin embargo, las intensidades son a menudo las medidas más desagregadas que cabe elaborar a partir de las estadísticas publicadas periódicamente en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Hay que señalar, no obstante, que también muchos países de la OCDE no tienen en cuenta el desglose entre usos finales residenciales y, por consiguiente, la única alternativa siguen siendo medidas aun más agregadas, como la energía residencial total por hogar.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Consumo de energía por los principales usos finales residenciales (calefacción, refrigeración, preparación de alimentos, calentamiento de agua, iluminación).
- Población y/o número de hogares.
- Superficie por hogar o *per cápita*.

- Uso de electricidad por cada uno de los principales aparatos electrodomésticos (por ejemplo, frigoríficos, congeladores, combinación congelador/frigorífico, lavadoras y secadoras de ropa, lavaplatos, televisiones).

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: En algunos países, la falta de desglose entre los sectores residencial/vivienda y servicios/comercial en las estadísticas energéticas ha constituido un problema, sobre todo para los combustibles líquidos y sólidos. En los países de la OCDE, esta distinción es ahora común. En los países en desarrollo, a menudo se discrimina en los datos entre consumo residencial y comercial de electricidad y gas natural, pero los usuarios de combustibles líquidos y sólidos no están identificados con precisión. Por ello, en muchos balances nacionales de energía no se distingue entre los sectores residencial y servicios/comercial. Ése es el problema que se plantea cuando los datos muestran los consumos de electricidad y gas para ambos sectores, el residencial y el de los servicios/comercial, en tanto que el consumo de combustibles líquidos y sólidos se refleja sólo para uno de los dos.

En los países en desarrollo, el otro reto fundamental consiste en estimar el uso de todos los tipos de combustibles no comerciales, como las energías renovables combustibles y los desechos (biomasa). Se trata de un aspecto importante para casi todos los países en desarrollo, inclusive en zonas urbanas. Debido a estos dos problemas, es preciso utilizar con mucha cautela las estadísticas nacionales e internacionales agregadas.

A menudo no se dispone de datos estadísticos coherentes que separen el consumo de energía por los principales usos finales, ni siquiera en los países de la OCDE y, por consiguiente, no han sido compilados por las instituciones internacionales. Sin embargo, tanto la Agencia Internacional de Energía (AIE) como Eurostat han empezado recientemente a reunir esos datos, cuando los encuentran en sus respectivos países miembros. El Banco Mundial ha patrocinado muchas encuestas únicas en los hogares de los países en desarrollo, enfocadas bien a las zonas rurales o bien a las urbanas. Además de los resultados de las encuestas, a veces se dispone de datos sobre los aparatos electrodomésticos, a través de las empresas públicas de electricidad y gas, así como también a través de las estadísticas de ventas de los fabricantes de dichos aparatos eléctricos o de gas.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 1997. *Indicators of Energy Use and Efficiency*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (AIE)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

ECO10: Intensidades energéticas del transporte

Breve definición	Uso de energía por unidad de carga/kilómetro (km) transportada y por unidad de pasajero/km desplazado por modalidad
Unidades	Carga: toneladas equivalentes de petróleo (tep) por tonelada/km Desplazamiento: tep por pasajero/km
Definiciones alternativas	Promedio total de consumo de combustible para todas las modalidades por pasajero/km o tonelada/km
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El transporte es uno de los principales consumidores de energía, sobre todo en forma de productos derivados del petróleo, lo que hace de esta actividad la fuerza impulsora más importante del crecimiento de la demanda mundial de petróleo. Los indicadores del transporte miden la cantidad de energía utilizada para trasladar tanto bienes como personas.

b) Relación con el desarrollo sostenible: El transporte está al servicio del desarrollo económico y social a través de la distribución de bienes y servicios y a través de la movilidad personal. Sin embargo, el uso de energía para el transporte repercute también en el agotamiento de los recursos y en la contaminación del aire y el cambio climático. La disminución de la intensidad energética del transporte puede frenar el impacto ambiental de esa actividad, manteniendo al mismo tiempo los beneficios económicos y sociales.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay convenios internacionales que guarden una relación directa con la intensidad energética del sector del transporte. Los convenios internacionales sobre emisiones asociadas con la energía, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) y su Protocolo de Kyoto, están relacionados, de manera indirecta, con la intensidad energética del transporte. Los compromisos voluntarios en la Unión Europea sobre emisiones de dióxido de carbono (CO₂), contraídos por las asociaciones de fabricantes europeos, japoneses y coreanos de automóviles, requieren un descenso de las emisiones de CO₂ por kilómetro para los nuevos automóviles.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Muchos países industrializados se han fijado metas para reducir el uso de energía y las emisiones de carbono del transporte.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador forma parte de un conjunto de intensidades energéticas en diferentes sectores (manufacturas, agricultura, servicios/comercial y residencial), funcionando el indicador de uso de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) como un indicador de intensidad energética agregado. Esos indicadores están también conectados con los indicadores de uso de la

energía total, emisiones de gases de efecto invernadero y emisiones contaminantes de la atmósfera.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Los indicadores del transporte reflejan la cantidad de energía utilizada para transportar productos y personas. La distinción entre transporte de carga y de pasajeros es esencial para el análisis energético, tanto porque ambos se basan en gran medida en diversas modalidades, como porque las actividades que impulsan el uso de la energía son diferentes. La medición de las dos actividades (tonelada/km y pasajero/km) es totalmente distinta y se recoge por separado. Sin embargo, a menudo resulta complicado desglosar el uso de energía en estas dos actividades, dada la forma en que se presentan los datos en las estadísticas típicas de energía.

Los cambios en las intensidades se ven afectados por otros factores además de la eficiencia energética; en consecuencia, el análisis de las tendencias de la intensidad ofrece una valiosa perspectiva de cómo la eficiencia energética y otros factores repercuten en el uso de la energía. El Anexo 3 incluye un método de descomposición para las intensidades energéticas.

b) Métodos de medición:

Uso de energía: En teoría, para el transporte terrestre por carretera, debería medirse el uso de energía para cada tipo de vehículo o *medio de transporte*, incluidos los vehículos de dos ruedas, automóviles, utilitarios todo terreno (SUV) y autobuses destinados al transporte de personal, camiones pequeños, camiones pesados y la amplia gama de vehículos terrestres dedicados al transporte de carga. Al margen del transporte terrestre por carretera, habría que desglosar tanto el transporte de carga como el de pasajeros en trenes, barcos y aviones para el transporte nacional. Sin embargo, habitualmente, los balances nacionales de energía se desglosan únicamente por combustible y tipo de tráfico en términos generales o *modo de transporte*: por carretera, ferrocarril, marítimo o fluvial, por aire o por conducciones. Por consiguiente, no ofrecen información sobre el uso de energía por cada uno de los medios de transporte por carretera o, lo que es aun más importante, sobre la división entre transporte de personas y transporte de carga. No deberá incluirse el transporte aéreo y marítimo internacional.

Producto o Actividad: Para evaluar la eficiencia de los vehículos terrestres, la medida vehículo/km es una medida útil de la actividad, en el supuesto de que se disponga de datos para cada tipo de vehículo. Sin embargo, a fin de poder configurar indicadores que sirvan para todos los modos de transporte de pasajeros y de carga, es preciso utilizar los parámetros de pasajero/km y tonelada/km, respectivamente, como variables de actividad. Esto proporciona también una indicación más exacta de la eficiencia con la que se usa la energía en el ámbito de la movilidad personal y de la distribución de bienes. Por ejemplo, desde ese punto de vista, un autobús que transporte 20 pasajeros a lo largo de 10 km (200 pasajeros/km) necesita menos energía (es más eficiente) que el mismo autobús que transporte 5 pasajeros a esa misma distancia (50 pasajeros/km). De manera similar, un camión totalmente cargado consume menos energía que el mismo camión que transporte una carga parcial.

Intensidad de los vehículos: El uso de energía por vehículo/km por vehículo y por tipo de combustible es un indicador importante, ya que muchas normas en materia de contaminación atmosférica (y, más recientemente, los objetivos de reducir las emisiones de CO₂) se expresan en función de las características de los vehículos, es decir, de las emisiones por vehículo/km.

Intensidades modales: El uso de energía por pasajero/km o tonelada/km debería desagregarse por tipo de vehículo, a saber, vehículo de dos ruedas, automóvil/camioneta, autobús, avión, tren de cercanías y de largo recorrido, metro (llamado también ‘tren subterráneo’ o ‘subterráneo’), tranvía, buque o transbordador para pasajeros, y camión, ferrocarril, barco o avión de carga.

Nota: Las intensidades energéticas agregadas para transporte de viajeros y de carga son un indicador lo suficientemente conciso, cuyo valor depende tanto de la combinación de vehículos como de las intensidades energéticas de los tipos concretos de vehículos. Las intensidades energéticas de los servicios públicos de ferrocarril y autobús por pasajero/km son significativamente más bajas que las intensidades energéticas de los automóviles o del transporte aéreo. El transporte de carga, por vía férrea o por barco, requiere, por lo general, menos energía que el camión por tonelada/km. Es menester también señalar que el consumo de combustible por vehículo/km depende de las condiciones del tráfico, así como de las características del vehículo.

La intensidad energética de un vehículo depende tanto de la capacidad como de la utilización de esa capacidad. Por lo general, un vehículo grande totalmente cargado tiene una intensidad energética por tonelada/km más baja que un vehículo más pequeño totalmente cargado, pero un vehículo pequeño totalmente cargado tendrá una menor intensidad energética que un vehículo grande con la misma carga.

En algunos países desarrollados, los factores de carga típicos para automóviles privados son de 1,5 personas por automóvil. Para el tren y el autobús, los factores de carga varían de valores muy inferiores al 10% (por ejemplo, el promedio en los autobuses urbanos en los Estados Unidos) a valores superiores al 100% de la capacidad nominal en horas punta (en muchos países en desarrollo durante la mayor parte del día). Los factores de carga más habituales para camiones de carga pueden oscilar del 60 al 80% de la capacidad de carga cuando están cargados, pero comúnmente los camiones recorren del 20 al 45% de su trayecto vacíos, con lo que su factor de carga es relativamente bajo. La infrautilización de la capacidad de transporte significa más contaminación y menos daño a las carreteras por unidad de servicio de transporte suministrado; de ahí que la utilización de la capacidad sea, por sí misma, un indicador de peso para la sostenibilidad del transporte.

c) Limitaciones del indicador: La disponibilidad de datos puede limitar la desagregación del indicador al nivel apetecido. A menudo se requiere un esfuerzo considerable para desglosar los balances de energía entre las diversas modalidades de transporte.

Las estadísticas de energía en el ámbito del transporte de algunos países incluyen el consumo de combustibles de las líneas aéreas o de navegación nacionales en el transporte internacional. Hay que hacer lo posible para excluir ese tipo de transporte y uso de energía de los indicadores.

Un factor que complica la medición e interpretación de las intensidades energéticas son las diferencias entre productos de una misma categoría, como tamaño (por ejemplo, el peso del automóvil), características (dirección asistida y transmisión automática en los automóviles) y utilización (ocupación del vehículo si se emplea el parámetro pasajero/km para medir el producto).

d) Definiciones alternativas/indicadores: Una medida alternativa, más simple, de la intensidad energética para el transporte podría ser el consumo global medio de combustible por pasajero/km o tonelada/km para todos los modos, pero influiría enormemente en los resultados la combinación de modalidades y tipos de vehículos, que varían de manera considerable entre los países y a lo largo del tiempo.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Uso de energía por modalidad de transporte, tipo de vehículo y combustible por pasajero y carga transportados, ambos por separado.
- Distancia recorrida por los vehículos, pasajeros y carga, incluidos los factores de carga.
- Distancia recorrida por el transporte público urbano y porcentaje correspondiente a los vehículos eléctricos.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: Los balances nacionales de energía y estadísticas energéticas de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y Eurostat normalmente no desglosan el transporte por carretera entre los distintos medios de transporte, pero a veces los ministerios de transporte publican esa información. Pocas fuentes de datos de energía separan el consumo de combustibles entre vía aérea, férrea o marítima nacional en dos categorías, una para pasajeros y otra para carga, pero tal vez las organizaciones nacionales o privadas de transporte marítimo o por ferrocarril puedan tener esa información. Las autoridades de los países a menudo publican los datos sobre el uso de energía en los medios de transporte locales movidos por electricidad (trenes de cercanías, metro, tranvías).

Eurostat, la Conferencia Europea de Ministros de Transporte y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) son los principales organismos encargados de recopilar datos sobre el número de vehículos, pasajeros y toneladas por km en Europa. Los ministerios de transporte de los Estados Unidos, el Canadá, el Japón, Australia y otros países publican datos similares, frecuentemente a través de sus institutos de estadística. En los países en desarrollo y en transición, no se dispone de muchos datos.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *TERM 2002 — Paving the Way for EU Enlargement — Indicators of Transport and Environment Integration*. Environmental issue report no. 32. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2004. *Ten Key Transport and Environment Issues for Policy-Makers. TERM 2004: Indicators Tracking Transport and Environment Integration in*

the European Union. EEA Report no. 3/2004. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.

- AIE, 1997. *Indicators of Energy Use and Efficiency*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (AIE)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- AIE, 2001. *Saving Oil and Reducing CO₂ emissions in Transport: Options and Strategies*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Eurostat, 2003. *Calculation of Indicators of Environmental Pressures Caused by Transport — Main Report*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.
- Eurostat, 2003. *Energy Efficiency Indicators*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.
- Eurostat, 2004. *Glossary for Transport Statistics Document prepared by the Intersecretariat Working Group on Transport Statistics*. Third edition. Luxemburgo, Comunidades Europeas.
- Eurostat, varias ediciones. *Transport and Environment: Statistics for the Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the European Union*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.
- Schipper, L., Figueroa, M. J., Price, L., Espey, M., 1993. Mind the gap: The vicious circle of measuring automobile fuel use. *Energy Policy* 21(12): 1173-1190.

ECO11: Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad

Breve definición	Estructura del suministro de energía en términos de porcentajes de los combustibles energéticos en el suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y generación de electricidad y capacidad de generación
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador facilita el porcentaje de combustibles en el STEP, el CFT, la generación de electricidad y la capacidad de generación.

b) Relación con el desarrollo sostenible: En lo tocante a la dimensión económica, la composición del suministro energético es un factor clave en la seguridad energética.

Por lo tanto, para un país dado, la combinación energética ‘correcta’ depende de una cartera muy diversificada de combustibles y fuentes de energía nacionales e importadas o comercializadas a escala regional. La combinación concreta de combustibles utilizados para la producción de energía y electricidad afecta también a las intensidades energéticas.

Con respecto a la dimensión ambiental, la composición del suministro energético tiene unos efectos importantes, debido a que los impactos ambientales de cada fuente de energía difieren considerablemente e incluyen las siguientes posibilidades: i) contaminación atmosférica local o regional, relacionada tradicionalmente con la quema de combustibles fósiles (por ejemplo, el “smog” urbano (niebla tóxica) y la lluvia ácida); ii) cambio climático mundial, relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas por la producción, transporte y consumo de combustibles fósiles; iii) uso de la tierra para una serie de actividades energéticas y, sobre todo, para la minería y los embalses hidroeléctricos; y iv) riesgos atribuidos a varios ciclos de las cadenas de combustibles (incendios, explosiones, vertidos, emisiones radiactivas, etc.).

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: En algunos países se ha fijado un objetivo para el porcentaje de electricidad procedente de fuentes renovables. Por ejemplo, en la Unión Europea, una directiva establece para el año 2010 una meta cuantitativa del 21% para la electricidad que tiene su origen en las energías renovables, así como también metas orientativas para cada Estado Miembro.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado a la producción anual de combustibles nacionales, al uso anual de energía *per cápita*, a la dependencia de las importaciones netas de energía y a la duración de las reservas comprobadas de energía. También está estrechamente relacionado con algunos de los indicadores ambientales, como los contaminantes atmosféricos y las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de desechos sólidos y radiactivos, la superficie ocupada por las instalaciones de energía, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador desglosa el suministro energético por fuente de combustible con respecto al STEP, el CFT y la generación de electricidad y capacidad de generación. Los componentes de este indicador son el consumo de varios combustibles fósiles (carbón, petróleo crudo, productos del petróleo, gas); electricidad primaria y calor; energías renovables no combustibles; y energías renovables combustibles y desechos (CRW).

Por lo que hace a la combinación del suministro de energía primaria, las fuentes que se deben especificar son el carbón, el petróleo crudo, el gas, la energía nuclear, la hidroelectricidad, las energías renovables no combustibles y combustibles, los desechos y las importaciones netas de electricidad.

Respecto de la composición de la energía de uso final, las fuentes que se deben especificar son el carbón, el petróleo crudo, los productos del petróleo, el gas, la electricidad, el calor y las energías renovables combustibles y los desechos.

En cuanto a la generación de electricidad y capacidad de generación, las fuentes que se deben especificar son el carbón, los productos del petróleo, el gas, la energía nuclear, la hidroelectricidad, las energías renovables no combustibles y combustibles y los desechos.

b) Métodos de medición: Este indicador se determina calculando la ratio del consumo o producción de los combustibles energéticos específicos identificados *supra*, respecto del uso o producción total de energía en relación con:

- el STEP,
- el CFT y
- la generación de electricidad.

El uso de energía se mide en términos del contenido de calor, sobre la base de sus valores caloríficos netos específicos (VCN).

Para la capacidad de generación de electricidad, el indicador corresponde a los porcentajes de capacidad por combustible.

c) Limitaciones del indicador: Los datos sobre determinados combustibles pueden ser una limitación en el caso de países en desarrollo.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Suministro de energía primaria, STEP y por combustibles especificados de energía primaria.
- Uso final de energía, CFT y por consumo de energía final por combustibles especificados.
- Generación de electricidad, total y por combustible.
- Capacidad de generación, total y por combustible.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: En los institutos nacionales de estadística y publicaciones de los correspondientes países, así como en varias fuentes internacionales, como la Agencia Internacional de Energía (AIE), el Banco Mundial, Eurostat y las Naciones Unidas, se pueden obtener datos sobre suministro de energía, desglosados por combustible.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Energy, Transport and Environment*. Luxemburgo: Eurostat.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO12: Porcentaje de energía no basada en el carbono en la energía y la electricidad

Breve definición	Porcentaje de fuentes de energía no basadas en el carbono en el suministro de energía primaria (STEP) y en la generación de electricidad y capacidad de generación
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide el porcentaje de fuentes de energía no basadas en el carbono en el STEP y la generación de electricidad y capacidad de generación.

b) Relación con el desarrollo sostenible: El fomento de la energía y de la electricidad procedentes de fuentes no basadas en el carbono reviste la máxima

prioridad para el desarrollo sostenible por varias razones, que van desde la protección ambiental a la seguridad energética y a la diversificación del suministro de energía. Un incremento del porcentaje de combustibles no basados en el carbono reduce las emisiones específicas – es decir, las emisiones por unidad de energía total y de electricidad utilizada – de gases de efecto invernadero y otros contaminantes que afectan a la calidad del aire local y a la acidificación regional. Mediante la aplicación de impuestos que gravan el carbono, se persigue, en gran medida, un cambio hacia un porcentaje más alto de fuentes de energía no basadas en el carbono en la composición de la energía primaria.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo en 2002, se alcanzó un acuerdo para aumentar el porcentaje global de fuentes de energías renovables. En algunos países, se ha fijado el objetivo de obtener un cierto porcentaje del suministro de energía de fuentes renovables. Por ejemplo, en la Unión Europea, una directiva establece para el año 2010, como meta cuantitativa, que el 21% de la electricidad proceda de energías renovables, así como objetivos indicativos para cada Estado Miembro.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con los porcentajes de combustibles (combinación energética) y de fuentes renovables en la producción de energía y electricidad. El indicador está también relacionado con los indicadores de utilización de la energía y generación de electricidad y con los indicadores ambientales como los gases de efecto invernadero, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador es una agregación de fuentes de energía no basadas en el carbono en relación con el STEP y la generación de electricidad y capacidad de generación.

Las fuentes de energía no basadas en el carbono incluyen las renovables, tanto combustibles como no combustibles y la generación nuclear de electricidad.

b) Métodos de medición: El porcentaje de fuentes de energía no basadas en el carbono en el STEP es el resultado de dividir por el STEP el suministro primario de energía no basada en el carbono. El porcentaje de energía no basada en el carbono en la generación de electricidad se obtiene dividiendo la electricidad total generada por fuentes de energía no basadas en el carbono por la electricidad total generada.

El uso de energía se mide en términos del contenido de calor, sobre la base de los valores caloríficos netos específicos (VCN).

Para dar cuenta de la electricidad que tiene su origen en la energía hidráulica y otras fuentes renovables no combustibles (como la eólica, las mareas, la fotovoltaica, etc.) se emplea el factor siguiente: 1 teravatio hora (TWh) es igual a 0,086 millones de toneladas de equivalentes de petróleo (Mtep) y para hacer lo propio con la electricidad procedente de la energía nuclear es preciso basarse en una eficiencia térmica media del 33%; es decir, que 1 TWh es igual a 0,261 Mtep (véase Anexo 1).

Para la capacidad de generación de electricidad, el indicador corresponde a los porcentajes de la energía no basada en el carbono en la capacidad total.

c) Limitaciones del indicador: En lo que respecta a un cierto número de países, los datos sobre las fuentes de energía no basadas en el carbono pueden ser una limitación.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: El STEP y la generación total de electricidad y capacidad de generación. La energía primaria de las modalidades energéticas no basadas en el carbono y la generación de electricidad y capacidad de generación procedentes de fuentes renovables y nucleares.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Los datos sobre el suministro de energía por medio de combustibles se pueden obtener a través de los institutos nacionales de estadística y las publicaciones del país, y de varias fuentes internacionales, como la Agencia Internacional de Energía (AIE), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), el Banco Mundial y Eurostat.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Energy, Transport and Environment*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Renewable Energy Statistics in the EU*. Luxemburgo: Eurostat.
- OIEA, 2003. *Country Nuclear Power Profiles*, 2002 edition. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, varias ediciones. *Nuclear Power Reactors of the World*, Colección de Datos de Referencia no. 2. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO13: Porcentaje de energías renovables en la energía y electricidad

Breve definición	Porcentaje de las energías renovables en el suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y generación de electricidad y capacidad de generación (con exclusión de la energía no comercial)
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Ninguna

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide el porcentaje de fuentes de energía renovables en el STEP, el CFT y en la generación de electricidad y capacidad de generación.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La promoción de la energía y, en particular, de electricidad a partir de fuentes renovables, reviste una alta prioridad para el desarrollo sostenible por varias razones, incluida la seguridad y diversificación del suministro de energía y la protección ambiental.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en 2002 en Johannesburgo, se alcanzó un acuerdo para incrementar urgente y sustancialmente el porcentaje global de las fuentes de energía renovable. Durante la Cumbre, se forjó una alianza, integrada por países y regiones dispuestos a fijarse ellos mismos objetivos y calendarios para incrementar las fuentes de energía renovable en la composición energética. Más de 80 países son ahora miembros de esa alianza. En algunos países se han establecido también metas para determinar el porcentaje de electricidad correspondiente a las fuentes renovables. Por ejemplo, en la Unión Europea, según la directiva adoptada, en el año 2010 las energías renovables deberán constituir el 21% de la electricidad, y cada Estado Miembro tiene señaladas así mismo unas metas indicativas.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con los porcentajes que les corresponden a los combustibles (combinación energética) en la

energía y la electricidad y los porcentajes de combustibles no basados en el carbono. El indicador está relacionado también con otros indicadores ligados a la seguridad de los suministros y la protección ambiental.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador engloba las modalidades de energías renovables con respecto al STEP, el CFT y la generación de electricidad y capacidad de generación.

Las fuentes de energía renovable abarcan tanto las materias combustibles como las no combustibles.

Entre las energías renovables no combustibles figuran la geotérmica, la solar, la eólica, la hidráulica, las mareas y las olas. Para la energía geotérmica, la cantidad energética es la entalpía del calor geotérmico que se introduce en el proceso. Para las energías solar, eólica, hidráulica, y la producida por las mareas y las olas, las cantidades que se introducen en la generación de electricidad son iguales a la energía eléctrica generada. La electricidad se contabiliza con el mismo valor calorífico que la electricidad en el consumo final (es decir, 1 teravatio/hora [TWh] es igual a 0,086 millones de toneladas equivalentes de petróleo [Mtep]). También se incluye el uso directo del calor geotérmico y solar y del generado por las bombas de calor.

Las energías renovables combustibles y los desechos están formados por biomasa (leña, residuos vegetales, etanol) y productos animales (desechos materiales/animales y lejías sulfúricas), desechos municipales (residuos producidos por los sectores residencial y comercial y los servicios públicos, que son recogidos por las autoridades locales con miras a su eliminación en instalaciones centralizadas para la producción de calor y/o electricidad) y residuos industriales.

b) Métodos de medición: Este indicador se obtiene calculando la ratio del consumo y producción de energías renovables respecto del suministro final total y la producción de energía.

El porcentaje de las fuentes renovables en la electricidad es la electricidad generada a partir de energías renovables dividida por la utilización total de electricidad.

El uso de energía se mide en términos de contenido de calor sobre la base de valores caloríficos netos específicos (VCN).

Para la capacidad de generación de electricidad, el indicador corresponde a los porcentajes de energías renovables en la capacidad global.

c) Limitaciones del indicador: Para un cierto número de países en desarrollo, la obtención de datos sobre determinadas fuentes renovables puede ser una limitación.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Ninguno.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: El STEP, el CFT y la generación total de electricidad y capacidad de generación. La energía primaria de fuentes renovables, la generación de electricidad y capacidad de generación procedentes de modalidades de energía renovable.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Cabe obtener los datos sobre el suministro de energía desglosados por combustible en los institutos nacionales de estadística y publicaciones de los países y en varias fuentes internacionales, como la Agencia Internacional de Energía (AIE), el Banco Mundial y Eurostat.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 2001. *Key World Energy Statistics from the IEA*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Energy, Transport and Environment*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Renewable Energy Statistics in the EU*. Luxemburgo: Eurostat.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO14: Precios de la energía de uso final por combustible y sector

Breve definición	Precios reales de la energía pagados por el consumidor final con y sin impuestos y subvenciones
Unidades	Dólares estadounidenses (paridad del poder adquisitivo [PPA]) por unidad de energía (unidades diferentes)
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador refleja el precio final de los servicios de energía pagado por los consumidores. Los precios de la energía son el motor que incentiva o desincentiva el consumo o la conservación, o las mejoras en la eficiencia. Los precios pueden afectar también a la asequibilidad económica.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Los precios de la energía se pueden regular para internalizar los costos ambientales y sociales, gestionar la demanda y fomentar el desarrollo de otras modalidades de energía renovable.

Los países en desarrollo, necesitan disponer de más energía y a precios más asequibles, en particular para los grupos de población de menores ingresos, a fin de promover el desarrollo social y económico. Al propio tiempo, el uso eficiente de la energía, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, constituye una prioridad indiscutible. Cabe utilizar mecanismos adecuados de precios a fin de superar las ineficiencias.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No se han establecido metas internacionales. Sin embargo, todos aceptan en general que deberían internalizarse los costos externos de la producción y uso de la energía. Además, el Plan de Aplicación de Johannesburgo, adoptado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, recomienda la eliminación gradual de las subvenciones perjudiciales para el medio ambiente.

e) Relación con otros indicadores: Los indicadores conexos de la dimensión económica son el uso anual de energía *per cápita*, la intensidad de la energía utilizada, la composición energética y las emisiones de gases de efecto invernadero. Este indicador está también vinculado a indicadores sociales como el porcentaje de ingresos de los hogares gastado en combustibles y electricidad.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador refleja el precio real abonado por los consumidores finales por los diferentes servicios de energía. Los precios deberán incluir todas las tarifas usuales ligadas al suministro de energía al

consumidor. Por ejemplo, para la electricidad y el gas, los datos deberán cubrir no sólo el precio por kilovatio/hora (kWh) o por metro cúbico, sino también algunos componentes fijos y, entre ellos, el alquiler del contador. No deberán englobar los costes iniciales de conexión a la red eléctrica o de gas. Para otros productos, habrán de abarcar cualquier cobro por suministro. Los precios de la energía también se pueden reajustar (por ejemplo, a través de los impuestos) para incorporar los costos ambientales y sociales externos que los productores y consumidores de energía hacen recaer en otros sin pagar las consecuencias. Entre los ejemplos de costos externos cabe citar los impactos ambientales y sanitarios de la contaminación de la atmósfera, los residuos y el agua, así como el cambio climático. Reflejar el costo de esos impactos en el precio de la energía puede contribuir a promover un suministro y un uso de la energía más eficientes.

Es frecuente que se cobren precios diferentes a diversos tipos de consumidores. Por ello, se deben reunir datos, tanto sobre los principales combustibles como sobre las distintas clases de consumidores – por ejemplo, hogares o industrias.

Un principio fundamental para llevar un registro de los precios a lo largo del tiempo es que el producto cuyo precio se está controlando permanezca invariable durante todo el periodo. Esto se ve claramente en el caso de la gasolina, en el que los datos que se recogen son siempre el precio en el surtidor de 1 litro o de 1 galón de gasolina. Sin embargo, para otros productos, como la electricidad o el gas, no es tan sencillo, ya que el precio por kWh pagado varía en función de la cantidad suministrada. Por eso, con el fin de detectar los cambios en el precio abonado, es preciso definir uno o más consumidores patrón, representativos de los consumidores en un país dado, cuyas pautas de consumo no varíen de un año para otro.

b) Métodos de medición: Dado que los precios cambian a lo largo del año, los datos recopilados deben referirse a una fecha fija; se propone el 1 de enero de cada año.

Es menester distinguir tres niveles de precios: precios que engloban todos los impuestos; precios que no incluyen los impuestos desgravables (normalmente sólo para la industria); y precios de los que se han descontado todos los impuestos. De ser posible, deberán identificarse también las subvenciones a los diferentes consumidores, aunque, en la práctica, puede resultar extremadamente difícil, ya que, a menudo, suelen estar ocultas en complicados sistemas de tarifas.

En general, los precios se recogen en la moneda nacional y se pueden convertir a una unidad común, habitualmente dólares estadounidenses. Las excepciones podrían ser algunos combustibles como el combustible de aviación, que se suele facturar directamente en dólares estadounidenses. Si es posible, conviene deflactar los precios para descontar la inflación y, con tal fin, se deberá recurrir a los índices de precios al consumidor por lo que hace a los precios de las viviendas, incluidos los precios de la gasolina o del gasóleo en el surtidor y, en lo tocante a los precios industriales, a los índices de precios industriales (o al producto interno bruto [PIB], si no se dispone de índices industriales).

Deberán recopilarse los precios de los siguientes productos, habida cuenta de que son fáciles de obtener en el mercado del país:

Productos derivados del petróleo:

- Combustibles para automóviles:

- Gasolina súper sin plomo.
- Gasolina súper con plomo.
- Gasóleo para automóviles (diesel).
- Gasóleo pesado (gasóleo residual), para la industria.
- Gasóleo ligero (gasóleo para calefacción), para los hogares.
- Queroseno, para los hogares.
- Gas licuado de petróleo (GLP), para los hogares.

Medición: Precio medio aplicado por los principales distribuidores al 1 de enero.

Los precios de la gasolina y el diesel deben ser los precios en el surtidor. Para el gasóleo de calefacción y el residual, se debe definir una remesa o un pedido normalizados, debido a que, en general, el precio unitario es más bajo para grandes cantidades. Hay que definir qué es un pedido normal para los consumidores domésticos y para los consumidores industriales. Por ejemplo, en los países de la Unión Europea, se recogen los precios de los siguientes productos:

- Gasóleo para calefacción: remesas de 2 000–5 000 litros.
- Gasóleo pesado: pedidos inferiores a 2 000 toneladas por mes o a 24 000 toneladas al año.

Carbón:

- Carbón térmico, para la industria y los hogares.
- Carbón de coque, para la industria.

Medición: En muchos países, los principales usuarios del carbón son los generadores de electricidad y la industria del acero. Estos usuarios, a menudo importan directamente el carbón para hacer frente a sus necesidades, en cuyo caso basta con reunir datos sobre los precios del carbón importado.

Electricidad, calefacción centralizada de núcleos urbanos y gas canalizado:

- Electricidad, para la industria y los hogares.
- Gas natural, para la industria y los hogares.
- Calor, para la industria y los hogares.

Medición: Precios medios aplicados por los principales distribuidores al 1 de enero.

Para la electricidad, el calor y el gas, una alternativa similar consiste en usar encuestas industriales y de los hogares para reunir información sobre las cantidades de electricidad, calor y gas adquiridas y las cantidades cobradas y calcular el gasto medio por unidad comprada. No se trata, a decir verdad, de un precio auténtico, sino más bien de un precio ponderado, en el que la ponderación varía de un año para otro. Sin embargo, es preferible al método de ingresos medios.

El método de ingresos medios, utilizado habitualmente a falta de una alternativa mejor, se basa en datos de las empresas de servicios públicos sobre los ingresos medios por unidad suministrada. Sin embargo, por lo general, no es posible distinguir

entre las ventas a clientes domésticos y a clientes industriales, y los datos están sesgados hacia la industria como principales consumidores. Por otra parte, a menudo en los datos sobre los ingresos se incluyen los cargos por la conexión a la red de nuevos clientes y por reparaciones, así como los ingresos por la venta de aparatos.

c) Limitaciones del indicador: La amplia gama de productos energéticos disponible en el mercado significa que es necesario reunir una gran cantidad de precios. Por ejemplo, para transporte por carretera, se pueden encontrar en el mercado gasolinas de 95 octanos con y sin plomo, gasolinas de 98 octanos con y sin plomo, gasóleo, gas licuado de petróleo (GLP) y gas natural licuado. Normalmente, sólo se tiene en cuenta una selección de los que se consideran más representativos.

Entre otros problemas adicionales, hay que mencionar las diferencias de precios en distintas localidades dentro de un mismo país; por ejemplo, los precios en zonas rurales remotas son, frecuentemente, mucho más altos que en las grandes ciudades. Como se mencionó anteriormente, para algunas formas de energía, en particular para la electricidad y el gas, el precio por unidad dependerá de una serie de condiciones de suministro. Por consiguiente, el indicador sólo puede ser indicativo del precio pagado por un consumidor típico o normal y no puede reflejar toda la gama de tipos de consumidores y localidades.

d) Definiciones alternativas/indicadores: En la práctica, el método propuesto *supra* puede resultar difícil para una industria cuando no existe una ‘lista de precios’ y cuando las industrias negocian contratos individuales de suministro con el productor de carbón o la empresa de petróleo. En ese caso, la única solución es llevar a cabo una encuesta por muestreo de los costos industriales y calcular los precios medios por unidad definidos como el costo total/cantidad comprada.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Precios de la energía.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Para los productos del carbón y del petróleo se dispone, en general, de los precios en los países desarrollados, excepto para los combustibles de aviación, tanto a nivel nacional como internacional (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE], Eurostat). En cuanto al gas y la electricidad, la disponibilidad de datos sobre los precios varía de país a país.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, varias ediciones. *Energy Prices and Taxes*. Published quarterly. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices: Price Systems*. Luxemburgo: Eurostat.

- Eurostat, varias ediciones. *Energy Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Gas Prices*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Gas Prices: Price Systems*. Luxemburgo: Eurostat.
- OCDE, varias ediciones. *Energy Prices*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

ECO15: Dependencia de las importaciones netas de energía

Breve definición	Ratio de las importaciones netas respecto del suministro total de energía primaria (STEP) en un año dado en total y por tipo de combustible, como el petróleo y sus derivados, el gas, el carbón y la electricidad
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Importaciones netas de energía
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide el grado de dependencia de un país de las importaciones para hacer frente a sus necesidades de energía.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Mantener un suministro estable de energía es un objetivo básico de las políticas encaminadas al logro de un desarrollo sostenible. La seguridad energética, concebida en términos de disponibilidad física de los suministros para satisfacer la demanda a un precio dado, a fin de conseguir la sostenibilidad económica y social, reviste una importancia decisiva. Por ello, las interrupciones en el suministro de energía constituyen un tipo de riesgo sistemático que es preciso afrontar mediante políticas para un desarrollo sostenible. Hay dos tipos diferentes de riesgos: un riesgo de cantidad y un riesgo de precio. Ambos están relacionados con el nivel de dependencia de un país de las importaciones de energía. Así, cabe limitar la exposición general a las alteraciones del suministro disminuyendo la dependencia de las importaciones, lo que se puede alcanzar, a su vez, a través de políticas que incrementen la producción nacional de energía, mejoren la eficiencia energética, diversifiquen las fuentes, optimicen la composición, etc.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Ninguno.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: En algunos países se ha fijado un nivel máximo recomendado de dependencia de la energía importada.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está estrechamente vinculado con algunos de los indicadores económicos, como producción nacional de energía, consumo *per cápita*, etc. También está ligado a indicadores de disponibilidad de recursos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Los elementos que integran este indicador son el suministro de energía primaria y las necesidades de combustibles (petróleo, gas, carbón, etc.) y electricidad.

La importación neta de energía se calcula como importaciones menos exportaciones, ambas medidas en equivalentes de petróleo. Las importaciones y exportaciones son las cantidades que han cruzado las fronteras territoriales de un país dado, se haya efectuado o no el despacho en aduana. Un valor negativo en las importaciones netas indica que el país es un exportador neto.

Petróleo: Se incluyen las cantidades de petróleo crudo y derivados del petróleo importadas o exportadas en virtud de acuerdos de elaboración (por ejemplo, a los efectos de refinación). Quedan excluidas las cantidades de petróleo en tránsito. El petróleo crudo, los líquidos del gas natural (LGN) y el gas natural se registran como procedentes del país de origen; los productos energéticos de las refinerías y los derivados del petróleo se consignan como procedentes del país de la última expedición.

Las reexportaciones de petróleo importado para su transformación dentro del país constan como exportaciones de productos del país en que se elaboraron al destino final.

Carbón: Importaciones y exportaciones son las cantidades del combustible obtenido de otros países o suministrado a éstos, independientemente de que exista o no una unión económica o aduanera entre los países involucrados. No se incluye el carbón en tránsito.

Electricidad: Se considera que las cantidades han sido importadas o exportadas cuando han atravesado las fronteras territoriales de un país dado.

Si no se dispone de datos exactos sobre las importaciones o exportaciones, cabe estimar las importaciones netas como la energía utilizada menos la producción, medidas ambas en equivalentes de petróleo.

b) Métodos de medición: Este indicador se computa calculando la ratio de las importaciones respecto del consumo si el país es un importador neto, o la ratio de las exportaciones respecto de la producción si el país es un exportador neto.

El indicador se computa para la energía primaria, en total y por combustible y electricidad.

c) Limitaciones de los indicadores: En algunos países, tal vez no sea fácil obtener datos sobre las importaciones de un cierto número de combustibles.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Importaciones netas de energía.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador:

- Total de energía primaria y de uso final, importaciones, exportaciones, producción y por combustible – petróleo, gas, carbón, etc.
- Importaciones, exportaciones, consumo y generación de electricidad.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Se pueden encontrar los datos sobre importaciones, exportaciones, producción y uso de energía por

combustible en los institutos nacionales de estadística y publicaciones de los países y en varias fuentes internacionales, como la Agencia Internacional de Energía (AIE) y el Banco Mundial.

REFERENCIAS

- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Energy, Transport and Environment*. Luxemburgo: Eurostat.
- UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.
- UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

ECO16: Reservas de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente

Breve definición	Ratio de las existencias de combustibles energéticos críticos respecto del uso diario, mensual o anual del combustible correspondiente. Por lo general, el combustible crítico es el petróleo. Algunos países pueden considerar críticos otros combustibles (por ejemplo, el gas natural, el etanol, etc.)
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Existencias totales de combustibles
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: La finalidad de este indicador reside en medir la disponibilidad de las reservas nacionales de combustibles críticos, como el petróleo, con respecto al consumo del combustible correspondiente. Muchos países mantienen reservas de petróleo en previsión de alteraciones en su suministro. Para algunos países, el combustible crítico puede ser el gas natural u otro tipo de combustible. Por ejemplo, el etanol es un combustible crítico para el sector del transporte brasileño. El indicador proporciona una medida relativa de la duración de las existencias si el suministro se viera perturbado y el consumo del combustible se mantuviese a los niveles actuales.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La disponibilidad y seguridad del suministro de combustibles constituyen aspectos clave de la sostenibilidad. Este indicador sirve de base para estimar la seguridad del suministro de energía, al mostrar la relación entre las reservas actuales de combustibles críticos y los niveles de consumo. Mantener unas existencias estratégicas de combustibles críticos puede ser un componente necesario de un programa nacional de sostenibilidad. Contar con unas reservas de combustibles que superen los niveles consumidos representa un tipo de indicador de “respuesta” que puede ser importante para los países en situaciones peligrosas de abastecimiento de combustibles, como las crisis mundiales del petróleo, las alteraciones en los sistemas de distribución del gas natural, etc.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Los Estados Miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE) mantienen unas existencias de petróleo de niveles mínimos, basadas en acuerdos específicos.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: La AIE facilita a sus países Miembros los datos sobre los niveles recomendados de reservas de petróleo.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con los indicadores de producción y uso anuales de energía, importaciones, precios y recursos.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Las existencias de combustibles críticos, en particular de petróleo, y el consumo anual correspondiente proporcionan una indicación de la seguridad del suministro energético. Los países deciden los niveles apropiados de las reservas de combustibles fósiles que necesitan.

b) Métodos de medición: Este indicador se define dividiendo las existencias de combustibles críticos mantenidas por los países por el consumo diario, mensual o anual del combustible de que se trate.

c) Limitaciones de los indicadores: La tasa de utilización de los combustibles y, en especial, del petróleo, depende de muchos factores, incluidas las condiciones económicas, los precios y los progresos tecnológicos. Por lo tanto, este indicador representa únicamente una medida relativa de la seguridad del suministro energético. Muchos países no pueden permitirse todavía mantener niveles adecuados de existencias de combustibles críticos.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Existencias totales de combustibles críticos.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre las reservas de combustibles críticos y el consumo anual correspondiente.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Cabe obtener datos sobre las existencias de combustibles críticos y el consumo anual correspondiente en los institutos nacionales de energía y estadística y en la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y países de la AIE.

REFERENCIAS

- AIE, 2002. *Fact Sheet on IEA Oil Stocks and Response Potential*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2004. *Security of Gas Supply in Open Markets — LNG and Power at a Turning Point*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- Priddle, R., 2002. *A New Perspective on Energy Security*. Paper presented at the 25th Annual IAEE Conference, 26–29 June, Aberdeen (Escocia).

DIMENSIÓN AMBIENTAL

ENV1: Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, *per cápita* y por unidad de PIB

Breve definición	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de la producción y uso de energía, <i>per cápita</i> y por unidad de producto interno bruto (PIB), incluido el dióxido de carbono (CO ₂), el metano (CH ₄) y el óxido nitroso (N ₂ O)
Unidades	Emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) en toneladas, <i>per cápita</i> o por dólar estadounidense. Las emisiones de CH ₄ y N ₂ O se convertirán a unidades equivalentes de CO ₂ usando los potenciales de calentamiento mundial (PCM) para 100 años, facilitados en el Segundo informe de evaluación (1995) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos (IPCC)
Definiciones alternativas	Emisiones totales de GEI procedentes de la producción y uso de energía. Emisiones de estos gases procedentes de actividades relacionadas con la energía, por unidad de energía y electricidad producida
Programa 21	Capítulo 9: Protección de la atmósfera

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador mide las emisiones totales, *per cápita* y por unidad de PIB, de los tres principales GEI procedentes de la producción y uso de energía, que tienen un impacto directo sobre el cambio climático.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Durante el siglo XX, la temperatura media de la superficie de la tierra se elevó alrededor de 0,6 °C, y abundan cada vez más las pruebas de que la mayor parte de este calentamiento es imputable a las concentraciones crecientes de GEI en la atmósfera. Por ejemplo, la cantidad de CO₂ se ha incrementado en más del 30% desde la época preindustrial y actualmente está aumentando a una tasa sin precedentes de 0,4% por año, debido sobre todo a la combustión de combustibles fósiles y a la deforestación. Las concentraciones de CH₄ y N₂O están subiendo también a causa de las actividades energéticas, agrícolas, industriales y de otra índole. Las concentraciones de monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles no-metánicos (COVNM) también están en alza como resultado de la actividad antropógena. Aunque estos gases no son por sí mismos de efecto invernadero, afectan a la composición química de la atmósfera, lo que redundará en un incremento del ozono troposférico, que es un gas de efecto invernadero (GEI).

Según las predicciones, los efectos resultantes darán lugar a repercusiones climatológicas más extremas que en el pasado, con zonas que experimentarán muchas más tormentas y lluvias, mientras que otras sufrirán sequías. Aún no se sabe a ciencia cierta con qué rapidez ni dónde se producirá ese cambio, pero las consecuencias podrían ser graves, especialmente en los países en desarrollo, que son los que están en peor situación para prepararse y luchar contra los efectos de condiciones meteorológicas extremas, como inundaciones, corrimientos de tierras, sequías, etc.

c) Convenios y acuerdos internacionales: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) entró en vigor en marzo de 1994. La Convención incluía un compromiso de las Partes, tanto de los países desarrollados como de las economías en transición (las Partes del Anexo I), de procurar retrotraer para el año 2000 las emisiones de CO₂ y otros GEI no controlados por el Protocolo de Montreal a sus niveles de 1990, si bien no fueron muchas las Partes que alcanzaron de hecho esa meta. En diciembre de 1997, se adoptó el Protocolo de Kyoto, diseñado para entrar en vigor después de ser ratificado por el 55% al menos de las Partes en la Convención, incluidos los países desarrollados responsables en 1990 como mínimo del 55% de las emisiones totales de CO₂ para este grupo. Con la decisión tomada en 2004 por la Federación de Rusia de ratificar el Protocolo, éste pudo entrar en vigor a principios de 2005. En cualquier caso, los países también están obligados por los compromisos asumidos en virtud de la Convención.

Los gases de efecto invernadero (GEI) que agotan el ozono están controlados por el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: El Protocolo de Kyoto establece objetivos para cada una de las Partes en el Anexo I, a fin de que reduzcan las emisiones globales de los seis principales gases de efecto invernadero, en el período de compromisos de 2008-2012, en un 5% al menos por debajo de los niveles de 1990.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está muy ligado a muchos otros indicadores económicos y ambientales, incluido el uso de energía *per cápita* y por unidad de PIB, el uso de energía primaria y final y la generación de electricidad, la combinación de combustibles, las emisiones atmosféricas, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Los GEI contribuyen en diverso grado al calentamiento mundial en función de su capacidad de absorción de calor y de su vida media en la atmósfera. El potencial de calentamiento mundial (PCM) describe el efecto cumulativo de la activación radiativa de un gas comparado con el del CO₂ en un horizonte temporal (se suele elegir un período de 100 años a los efectos de presentación de informes). Por ejemplo, el PCM del CH₄ es de 21, lo que significa que el impacto del calentamiento global de 1 kilogramo (kg) de CH₄ es 21 veces mayor que el de 1 kg de CO₂. El potencial de calentamiento mundial (PCM) del N₂O es de 310. No se facilitan los PCM para los gases de efecto invernadero (GEI) indirectos. Los sumideros de GEI no deberán incluirse en el indicador. No existen, por el momento, acuerdos internacionales sobre metodologías de inventarios para la cuantificación de sumideros artificiales en los que se podrían atrapar y almacenar las emisiones de GEI relacionadas con la energía, mientras que los sumideros biológicos no están directamente vinculados con esas emisiones.

b) Métodos de medición: Las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles se calculan multiplicando el uso de energía para cada tipo de combustible por el coeficiente de emisión de CO₂ relacionado con el combustible. Siempre que sea posible, deberán medirse directamente las emisiones de gases de efecto invernadero en la fuente de uso de la energía. Lo habitual, sin embargo, es que los datos medidos sean incompletos o inaccesibles. Si no se han podido tomar los datos, las emisiones se calculan multiplicando algún dato conocido, como la producción de carbón o la extracción de gas natural, por un factor de emisión conexo obtenido de una pequeña muestra de una fuente de emisión relevante o mediante experimentos de laboratorio.

c) Limitaciones del indicador: Este indicador muestra la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera, procedentes únicamente del consumo de energía. Para algunos GEI (por ejemplo, el N₂O), las fuentes no energéticas (por ejemplo, la agricultura) pueden producir niveles significativos de emisiones. Este indicador no muestra en qué grado se verá afectado el clima debido a la acumulación creciente de GEI, o el efecto consiguiente del cambio climático sobre los países. En algunos de ellos, es posible que no se puedan obtener datos respecto de algunas fuentes.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Las cantidades totales de emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) o emisiones de GEI normalizadas por unidad de energía usada podrían ser indicadores alternativos. Ese análisis proporcionaría una indicación de la tendencia creciente o decreciente de carbonización de un sistema energético. Hay otros gases derivados del uso de energía que producen indirectamente GEI, y éstos también podrían incluirse en el ámbito de la definición.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre las emisiones totales de GEI procedentes de las fuentes de energía y su desglose por componentes:

- Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.
- Emisiones de GEI procedentes de la producción y uso de energía.
- Emisiones de GEI procedentes del transporte.
- Población total para la normalización de las emisiones totales de GEI *per cápita*, unidad: toneladas de CO₂/per cápita.
- PIB en moneda nacional o convertida a dólares estadounidenses (\$) empleando la paridad del poder adquisitivo para normalizar las emisiones totales de GEI por unidad de PIB, unidad: toneladas de CO₂/1 000 dólares de los EE.UU.

Se recomienda que, en países en donde se hayan fijado metas para los gases de efecto invernadero (GEI), se incorporen al indicador (aunque se ha reconocido que esas metas se aplican, en general, a todas las fuentes de emisiones de un país y no sólo a los sectores relacionados con la energía). Podrían expresarse, bien como una reducción porcentual de las emisiones absolutas para un año base (como se especifica en el Protocolo de Kyoto) o como una meta en el ámbito de la intensidad (como es el caso de la meta para los gases de efecto invernadero (GEI) de los Estados Unidos de América).

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: Se dispone de las comunicaciones nacionales de las Partes en la Convención. Los países en desarrollo no presentan muchos informes. A nivel internacional, la base de datos de la Secretaría de la CMCC cuenta con información basada en las comunicaciones anuales de los inventarios de datos de las Partes en el Anexo I de la Convención (ver <http://ghg.unfccc.int/>).

Como parte del proceso de examen de la CMCC, en un principio sólo se dispuso de los niveles de emisiones de las Partes en el Anexo I de la Convención. Las Partes que no constaban en el Anexo I también han empezado a transmitir información directamente sobre sus emisiones anuales de GEI.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) suministra datos sobre emisiones de CO₂ por combustible y sector, y sobre los combustibles fósiles consumidos para generación de electricidad, generación combinada de calor y electricidad, y calefacción centralizada de núcleos urbanos. Los datos están calculados utilizando las Tablas de Balance de Energía de la AIE y las directrices revisadas en 1996 del IPCC.

El Banco Mundial compila datos sobre las emisiones antropógenas anuales de CO₂. Estos datos son fruto de los cálculos realizados por el Centro de Análisis de la Información sobre Dióxido de Carbono (CDIAC), patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América. Los cálculos se han efectuado a partir de los datos sobre la combustión de combustibles fósiles, basados en la Serie de Datos Mundiales de Energía recopilada por la División de Estadística de las Naciones Unidas, y en los datos sobre la manufactura mundial de cemento, basados en la Serie de Datos de la Manufactura de Cemento. Para obtener datos sobre la cantidad de emisiones de CO₂ procedentes únicamente del uso de energía, hay que restar las cantidades de CO₂ generadas por la manufactura de cemento de los datos del Banco Mundial sobre emisiones de CO₂.

c) Referencias relativas a los datos: Los datos de la AIE sobre emisiones de CO₂ por combustible y sector y de generación de electricidad y calor se recogen en la publicación de la AIE *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*, de periodicidad anual. Los datos sobre las emisiones totales de CO₂ de fuentes energéticas e industriales pueden consultarse en el informe del Banco Mundial *World Development Indicators*, que se publica cada año. No se dispone de datos sobre el CH₄ y el N₂O. Para la Unión Europea, se pueden conseguir datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sitio web de la Agencia Europea de Medio Ambiente (<http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadetails.asp?id=699>).

REFERENCIAS

- AEMA, 2003. *Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe*. Environmental issue report no. 36. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2004. *Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990–2002 and Inventory Report 2004*. Technical report no. 2/2004. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, varias ediciones. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

- Banco Mundial, varias ediciones. *Indicadores del desarrollo mundial*. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.
- CMNUCC, *In-depth Review Reports on National Communications from Individual Countries*. Bonn, Alemania: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en [http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?such=j&symbol="/IDR"#beg](http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?such=j&symbol=).
- CMNUCC, *National Communications from Parties to the UNFCCC*. Bonn, Alemania: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2817.php.
- IPCC, 1995. *IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995*. Ginebra (Suiza): Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC, 1997. *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs, B.A. Callender, eds. IPCC/OCDE/IEA. Bracknell: UK Meteorological Office.
- IPCC, 2000. *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. J. Penman, D. Kruger, I. Galbally, T. Hiraishi, B. Nyenzi, S. Emmanul, L. Buendia, R. Hoppaus, T. Martinsen, J. Meijer, K. Miwa, K. Tanabe, eds. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kitakyushu, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC, 2001. *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001*. Un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra (Suiza): Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

ENV2: Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas

Breve definición	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos como ozono, monóxido de carbono, material particulado (PM10, PM2.5, partículas totales en suspensión [PTS], humos negros), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, benceno y plomo
Unidades	Microgramos o miligramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ o mg/m^3), según proceda
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 9: Protección de la atmósfera

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador proporciona una medida de la situación del medio ambiente en términos de calidad del aire, que puede ser motivo de preocupación sanitaria en zonas urbanas. También facilita una medida indirecta de la exposición de la población por lo que hace a los impactos sobre la salud humana y la vegetación.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Un porcentaje creciente de la población mundial vive en zonas urbanas. La alta densidad de población y la concentración de industrias y de tráfico ejercen fuertes presiones sobre el medio ambiente local. La contaminación atmosférica originada por el uso de energía en los hogares, la industria, las centrales eléctricas y el transporte (vehículos de motor) suele representar un problema grave. De resultas de ello, en las zonas urbanas es donde se registra el potencial más elevado de exposición humana a la contaminación ambiental del aire y los problemas consiguientes de salud. La mejora de la calidad del aire es un aspecto significativo de la promoción de asentamientos humanos sostenibles. Este indicador se puede emplear para controlar las tendencias en la contaminación atmosférica como base para priorizar las medidas de política; cartografiar los niveles de contaminación de la atmósfera con objeto de identificar puntos calientes o zonas que requieren una atención especial; contribuir a evaluar el número de personas expuestas a niveles excesivos de contaminación atmosférica; supervisar los niveles de cumplimiento de las normas de calidad del aire; valorar los efectos de las políticas en materia de calidad del aire; y ayudar a investigar las relaciones entre la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Hay varios convenios o acuerdos internacionales centrados en el control de las emisiones atmosféricas como medio para mejorar la calidad del aire. Las preocupaciones sobre las emisiones de contaminantes acidificantes han contribuido a la firma de varios acuerdos internacionales, incluida la Convención sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) (Ginebra, 1979) y sus protocolos para reducir las emisiones de azufre (Helsinki, 1985; Oslo, 1994; Gotemburgo, 1999) y los óxidos de nitrógeno (Sofía, 1988; Gotemburgo, 1999). Se han concertado otros dos protocolos con objeto de reducir los metales pesados (Aarhus, 1998) y los compuestos orgánicos volátiles no-metánicos (Ginebra, 1991).

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha adoptado directrices en materia de calidad del aire para todos los contaminantes cubiertos por este indicador, con la excepción del monóxido de nitrógeno. Muchos países han establecido sus propias normas de calidad del aire para un gran número de esos contaminantes.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está estrechamente ligado a otros indicadores relacionados con la utilización de la energía y la protección ambiental, como el uso anual de energía *per cápita* y por unidad de producto interno bruto (PIB), las emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de sistemas energéticos, el porcentaje de combustibles no basados en el carbono y las energías renovables, la contaminación del suelo, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Este indicador se puede diseñar y construir de diversas maneras. Un aspecto importante que debe tenerse en cuenta es la definición de la estadística que se va a emplear; por ejemplo, cuando se dispone de datos de control, el indicador se puede expresar en términos de una concentración anual media, un percentil, o la enésima media diaria más alta, etc., sobre la base ya sea de un promedio horario o diario.

A los efectos de la salud, los tiempos y estadísticas de promediación más adecuados variarán probablemente en función de los diferentes contaminantes. Se recomienda, por tanto, que la base para el indicador sea el número de días en que las concentraciones rebasan un umbral establecido (límites nacionales o internacionales de calidad del aire) y/o el porcentaje de la población urbana expuesto a niveles de concentración que superan los valores fijados (por ejemplo, según la legislación de la Unión Europea, las concentraciones medias de PM10 en 24 horas superiores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no pueden exceder de 35 veces al año). Es menester señalar que tal vez haya que hacer este tipo de comparación con mucho cuidado, debido a posibles cambios o diferencias en los valores de las directrices. Sin embargo, un simple recuento del número de veces en que se supera el umbral de un país no es una medida final adecuada para el indicador, ya que es probable que la cantidad de veces en que se traspasa el umbral se eleve con el aumento en el número de estaciones de vigilancia.¹

Allí donde no se disponga de datos de control, cabe estimar los niveles de contaminación mediante modelos de contaminación atmosférica. Sin embargo, los modelos de dispersión dependen de la disponibilidad de datos de emisiones; y en los lugares en los que no se puedan utilizar, se podrán realizar encuestas usando técnicas rápidas de inventarios de fuentes. Teniendo en cuenta los posibles errores en los modelos o en los datos de los insumos, los resultados de los modelos de dispersión deberían homologarse, en teoría, con los datos de control.

b) Métodos de medición: Una red idónea de control del aire debe satisfacer varios requisitos, como garantizar unas mediciones representativas y comparables, así como límites de detección, interferencias, resolución temporal, facilidad de operación y costo. Existen numerosas referencias sobre supervisión y análisis del aire en la literatura o que pueden encontrarse en los organismos de medio ambiente. La literatura científica publicada sobre la materia incluye los métodos más apropiados y recientes de vigilancia de la atmósfera. Los datos de calidad del aire pueden depender en gran medida de las condiciones meteorológicas, susceptibles de dar lugar a variaciones relativamente grandes de un año para otro. Por ello, los datos para las tendencias temporales utilizados para el indicador deberán incorporar los marcos temporales más amplios posibles, de forma que permitan evaluar adecuadamente las tendencias a largo plazo. Las mediciones destinadas a controlar el cumplimiento de las normas (por ejemplo, la comparación de las concentraciones con las normas de

¹ Entre las posibles formas de evitar este problema figura un método desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) que contabiliza la fracción de estaciones disponibles que registran los valores que superan los límites y utiliza un promedio ponderado por población para calcular los promedios urbanos, nacionales y regionales. Se recomienda adoptar un enfoque similar (para más información sobre esta metodología, ver www.eea.eu.int).

calidad del aire) no deberán circunscribirse a las zonas urbanas, ya que no deben excederse los límites en ningún lugar. En cuanto a las consideraciones relativas a la exposición y la salud, en las zonas urbanas se combina un alto porcentaje de la población con concentraciones elevadas; no obstante, las zonas rurales no han de quedar excluidas de la red de medición. Por ejemplo, en el caso del ozono, las concentraciones rurales pueden ser elevadas si caen en la dirección del viento que sopla desde grandes fuentes de emisiones. Se dispone de un cierto número de modelos para estimar las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos, la mayoría de los cuales se basan en el modelo de Gauss de dispersión en el aire.

c) Limitaciones de los indicadores: Las restricciones de las mediciones afectan a los límites de detección, interferencias, resolución temporal, facilidad de aplicación y costo. Es fundamental evaluar la exactitud de los resultados del modelo para poder confiar en sus datos, a fin de tomar las decisiones pertinentes. Al comparar los valores del indicador obtenidos en diferentes ciudades, los países deberán asegurarse de que las redes y estrategias de vigilancia, los métodos de medición, etc., son compatibles.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Quizá pudiera emplearse un indicador compuesto que pondere y combine en una sola medida los principales contaminantes (por ejemplo, PM_{10/2,5} y óxidos nitrosos), pero sólo si se dispusiera periódicamente de datos para todos los contaminantes. Sin embargo, como se recomendó en el seminario práctico de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)/OMS, celebrado en Berlín en el año 2002, no debería utilizarse este enfoque como indicador.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Los datos deben incluir concentraciones representativas no sólo temporal sino espacialmente, como las concentraciones medias anuales (concentraciones medias de los contaminantes de que se trate, promediadas entre todas las horas del año) o percentiles de concentración (concentración del contaminante específico que haya superado los límites en $100 - x\%$ de horas, donde x es el percentil definido por las normas pertinentes). Además, la información debe estar disponible respecto de la localidad y tipo de la misma (por ejemplo, zona industrial o residencial).

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: Las redes de vigilancia nacionales o locales suelen recoger sistemáticamente datos sobre las concentraciones de contaminantes de la atmósfera. También es frecuente que las universidades e institutos de investigación reúnan datos con fines de investigación. Por otra parte, la industria compila muchos datos. Cabe encontrar datos sobre las concentraciones de los principales contaminantes del aire en las ciudades más destacadas de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), pero no se debe cejar en el esfuerzo por mejorar su comparabilidad internacional y por vincular esos datos con las normas nacionales y los problemas de la salud humana.

c) Referencias relativas a los datos: Se pueden conseguir datos sobre la contaminación atmosférica a través de las redes nacionales y locales de vigilancia. Algunas veces, las universidades, institutos de investigación y la industria facilitan datos. Además, es posible obtener un volumen creciente de datos de fuentes

internacionales como el Sistema de Información sobre la Gestión de la Calidad del Aire (AMIS) en Ciudades Saludables, de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la base de datos Air Base, de la AEMA.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Air Quality in Europe: State and Trends 1990–1999*. Topic report no. 4/2002. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Air Pollution by Ozone in Europe in Summer 2003 — Overview of Exceedances of EC Ozone Threshold Values during the Summer Season April–August 2003 and Comparisons with Previous Years*. Topic report no. 3/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Air Pollution in Europe 1990–2000*. Topic report no. 4/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *EuroAirnet — Status Report 2000*. Technical report no. 90. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- OMS, 1999. *Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies*, Prepared by D. Briggs. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.
- OMS, 1999. *Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment*. Publicaciones regionales de la OMS, Serie Europea no. 85. Copenhagen (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.
- OMS, 2000. *Air Quality Guidelines for Europe (Revision of Air Quality Guidelines for Europe 1987)*. Copenhagen (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.
- OMS, 2000. *Decision-Making in Environmental Health: From Evidence to Action*, C. Corvalan, D. Briggs, G. Zielhuis, eds. Londres (Reino Unido): Spon Press.
- OMS, 2000. *Human Exposure Assessment*. Documento sobre criterios de salud ambiental 214, Programa de seguridad química. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.
- OMS, 2004. *Health Aspects of Air Pollution*, results from the WHO project Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe. Copenhagen (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.
- PNUMA/OMS, 1992. *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford (Reino Unido): Blackwell Publishers.
- PNUMA/OMS, 1994. *Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA/Aire)*, Methodology Review Handbook Series. Volumes 2, 3 and 4. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Schwela, D., Zali, O., eds, 1999. *Urban Traffic Pollution*. Londres (Reino Unido): Spon Press.

ENV3: Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos

Breve definición	Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de todas las actividades relacionadas con la energía, incluidos la producción de electricidad y el transporte. Los principales motivos de la preocupación creciente son las emisiones de sustancias acidificantes, como óxidos de azufre (SO _x) y de nitrógeno (NO _x); gases formadores de ozono (precursores del ozono), como los compuestos orgánicos volátiles (COV), NO _x y monóxido de carbono (CO); así como las partículas finas.
Unidades	Toneladas o 1 000 toneladas
Definiciones alternativas	Cambio porcentual de las emisiones en el tiempo; emisiones por unidad de uso bruto de energía
Datos auxiliares/indicadores	Ninguno
Programa 21	Capítulo 9: Protección de la atmósfera

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador detecta la liberación a la atmósfera de los contaminantes atmosféricos procedentes de las actividades relacionadas con la energía. Se utiliza para evaluar los resultados ambientales de las políticas nacionales y describir las presiones ambientales en lo tocante a la lucha contra la contaminación atmosférica en actividades relacionadas con la energía, incluidas la generación de electricidad y el transporte.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Cada vez son mayores las preocupaciones que suscitan las concentraciones de diversos contaminantes atmosféricos, fruto principalmente del uso de la energía. En la concentración de contaminantes tienen una gran influencia los patrones de producción y consumo de energía, en los que repercuten, a su vez, la intensidad y la eficiencia energéticas. Las emisiones de estos contaminantes también se ven afectadas por las normas nacionales de control y de lucha contra la contaminación, y el uso de tecnologías energéticas limpias. El nivel de las emisiones proporciona una indicación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente. Los esfuerzos de un país por reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos se reflejan en sus políticas nacionales y en sus compromisos internacionales. Entre las medidas concretas figuran los cambios estructurales en la demanda de energía (mejoras en la eficiencia y sustitución de combustibles), así como las políticas de control de la contaminación y las iniciativas técnicas (por ejemplo, la instalación de precipitadores industriales, instalaciones de desnitrificación y desulfurización y el uso de convertidores catalíticos en los automóviles). Por consiguiente, este indicador se puede emplear para evaluar la presión sobre el medio ambiente en relación con la producción y consumo de energía, así como los resultados ambientales de las políticas nacionales diseñadas para abordar los cuatro impactos principales de los contaminantes atmosféricos sobre la salud y el medio ambiente:

- La acidificación del suelo y el agua por contaminantes como SO_x y NO_x .
- El daño a edificios sensibles a estas sustancias acidificantes.
- La formación de ozono troposférico por los llamados precursores de ozono; por ejemplo, COV, NO_x y CO, que afectan indirectamente a la salud humana y animal y a la vegetación.
- Los efectos directos sobre la salud humana y los ecosistemas; por ejemplo, a través de altas concentraciones en la atmósfera de partículas y COV.

Los compuestos del azufre y del nitrógeno son la fuente de la acidificación del medio ambiente. El nitrógeno antropógeno es emitido fundamentalmente como NO_x por las modalidades de transporte, así como por otros usos energéticos y procesos industriales. Las emisiones de NO_x , vehiculadas por el aire, contribuyen tanto a la contaminación local como a la contaminación a gran escala, al desplazarse a grandes distancias en la atmósfera.

Los contaminantes atmosféricos se asocian a la morbilidad respiratoria en los seres humanos; por ejemplo, los NO_x pueden irritar los pulmones y reducir la resistencia a infecciones respiratorias. Los efectos de la exposición a corto plazo aun no están claros, pero la exposición continuada o frecuente a concentraciones más altas que las normalmente encontradas en la atmósfera puede causar un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias agudas.

En presencia de la luz solar, los NO_x reaccionan con los COV formando ozono troposférico y otras sustancias químicas oxidantes, que son tóxicos para los seres vivos, incluidos los seres humanos. Los NO_x y el dióxido de azufre (SO_2) también son precursores de los ácidos en el agua de lluvia y posteriormente tienen efectos perjudiciales en los monumentos, los organismos acuáticos, la agricultura y los hábitats. La deposición atmosférica de NO_x puede contribuir también a la eutrofización. En algunas zonas, los NO_x son precursores de concentraciones de material particulado. La deposición de nitrógeno puede ser seca (en forma de gases y partículas) o húmeda (en forma de lluvia o nieve), o en forma de condensación (como gotitas de condensación de la niebla o de nubes).

c) Convenios y acuerdos internacionales: La preocupación por las emisiones de contaminantes acidificantes ha promovido la firma de varios acuerdos internacionales, incluida la Convención sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) (Ginebra, 1979) y sus protocolos para reducir las emisiones de azufre (Helsinki, 1985; Oslo, 1994; Gotemburgo, 1999) y óxidos de nitrógeno (NO_x) (Sofía, 1988; Gotemburgo, 1999). Se han firmado otros dos protocolos con miras a reducir los metales pesados (Aarhus, 1998) y compuestos orgánicos volátiles no metánicos o COVNM (Ginebra, 1991).

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: El Protocolo de Gotemburgo de 1999 para luchar contra la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico establece metas destinadas a fijar topes de emisiones de SO_2 , NO_x , COVNM y amoníaco (NH_3) para los países de la CEPE. Se pide también a los Estados Miembro de la Unión Europea que cumplan los objetivos de la Directiva sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos (NECD) para 2010. Algunos países han adoptado metas nacionales aun más estrictas que las de los acuerdos internacionales, pero hasta ahora pocos las han cumplido.

e) Relaciones con otros indicadores: Con objeto de evaluar la sostenibilidad, además de las emisiones anuales de contaminantes atmosféricos y sus cambios porcentuales, deberán incluirse las intensidades de las emisiones (expresadas como cantidades de contaminantes emitidos por unidad de energía bruta usada). Por consiguiente, este conjunto de indicadores está estrechamente vinculado a aspectos como la combinación de combustibles, el consumo anual de energía *per cápita* y el consumo de combustibles en el transporte, sin olvidar la situación de la tecnología destinada a luchar contra la contaminación y los gastos incurridos en ese ámbito en los distintos países.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: La contaminación atmosférica tiene su origen en los gases y partículas transportadas por el aire que, si alcanzan un nivel excesivo, resultan nocivos para la salud humana, las obras de arte y los ecosistemas. Las emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de las actividades antropógenas están, a menudo, directamente vinculadas a la quema de combustibles fósiles para obtener energía. Sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las fuentes de emisiones que guardan una relación con la energía son también significativas, como por ejemplo, los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM). Las emisiones de gases de efecto invernadero, o GEI (por ejemplo, el dióxido de carbono [CO₂], el óxido nitroso [N₂O] y el metano [CH₄]), quedan excluidas del ámbito de este indicador y se describen por separado en el indicador de emisiones de GEI.

Dióxido de azufre (SO₂): El producto primario de la combustión del azufre es el SO₂. Sin embargo, también pueden producirse otros óxidos de azufre; de modo que, cuando se notifican, deberán denominarse conjuntamente como SO_x (óxidos de azufre).

Óxidos de nitrógeno (NO_x): El producto primario de la combustión del nitrógeno es el dióxido de nitrógeno (NO₂). No obstante, también suelen emitirse al propio tiempo otros compuestos del nitrógeno, como el monóxido de nitrógeno (NO), el óxido nitroso (N₂O), etc., y éstos pueden detectarse o no en las pruebas disponibles. Los NO_x totales se deben comunicar en base al peso molecular del NO₂.

Compuestos orgánicos volátiles (COV): Los COV se definen como cualquier compuesto de carbono (excluyendo el CO, el CO₂, el ácido carbónico, los carburos metálicos o carbonatos, y el carbonato de amonio) que intervenga en las reacciones químicas atmosféricas. En algunos casos, se emplea la denominación de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) para indicar que el metano está excluido de la clasificación de los COV.

Monóxido de carbono (CO): El CO se forma por la combustión incompleta de los combustibles fósiles. En la mayoría de los países, el sector del transporte es la principal fuente de emisiones de CO.

Las emisiones de NO_x, COV, CO y CH₄ contribuyen a la formación de ozono a nivel del suelo (troposfera). Estos precursores del ozono pueden agregarse sobre la base de su potencial de formación de ozono para evaluar el impacto combinado de los diferentes contaminantes. Los factores de ponderación relativos son los siguientes: NO_x, 1,22; COVNM, 1,0; CO, 0,11; y CH₄, 0,014. Esa metodología es la que emplea sistemáticamente la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) en sus informes

sobre la formación de ozono, pero el uso de esos factores no goza todavía de una amplia aceptación internacional. Se supone que los factores son representativos de toda Europa, pero, a escala geográfica local, pueden variar (para mayor información respecto de las incertidumbres que rodean a estos factores, ver De Leeuw 2002).

Material particulado: Los términos aglutinados bajo el epígrafe de material particulado son: material particulado con un diámetro inferior a 10 μm (PM10), partículas totales en suspensión (PTS) y material particulado primario y secundario. El PM10 en la atmósfera puede proceder de las emisiones directas de partículas (PM10 primario) o de emisiones de precursores gaseosos de material particulado que se transforman parcialmente en partículas debido a reacciones químicas en la atmósfera (PM10 secundario). Las PTS están formadas por material emitido por fuentes en forma sólida, líquida y de vapor, pero que están presentes en el aire ambiental como partículas sólidas o líquidas.

Entre los precursores del PM10 secundario figuran el SO_2 , el NO_x , el NH_3 y los COV. No se dispone de datos fiables respecto de la contribución relativa de los COV a la formación de partículas. Para estimar las cantidades de material particulado secundario se podrían usar los factores de formación de aerosoles, a fin de evaluar el potencial de formación agregada de partículas que tienen su origen en las emisiones de diferentes contaminantes secundarios (ver De Leeuw 2002). Los factores son los siguientes: SO_2 , 0,54; NO_x , 0,88; y NH_3 , 0,64. Es menester poner de relieve que, como en el caso de los factores de formación de ozono troposférico, estos factores son únicamente la mejor aproximación posible a la contribución relativa de los diferentes contaminantes y, de hecho, pueden darse variaciones significativas a nivel local, tanto en las zonas urbanas como en las rurales.

Dado que el objetivo de este conjunto de indicadores estriba en describir el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente, deben excluirse del indicador las emisiones de fuentes naturales (como los incendios forestales y las erupciones volcánicas).

El indicador deberá recoger, por tanto, las emisiones anuales de contaminantes atmosféricos y sus variaciones porcentuales. La intensidad de las emisiones, expresada como las cantidades del contaminante emitido por unidad de energía bruta usada, podría servir para evaluar la sostenibilidad. También podría ser conveniente incluir en el indicador la información relacionada con las políticas referentes a las metas de emisiones (si tales metas existen en un país dado). Esto permitiría a un país evaluar la ‘distancia que lo separa de la meta’ y, por ende, si las medidas de reducción de la contaminación son suficientes para alcanzar los objetivos nacionales o internacionales establecidos.

b) Métodos de medición: En algunos casos, cabe estimar las emisiones, por ejemplo, de instalaciones industriales sobre la base de mediciones reales directas en las chimeneas o por balances de materiales. Sin embargo, por lo general, las emisiones se calculan con la ayuda de un factor de emisión, que es un valor representativo mediante el cual se trata de relacionar la cantidad de un contaminante liberada a la atmósfera con una actividad asociada a la liberación de ese contaminante. Esos factores se suelen expresar como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite el contaminante (por ejemplo, kilos de material particulado emitidos por tonelada de carbón quemado). Dichos factores

facilitan la estimación de las emisiones de varias fuentes de contaminación atmosférica y, en teoría, deberían agruparse por instalaciones o países específicos. En la mayoría de los casos, esos factores son simplemente el promedio de todos los datos disponibles de una calidad aceptable y se supone que, generalmente, son representativos de promedios a largo plazo para todas las instalaciones correspondientes a la categoría de la fuente (es decir, a una media de población).

La Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la CEPE, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y el Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte de Contaminantes Atmosféricos en Europa (EMEP) han dado cima a los trabajos para normalizar los métodos analíticos y de muestreo de la contaminación atmosférica.

De manera similar, en los últimos años se han hecho esfuerzos considerables para normalizar o armonizar el cálculo de los inventarios nacionales de emisiones de contaminantes atmosféricos, con el propósito de aumentar la comparabilidad de las estimaciones de los países. Se han registrado una serie de iniciativas destinadas a facilitar una orientación a los países a fin de crear, compilar y presentar informes sobre los inventarios de liberación de contaminantes. Hay que citar, entre ellas, la guía EMEP/Corinair (EMEP/AEMA, 2004), las directrices del programa del Registro de Liberación y Transferencia de Contaminantes (RLTC) de la OCDE (OECD, 1996), y las directrices de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (UNITAR, 1997) del Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación (UNITAR). Estas últimas se han diseñado específicamente para apoyar y facilitar los procesos de diseño de RLTC nacionales en los países en desarrollo y en vías de industrialización.

En primer lugar, los países deben consultar las fuentes de información existentes para obtener una orientación específica acerca de, por ejemplo, las definiciones del sector energético y las recomendaciones sobre metodologías de estimación y medición de las emisiones. Con respecto a la información sobre inventarios, las estimaciones de los datos de años anteriores están sujetas normalmente a revisiones, a medida que van mejorando los métodos de estimación y los países pasan de aplicar los factores de emisión por defecto a hacerlo con factores específicos para cada uno de ellos.

Lo ideal sería que, para evaluar la sostenibilidad, se pudieran estudiar las tendencias de las emisiones a lo largo de periodos prolongados de tiempo (por ejemplo, de 20 o 30 años). Sin embargo, incluso en Europa, donde se han estado notificando las emisiones contaminantes de la atmósfera desde hace varios años, las emisiones recogidas para años anteriores a 1990 no son, por lo general, completas y quizá no muy de fiar, ya que no se dispone de datos históricos para las actividades, factores de emisión en relación con tecnologías específicas, etc. Por consiguiente, los informes sobre series cronológicas deberían centrarse, en un principio, en la información más exacta a partir del año 1990, año inicial de presentación de informes para muchos acuerdos internacionales.

c) Limitaciones del indicador: i) Este indicador cuantifica la contaminación atmosférica provocada exclusivamente por el uso de la energía, ignorando así las emisiones contaminantes relacionadas con otras actividades, como las de los sectores industrial y agrícola. En general, esos sectores no constituyen fuentes primordiales de

los contaminantes analizados aquí, pero, en alguna medida, contribuyen a las exposiciones totales. ii) El indicador parte de la base de que los países tienen servicios de estadística adecuados, que permiten establecer registros/inventarios de liberación y transferencia de contaminantes atmosféricos. iii) Cuando se interprete este indicador, deberá cotejarse con el indicador de calidad del aire urbano. iv) En lo tocante a ciertas actividades, tal vez no sea fácil obtener el nivel de detalle requerido para varios procesos de combustión y, en particular, los datos relacionados con las características de la maquinaria. En ese caso, deberían utilizarse los factores de emisión por defecto de las guías de compilación de inventarios existentes para lograr estimaciones de las emisiones de contaminantes liberadas a la atmósfera.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Alternativamente, puede tomarse en consideración el cambio porcentual de las emisiones a lo largo del tiempo (es decir, el cambio porcentual en las emisiones entre 1990 y el año más reciente); o sea, las emisiones indexadas en relación con la línea base de 1990. El uso de formularios normalizados para los indicadores resulta muy práctico para hacer comparaciones a nivel nacional (a saber, emisiones por unidad de uso de energía bruta).

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Cantidades de emisiones de los contaminantes atmosféricos procedentes de todas las actividades relacionadas con la energía, en particular de los sectores de producción de electricidad y de transporte. El denominador propuesto para el indicador normalizado es: Unidad de uso de energía bruta.

b) Disponibilidad de datos y fuentes nacionales e internacionales: La mayor parte de los países europeos comunican anualmente las emisiones de contaminantes atmosféricos con arreglo a los protocolos de la CLRTAP. A escala mundial, sin embargo, el reto principal que plantean los datos consiste en incrementar la frecuencia con la que se reúnen, procesan y actualizan los mismos a nivel nacional. No se pueden calcular los cambios anuales en las emisiones a menos que se disponga de datos anuales. En una serie de países, se siguen publicando actualmente los inventarios de emisiones a intervalos de cinco años. Hay que redoblar los esfuerzos para mejorar la disponibilidad, la exhaustividad y la comparabilidad de los datos de las emisiones de contaminantes atmosféricos.

c) Referencias relativas a los datos: El sitio Web (http://www.emep.int/index_data.html) del EMEP contiene una base de datos que se ha confeccionado para respaldar los protocolos de la CLRTAP. Incluye datos sobre las emisiones de alrededor de 50 países (la mayoría europeos). Cabe encontrar las tendencias de las emisiones de los precursores de ozono en Europa en el sitio Web de la AEMA (<http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadetails.asp?id=700>). El EMEP, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la CEPE, el Banco Mundial, la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, la Eurostat y la AEMA están llevando a cabo trabajos conexos.

REFERENCIAS

- AEMA, 2002. *Annual European Community CLRTAP Emission Inventory 1990–2000*. Technical report no. 91. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Air Pollution in Europe 1990–2000*. Topic report no. 4/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- De Leeuw, F.A.A.M., 2002. A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. *Environmental Science and Policy*, 5:135–145.
- EMEP/AEMA, 2002. *Joint EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook*, Third edition, October 2002 update. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente. Disponible en <http://reports.eea.europa.eu/EMEP/CORINAIR3/en/page002.html>
- OCDE, 1996. *Pollutant Release and Transfer Registers (PRTRs): A Tool for Environmental Policy and Sustainable Development. Guidance Manual for Governments* [OCDE/GD(96)32]. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. Disponible en [http://www.olis.OCDE.org/olis/1996doc.nsf/LinkTo/ocde-gd\(96\)32](http://www.olis.OCDE.org/olis/1996doc.nsf/LinkTo/ocde-gd(96)32).
- OCDE, 2001. *Key Environmental Indicators*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 2002. *Environmental Data Compendium 2002*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- UNITAR, 1997. *Implementación del Proyecto para el Diseño de un RETC Nacional - Documento Guía*. UNITAR Serie de Guías de UNITAR para la Implementación del Proyecto para el Diseño de un RETC Nacional. Nueva York, NY: Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones. Disponible en <http://www.unitar.org/cwm/publications/cbl/prtr/pdf/cat3/prtrgdsp.pdf>

ENV4-1: Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de los sistemas energéticos

Breve definición	Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de todas las actividades relacionadas con la energía, incluidas las descargas de aguas de refrigeración, que pueden elevar la temperatura del curso de agua
Unidades	Kilogramos (kg) o miligramos (mg) por litro
Definiciones alternativas	Emisiones masivas o concentración en la descarga
Programa 21	Capítulo 17: Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados y de las zonas costeras y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos Capítulo 18: Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El objetivo de este indicador consiste en controlar las descargas en las aguas de los ríos, lagos y mares, de contaminantes dañinos procedentes de las industrias energéticas y, en especial, de la minería del carbón y la extracción de petróleo.

b) Relación con el desarrollo sostenible: El agua dulce es un recurso escaso en muchas partes del mundo y necesita ser utilizada con prudencia para garantizar y mantener un abastecimiento de buena calidad en cantidades sostenibles. El agua dulce se usa como fuente de suministro de agua potable, de riego para los cultivos de labranza y de agua para que beban los animales en las granjas y es el hábitat de plantas, especies de peces y otros elementos de la fauna. El agua contaminada puede tener un impacto directo sobre la salud humana, el ganado y los cultivos, que, sin agua, no lograrían prosperar, cayendo enfermos los animales, disminuyendo las cosechas y, en función del agente de que se trate, contaminándose los productos de las explotaciones agrícolas.

El medio ambiente marino es también un hábitat esencial para la vida acuática y un recurso muy valioso para la pesca, la acuicultura, el turismo y el ocio.

El medio ambiente acuático, tanto de agua dulce como de agua salada, es, a menudo, un hábitat frágil, por lo que evitar su destrucción constituye una prioridad para asegurar un futuro sostenible.

c) Convenios y acuerdos internacionales: El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) han reconocido la importancia de garantizar la protección de las aguas marinas y dulces, al defender un enfoque de ecosistema integrado para proteger los océanos y las zonas costeras. Cabe mencionar, entre otros convenios, el Plan de

Acción Mundial no vinculante para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra (PAM); la Declaración de Washington (1995), aplicada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); y el Convenio de París (1974). La Convención sobre el Derecho de Uso de Cursos de Agua Internacionales No Navegables facilita medidas para proteger, preservar y gestionar esos cursos de agua. Aborda aspectos como el control de inundaciones, la calidad del agua, la erosión, la sedimentación, la intrusión de agua salada y los recursos vivos. El Convenio sobre la Protección y Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y los Lagos Internacionales (1992) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) incluye medidas nacionales e internacionales destinadas a prevenir, controlar y reducir la liberación de sustancias peligrosas en el medio acuático. También abarca disposiciones para luchar contra la eutrofización y la acidificación, así como para prevenir, controlar y reducir la contaminación transfronteriza. El objetivo consiste en estimular la gestión sostenible del agua, la conservación de los recursos hídricos y la protección del medio ambiente.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido una serie de normas sobre el derecho del agua.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con los indicadores de producción de energía y generación de electricidad y con otros indicadores ambientales, como las descargas de crudo en aguas costeras, las emisiones de gases de efecto invernadero, las emisiones de contaminantes atmosféricos, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: La contaminación del agua procedente de las industrias energéticas depende mucho de la actividad y el tipo de tecnología, así como de las técnicas que se utilicen para luchar contra ella. A este respecto, las más importantes son las industrias de la minería del carbón y de extracción de petróleo, pero el uso de la energía en la industria en general puede repercutir en descargas de contaminantes en las masas de agua. De la producción de energía se deriva una amplia gama de subproductos y residuos, incluidas las cenizas de fondo de horno, las cenizas de lecho fluidizado, las cenizas volantes, los residuos de la desulfuración de gases de combustión y sus productos secundarios. A fin de adoptar un programa de vigilancia de la calidad del agua, es necesario conocer los procesos y los contaminantes que probablemente se generarán.

Para medir la calidad del agua, las operaciones pueden hacerse directamente en las descargas de los efluentes o aguas abajo en los cursos de agua, como medida del impacto ambiental de la descarga. En la lista siguiente figuran los requisitos típicos de la tarea de supervisión de las industrias energéticas:

Caudal: Volumen, medido en metros cúbicos por segundo, hora o día. Los volúmenes pueden multiplicarse por la concentración del contaminante para calcular las emisiones masivas de las distintas sustancias.

pH: Sirve para medir la acidez/alcalinidad de una descarga. El pH de un curso de agua afecta a la solubilidad de diversas sustancias y altera el hábitat de peces, animales y plantas.

Carbono Orgánico Total (COT): Medido en miligramos por litro (se puede utilizar para sustituir a la demanda química de oxígeno [DQO] o a la demanda bioquímica de oxígeno [DBO]). EL [COT] mide el contenido orgánico de una descarga, que puede ser a veces elevado si la descarga está contaminada. Los niveles elevados de materia orgánica alteran el equilibrio natural de plantas y organismos en el curso de agua.

Hidrocarburos: Medidos en miligramos por litro. Las aguas de drenaje superficial que pasan a través de instalaciones industriales y zonas de almacenamiento pueden resultar a menudo contaminadas por hidrocarburos, que quizá contaminen a su vez los cursos de agua y perjudiquen a las plantas y animales corriente abajo. La contaminación del agua dulce incluso por niveles muy bajos de hidrocarburos hace que el agua deje de ser potable (véase ENV4-2: Descargas de petróleo en aguas costeras).

Sólidos Suspendidos: Medidos en miligramos por litro. Frecuentemente pueden contaminar los ríos aguas abajo de las zonas de almacenamiento o de los emplazamientos de explotación minera/perforación. Los sólidos en suspensión tiñen el agua, aumentan la turbiedad y pueden acabar con la vida de plantas y animales aguas abajo.

Nitrógeno amoniacal y total: Medidos en miligramos por litro. El nitrógeno es un nutriente que a menudo causa la nitrificación del curso de agua, modificando el hábitat y afectando a las especies nativas.

Cloruros y Sulfuros: Medidos en miligramos por litro. Las aguas residuales de las instalaciones de desulfuración de gases de combustión contienen sales como cloruros y sulfuros, que pueden ser particularmente dañinas cuando se liberan en el entorno de masas de agua dulce.

Fenoles y Sulfuros: Medidos en miligramos por litro. Son productos secundarios de los procesos de gasificación y carbonización y también pueden estar presentes en el agua de drenaje de los almacenes de carbón, etc.

Metales (normalmente Cadmio [Cd], mercurio [Hg], cromo [Cr], níquel [Ni], vanadio [V], zinc [Zn], cobre [Cu], arsénico [As] y boro [B]): Medidos en miligramos por litro. Los metales pueden filtrarse en forma lixiviada de los depósitos de combustibles y se liberan frecuentemente a partir de las diversas cenizas y desechos que se producen en las industrias energéticas.

b) Métodos de medición: Los métodos de medición para las descargas de agua son sencillos y bien conocidos y deben ajustarse a normas que gozan de reconocimiento internacional, como las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

c) Limitaciones del indicador: i) Cuando se controla la calidad de la masa de agua propiamente dicha, no siempre es posible distinguir entre la contaminación derivada de las actividades energéticas y la contaminación procedente de otras actividades, como las de los sectores industrial y agrícola. Por esta razón, es preferible supervisar las descargas directas de la actividad de que se trate a medida que penetran en la masa de agua. ii) Es difícil y, quizás no sea práctico, englobar en un sólo indicador las mediciones de todos los contaminantes efectuadas en distintos momentos y lugares a lo largo del curso de agua. Por consiguiente, este indicador representa, de hecho, toda una serie de indicadores diferentes, dependiendo del número de contaminantes que se quiera medir.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Un indicador alternativo son las descargas anuales de contaminantes del agua (como una emisión masiva – concentración \times flujo) y sus cambios porcentuales. También podría ser útil incluir en el indicador la información relativa a las políticas en materia de las metas fijadas para las emisiones (en el caso de que existan para un país dado). Así, se podría evaluar, respecto de un país, la ‘distancia a la que se encuentra de la meta’ y, por ende, si las medidas de lucha contra la contaminación existentes son suficientes para alcanzar los objetivos nacionales o internacionales establecidos.

Otra posibilidad sería estudiar la evolución porcentual de las descargas a lo largo del tiempo (es decir, el cambio porcentual en las descargas entre 1990 y 2000); o sea, las emisiones indexadas respecto de la línea base de 1990.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Cualquiera de los dos parámetros siguientes: i) cantidades de contaminantes descargados por todas las actividades relacionadas con la energía, en particular, las procedentes de la minería del carbón y la extracción de petróleo, o ii) promedios mensuales o anuales de concentraciones, en puntos específicos, de cada uno de los contaminantes.

b) Disponibilidad y fuentes de datos nacionales e internacionales: En Europa, cabe encontrar información sobre descargas de las industrias de energía en el Registro Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER), creado por la Comisión Europea como un inventario de emisiones de las industrias cubiertas por la Directiva del Consejo 96/61/EC sobre la prevención y control integrados de la contaminación (que engloba a los grandes productores de energía). A nivel mundial, sin embargo, el reto principal en lo tocante a los datos reside en incrementar la frecuencia con la que se reúnen, procesan y actualizan los mismos a nivel nacional. En una serie de países, la práctica actual sigue consistiendo en publicar los inventarios de emisiones a intervalos de cinco años. Se requieren esfuerzos adicionales para mejorar la disponibilidad, exhaustividad y comparabilidad de los datos sobre las emisiones que contaminan la atmósfera.

c) Referencias relativas a los datos: Cabe hallar datos sobre las emisiones en el Registro Europeo de Emisiones Contaminantes (<http://www.eper.cec.eu.int>). La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) proporciona información referente a las tendencias y evaluaciones relativas a los datos sobre el agua (http://themes.eea.eu.int/Specific_media/water). La OMS mantiene un sitio Web con información acerca de las normas legislativas al respecto (<http://www.who.int/waterlaw/>).

REFERENCIAS

- AEMA, 2003. *Europe's Water: An Indicator-Based Assessment*. Topic report no. 1/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- EIPPCB, 2003. *Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plant*, March 2003 draft. Sevilla (España): Oficina Europea de prevención y control integrados de la contaminación.

- OCDE, 1989. *Energy and the Environment: Policy Overview*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)/Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- PNUMA, 1995. *Biological Indicators and Their Use in the Measurement of the Condition of the Marine Environment*. Report no. 55. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

ENV4-2: Descargas de petróleo en aguas costeras

Breve definición	Vertidos totales, accidentales, autorizados e ilegales de aceites minerales en el medio ambiente costero y marino
Unidades	Toneladas
Definiciones alternativas	Ninguna
Programa 21	Capítulo 17: Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados y de las zonas costeras y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador muestra la cantidad de petróleo descargado en las aguas costeras y la efectividad de las medidas diseñadas para reducir esas descargas a lo largo del tiempo, con arreglo a los convenios y planes de acción sobre los mares regionales.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Los ecosistemas costeros proporcionan considerables beneficios económicos, como la pesca, el turismo y las actividades de ocio al aire libre. También son importantes para la biodiversidad, que está reconocida por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). El Programa 21, basado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, aboga por un enfoque de ecosistema integrado para proteger los océanos y las zonas costeras. Ese enfoque depende, en gran medida, de la aplicación de principios cautelares y de previsión para mantener la biodiversidad y productividad del ecosistema, al tiempo que se mejora la calidad de vida de las comunidades costeras.

Los derrames de petróleo o descargas en el mar constituyen una amenaza de contaminación que puede dañar los ecosistemas costeros, poner en peligro la vida marina y contaminar playas y litorales. Sus efectos tóxicos pueden matar o perjudicar a los organismos marinos, y sus efectos físicos sobre la vida en el mar pueden dar lugar a la pérdida de la propiedad de repeler el agua y reducir el aislamiento térmico y la flotabilidad. Además, los vertidos de petróleo pueden tener un impacto considerable sobre las actividades humanas que dependen de un agua de mar y unas costas limpias, sobre todo el turismo, la pesca y la acuicultura.

El petróleo es un combustible muy utilizado por la población en general y penetra en el medio ambiente marino y costero, no sólo por la vía directa del transporte marítimo, las perforaciones petrolíferas, etc., sino también como el sumidero final de una gran

variedad de usos tierra adentro. Aunque en algunos casos exista una legislación que limite esa contaminación ‘de fondo’, su aplicación depende enormemente de que la población entienda la amenaza, de las buenas prácticas y de la recompensa de estas últimas. Al centrarse en los insumos de todas las fuentes y al diseñar técnicas adecuadas de vigilancia y notificación, cabe desarrollar un indicador que podría servir para evaluar políticas y definir estrategias encaminadas a mejorar la situación.

El impacto de la contaminación por hidrocarburos depende del tipo de petróleo y de la sensibilidad de la zona específica afectada, así como de las características del tiempo y de la forma en que se lleve a cabo la limpieza. El daño provocado en una marisma por la contaminación debida al petróleo puede ser casi irreversible, mientras que una costa rocosa puede restablecerse con un programa de recuperación relativamente rápido y satisfactorio.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Este indicador guarda relación con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982), el Plan de Acción Mundial no vinculante para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades realizadas en Tierra (PAM) y la Declaración de Washington (1995) aplicada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El objetivo del Convenio de París estriba en prevenir y eliminar la contaminación y proteger a las zonas marinas de los efectos adversos de las actividades humanas.

Además, cada uno de los mares regionales tiene su propio convenio o plan de acción; por ejemplo, el Convenio de Helsinki (HELCOM) versa sobre la protección del medio marino de la zona del mar Báltico y el Kattegat.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Existen algunas metas regionales.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está ligado a otros indicadores para la producción, consumo e importación de petróleo y gas. También está vinculado con otros indicadores ambientales relacionados con las descargas de contaminantes en el agua, las emisiones de gases de efecto invernadero, las emisiones contaminantes de la atmósfera, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: La contaminación de aguas costeras por el petróleo se produce, esencialmente, de dos maneras, o bien como grandes descargas durante periodos cortos debido a accidentes (descargas agudas) o como descargas pequeñas pero continuas a lo largo de períodos prolongados de tiempo (descargas crónicas o difusas). Se estima que las descargas suponen el 1% de la cantidad total de petróleo transportado por mar.

Hay múltiples fuentes de contaminación por el petróleo de las zonas costeras y del medio marino. Entre las principales fuentes figuran las siguientes:

- Descargas de industrias costeras; por ejemplo, industrias petroquímicas y refinerías de petróleo y fábricas que emplean productos basados en el petróleo como materia prima.

- Descargas de industrias del hierro, el acero y materiales no ferrosos, ubicadas en las costas, así como de industrias de ingeniería y tratamiento de superficies que emplean el petróleo en varios procesos y operaciones.
- Descargas y desbordamientos de aguas pluviales, que a menudo contienen petróleo, hollín, grasas, etc.
- Descargas de insumos difusos procedentes de varias fuentes.
- Accidentes de barcos en alta mar en que se derrama petróleo.
- Accidentes relacionados con la producción de petróleo y gas, como estallidos, explosiones e incendios.
- Descargas procedentes de barcos en alta mar, que incluyen las descargas autorizadas, así como también las ilegales (por ejemplo, limpieza de cisternas en alta mar, operación que está prohibida).
- Descargas recurrentes que se vierten al mar alrededor de las plataformas petrolíferas, procedentes de los lodos de perforación y el agua de la producción de petróleo.
- Vertidos durante la carga y descarga de petróleo crudo y de sus productos, operaciones para repostar combustible y otras operaciones portuarias.
- Deposición atmosférica.

b) Métodos de medición: Normalmente, las estimaciones de las descargas de petróleo procedentes de las diversas fuentes en tierra y mar se hacen de manera indirecta. En el caso de accidentes en los barcos, se calcula la cantidad de petróleo derramado midiendo la diferencia entre la cantidad transportada y la cantidad que queda después del accidente. Para el petróleo identificado como agua de sentina, se estima también la carga prevista de la sentina, conocida por los barcos que descargan su petróleo residual legalmente. Sólo en unos pocos casos, se controla periódicamente la cantidad de petróleo vertida en el medio marino (por ejemplo, las descargas de crudo de las refinerías). Para algunas regiones se dispone de vigilancia aérea.

c) Limitaciones del indicador: En muchos casos no se contabilizan las descargas accidentales o rutinarias. En general, las series de datos disponibles son muy limitadas, dado que las descargas de petróleo proceden de múltiples y diferentes fuentes. En un gran número de países, las descargas de petróleo no se incluyen en los programas nacionales de vigilancia del medio ambiente. No es posible, por tanto, elaborar en este momento estimaciones realistas que muestren las series cronológicas y de insumos reales para ilustrar las tendencias efectivas.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Debido a las limitaciones actuales que rodean a los datos sobre descargas, una definición alternativa podría basarse en la cantidad de insumos de petróleo vertidos a los medios marino y costero por las principales fuentes, a saber, las pérdidas de petróleo por actividades en alta mar, las descargas de petróleo por refinerías costeras y los vertidos de los barcos. Este enfoque excluye los insumos procedentes de la deposición atmosférica y ribereña.

El indicador puede desglosarse en dos sub-indicadores: i) descargas de petróleo procedentes de instalaciones terrestres y en alta mar y ii) descargas accidentales de petróleo, vertidos autorizados y vertidos ilegales de petróleo de los barcos en el mar.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Estimaciones de los insumos de petróleo en las zonas costeras y mares, procedentes de las principales fuentes de eliminación de petróleo.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Hay dos fuentes internacionales de datos particularmente valiosas que son las siguientes:

CONCAWE (Conservación de Aire y Agua Limpios en Europa): La asociación europea de compañías petroleras para la protección del medio ambiente, la salud y la seguridad en la refinación y distribución, CONCAWE, publica informes periódicos sobre los efluentes de las refinerías de petróleo en Europa Occidental, que abarcan la calidad del agua, su contenido de petróleo y las cantidades de éste.

ITOPF (Federación Internacional Anticontaminación de Armadores de Buques Cisterna): Desde 1974, la ITOPF ha mantenido una base de datos sobre vertidos de petróleo procedentes de buques cisterna, cargueros mixtos y gabarras.

Las comisiones internacionales del mar constituyen también una fuente de datos y aportan información sobre las actividades de vigilancia aérea, las estimaciones de descargas directas de petróleo procedentes de fuentes puntuales específicas, etc.

c) Referencias relativas a los datos: Se dispone de datos a nivel regional a través del Programa de Mares Regionales del PNUMA (<http://www.unep.ch/seas/rshome.html>).

Cabe encontrar datos a nivel internacional a través del Subprograma de Evaluación Ambiental de Naciones Unidas (<http://www.unep.org>).

REFERENCIAS

- AEMA, 2003. *Europe's Water: An Indicator-Based Assessment*. Topic report no. 1/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Hettige, H., Mani, M., Wheeler, D., 1998. *Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited*. Disponible en <http://www.worldbank.org/nipr>.
- OCDE, 1989. *Energy and the Environment: Policy Overview*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)/Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- OMI, 1994. *Guidelines for Marine Environmental Assessments*. Report no. 54. Londres (Reino Unido): Organización Marítima Internacional.
- PNUMA, 1995. *Biological Indicators and Their Use in the Measurement of the Condition of the Marine Environment*. Report no. 55. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA, 1996. *Report on the Survey of Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean Sea*. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

ENV5: Zonas del suelo en las que la acidificación supera la carga crítica

Breve definición	Zonas del suelo en las que pueden producirse daños debido a que los niveles de acidificación superan las cargas críticas
Unidades	Kilómetros cuadrados (km ²)
Definiciones alternativas	Zonas del suelo que rebasan las cargas específicas establecidas
Programa 21	Capítulo 9: Protección de la atmósfera

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Este indicador describe el grado de acidificación a nivel nacional. Se utiliza para controlar el estado y las tendencias de la gravedad de la acidificación causada por la deposición húmeda y seca a lo largo del tiempo y para evaluar los resultados ambientales de las políticas nacionales de lucha contra la contaminación atmosférica. El indicador debería mostrar la acidificación atribuible a todas las fuentes y, cuando se disponga de datos nacionales apropiados, la acidificación debida a las emisiones exclusivas del sector energético.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Cuando los compuestos de azufre y nitrógeno se asientan fuera de la atmósfera en forma de deposición húmeda (lluvia ácida) o deposición seca, la acidificación resultante de los suelos y las aguas superficiales puede tener graves consecuencias tanto para la vida de las plantas como de la fauna acuática. Cuando un suelo se acidifica, sus nutrientes esenciales son lixiviados, lo que reduce su fertilidad. El proceso de acidificación también libera metales que pueden dañar a los microorganismos del suelo, que son responsables de la descomposición, así como a pájaros y mamíferos que ocupan niveles superiores en la cadena alimenticia, incluidos los seres humanos. Los efectos acidificantes de la deposición ácida y del uso de la tierra no deben exceder los límites que pueden ser tolerados por la zona de que se trate.

La acidificación es un problema atmosférico prioritario, examinado en el Programa 21 a la hora de abordar la degradación del suelo y los recursos de las aguas superficiales. Por lo tanto, debería haber un mecanismo para determinar la importancia de esta cuestión a nivel nacional. Los datos de la tendencia a lo largo del tiempo pueden poner de manifiesto el grado de éxito de las acciones de respuesta. Entre las acciones concretas figuran cambios estructurales en la demanda de energía (mejoras en la eficiencia y sustitución de combustibles), así como también políticas de control de la contaminación y medidas técnicas.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Los siguientes acuerdos guardan relación con este indicador: la Convención sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) (Ginebra, 1979) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) y sus protocolos para reducir las emisiones de azufre (Helsinki, 1985; Oslo, 1994; Gotemburgo, 1999) y los óxidos de nitrógeno (Sofía, 1988; Gotemburgo, 1999). Esos protocolos gozan de gran aceptación por representar un paso importante en la lucha contra la acidificación ambiental en Europa. En 1999, los Estados Miembros de la Unión Europea (UE)

firmaron en Gotemburgo un nuevo protocolo sobre la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico con un enfoque multi-contaminante y multi-efecto. La Estrategia de la UE de Lucha contra la Acidificación cubre así mismo los valores excedentarios de las cargas críticas.

d) Objetivos internacionales/normas recomendados: No se han definido metas específicas; sin embargo, la meta a escala mundial debería centrarse en reducir la superficie de suelo afectada por la acidificación y/o reducir la severidad de ésta. En la UE, el objetivo a largo plazo reside en rebajar las emisiones acidificantes a niveles en los que no se puedan rebasar las cargas críticas en ningún lugar.

e) Relación con otros indicadores: El indicador está ligado a otros indicadores ambientales como las emisiones contaminantes de la atmósfera procedentes de los sistemas energéticos, que incluyen emisiones de óxidos de azufre (SO_x) y de nitrógeno (NO_x).

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: La capacidad del medio ambiente para resistir la precipitación ácida se mide por el concepto de carga crítica, que se acepta en la actualidad como base para tomar decisiones políticas sobre la reducción de las emisiones de azufre y nitrógeno. Una carga crítica representa una estimación cuantitativa de una exposición a largo plazo a los contaminantes ácidos que, de conformidad con el estado actual de los conocimientos, el medio ambiente (ecosistema) puede absorber sin sufrir daños o, en otras palabras, la carga contaminante que el medio ambiente es capaz de tolerar. La zona en que se superan las cargas críticas proporciona una indicación del sector del ecosistema en el que se puede producir un daño. La superación de las cargas críticas es una función compleja de la deposición de varios contaminantes y de la capacidad natural de absorción de los cursos de agua o de los suelos de que se trate. La contaminación del aire transfronteriza a larga distancia desempeña un papel significativo en las zonas en que se excede la carga crítica. Se ha dado en utilizar, por tanto, el número de veces en que se rebasan las cargas críticas como un factor substitutivo para medir el nivel de protección de un ecosistema.

Es importante establecer una diferencia entre el concepto de protección del ecosistema y el concepto de superación de las cargas críticas. Con los objetivos para reducir la acidificación se pretende fundamentalmente acortar la distancia entre el nivel actual de valores excedentarios de las cargas críticas y un nivel 'cero' de dichos valores. Se trata, por consiguiente, de un planteamiento basado en salvar las distancias. Tanto en la Estrategia de la UE de Lucha contra la Acidificación como en los protocolos de la CEPE se hace uso de este enfoque; ambos se han fijado la meta a largo plazo de reducir a cero el número de ecosistemas no protegidos. La principal diferencia entre los dos está en el ritmo previsto para alcanzar el objetivo, que, en el caso de la UE, si se cumplen los plazos, será más rápido.

b) Métodos de medición: La zona de suelo en que se superan las cargas críticas está determinada por la suma de las zonas de todos los ecosistemas en las casillas de la cuadrícula en que se registran los valores excedentarios. Los niveles de acidificación que rebasan las cargas críticas se calculan estudiando tanto las deposiciones de azufre como las de nitrógeno. Los datos se derivan directamente de las fuentes oficiales nacionales.

c) Limitaciones del indicador: Los valores excedentarios de las cargas críticas dependen en gran medida del tamaño de las casillas de la cuadrícula utilizadas para los cálculos. En concreto, la zona de un ecosistema protegido puede variar considerablemente en función de la resolución espacial del sistema de la malla. Esto significa que la exactitud del método depende del tamaño de la cuadrícula (en la actualidad 50×50 km para los modelos de deposición). Hay que seguir investigando para dotar de más solidez a estos cálculos.

En muchos casos, las cargas críticas se determinan atendiendo sólo a la acidez del azufre. Es menester evaluar la acidez total del azufre y del nitrógeno para lograr un acuerdo coherente en torno a las políticas de lucha contra la acidificación. Existen numerosos métodos para obtener las cargas críticas. Si se quieren calcular los valores de las cargas críticas, se debe elegir un ecosistema y, a continuación, seleccionar especies indicadoras apropiadas que representen al ecosistema. Posteriormente, se define un límite químico como la concentración en la que las especies indicadoras morirán. En los bosques, los indicadores son los árboles y en el agua dulce, los peces.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Las cargas críticas se basan en una relación dosis-respuesta, en la que el umbral de respuesta perjudicial (dentro del ecosistema) se dispara por una cierta carga del contaminante – la carga crítica. Sin embargo, no siempre es fácil aplicar el concepto sin un análisis cuidadoso de la naturaleza del ecosistema afectado y el efecto umbral de los contaminantes dañinos. A fin de utilizar las cargas críticas, cabe establecer ‘cargas objetivo’ para diferentes zonas, con miras a tratar de detener el proceso de acidificación. Las cargas objetivo se han definido como ‘la carga permitida de contaminantes establecida por acuerdo político’. Por ello, las cargas objetivo pueden ser más altas o más bajas que los valores de las cargas críticas determinados con criterios científicos. Por ejemplo, la carga objetivo puede ser más baja para permitir un margen de seguridad, o más alta por razones económicas. Hay cada vez mayores posibilidades también de cartografiar las cargas críticas para distintos ecosistemas (por ejemplo, se ha prestado mucha atención recientemente a la aplicación de los modelos de acidificación a los ecosistemas forestales).

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Valores de las cargas críticas para la acidez total del azufre y nitrógeno, combinados con valores de deposición ácida, a fin de poder determinar los valores excedentarios que muestren la zona de suelo en donde se están superando las cargas críticas. Los países deberán exponer con claridad los procesos de validación de datos para las emisiones, las determinaciones de la deposición y las cargas críticas que se utilizan como base para elaborar el indicador.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Los países de la CLRTAP calculan las cargas críticas y el Centro de Coordinación de Efectos (CCE) se encarga de recogerlas y cartografiarlas para Europa. Cada año, las autoridades nacionales comunican los datos de emisiones, en virtud de lo dispuesto en la Convención. Entre los datos de las emisiones figuran no sólo las nuevas estimaciones de éstas en las zonas para dos años, sino también información actualizada sobre las emisiones de los años anteriores. Los datos de las emisiones se archivan y verifican en el Centro Meteorológico de Síntesis - Oeste del Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte de Contaminantes Atmosféricos a Larga Distancia en Europa

(EMEP/MSC-W). Partiendo de estas emisiones, el EMEP/MSC-W lleva a cabo cálculos del transporte atmosférico de contaminantes a base de azufre y nitrógeno, con arreglo a las condiciones meteorológicas registradas. Para evaluar los valores excedentarios de las cargas críticas en el CCE se utilizan cálculos actualizados sobre la deposición. Los resultados figuran en la actualización anual del informe del EMEP sobre la acidificación y eutrofización transfronterizas en Europa.

REFERENCIAS

- AEMA, 2003. *Air Pollution in Europe 1990–2000*. Topic report no. 4/2003. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Bouwman, L., van Vuuren, D., 1999. *Global Assessment of Acidification and Eutrophication of Natural Ecosystems*. Bilthoven (Países Bajos): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM)
- De Vries, W., Posch, M., Reinds, G.J. Kämäri, J., 1993. *Critical Loads and Their Exceedance on Forest Soils in Europe*. Report 58 (revised version). Wageningen (Países Bajos): DLO The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research.
- Downing, R., Hettelingh, J.-P., de Smet, P., eds., 1993. *Calculation and Mapping of Critical Loads in Europe*. Status report 1993. CCE/RIVM Rep. 259101003. Bilthoven (Países Bajos): Centro de Coordinación de Efectos (CCE), Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM).
- Nilsson, J., Grennfelt, P., eds, 1988. *Critical Loads for Sulphur and Nitrogen*. NORD 1988:97. Copenhagen (Dinamarca): Consejo Nórdico de Ministros.
- PNUMA/ISSS/FAO/ISRIC, 1995. *Global and National Soil and Terrain Digital Databases: Procedures Manual* (revised edition). Wageningen (Países Bajos): Centro Internacional de Referencia e Información sobre Suelos.
- Posch, M., Hettelingh, J.-P., de Smet, P.A.M., Downing, R.J., eds, 1999. *Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe*. Status Report 1999, Bilthoven (Países Bajos): Centro de Coordinación de Efectos (CCE), Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM).
- TCDC/ECDC Network, *Acidification in Developing Countries: Ecosystem Sensitivity and the Critical Load Approach on a Global Scale*. Beijing (China): Technological Cooperation among Developing Countries (TCDC)/Economic Cooperation among Developing Countries (ECDC) Network. Disponible en <http://www.ecdc.net.cn/events/report/acid/acidification.htm>.

ENV6: Tasa de deforestación atribuida al uso de energía

Breve definición	Seguimiento a lo largo del tiempo de la variación anual de la superficie forestal natural y de plantación que podría atribuirse al uso de la leña como combustible con fines energéticos
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Ratio de la tasa de deforestación debida a la leña respecto de la tasa total de deforestación
Programa 21	Capítulo 11: Lucha contra la deforestación

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: La finalidad de este indicador estriba en mostrar un cambio a lo largo del tiempo en la zona cubierta por las formaciones boscosas de un país, cambio que podría atribuirse al uso de la leña para cubrir las necesidades energéticas.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Los bosques desempeñan múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales en un gran número de países. Constituyen uno de los ecosistemas más diversos y extendidos del mundo. Los bosques proporcionan muchos recursos esenciales, incluidos los productos de la madera, oportunidades de recreo y un hábitat para la fauna salvaje y sirven para numerosas e importantes funciones, como el filtrado de contaminantes y el papel que representan en la conservación del agua y el suelo. Son fuentes de empleo y de usos tradicionales y favorecen también la biodiversidad. Existe una preocupación generalizada acerca del impacto humano en la salud de los bosques y los procesos naturales de crecimiento y regeneración forestal. Se estima que, entre 1980 y 1990, la superficie boscosa mundial sufrió una pérdida de 180 millones de hectáreas (ha), con una disminución adicional de 56 millones de hectáreas entre 1990 y 1995. La lucha contra la deforestación, con objeto de mantener la producción de leña y otras maderas no combustibles y preservar los suelos, el agua, el aire y la diversidad biológica, ha sido objeto de un análisis explícito en el Programa 21. La deforestación, en particular la debida a la recogida de leña, está considerada como un problema de gran trascendencia en los países en desarrollo. Este tema no suscita tanta preocupación en los países desarrollados, donde el volumen de consumo de leña es insignificante.

La disponibilidad de datos precisos sobre la superficie forestal de un país, que es una indicación básica de sus recursos forestales, constituye un requisito fundamental para la planificación y formulación de políticas forestales en el contexto de un desarrollo sostenible.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Existen muchos acuerdos internacionales que sirven de apoyo a los países para mantener o incrementar su masa forestal. Entre los acuerdos específicos en esta materia figuran la Declaración Autorizada, sin Fuerza Jurídica Obligatoria, de Principios para un Consenso Mundial respecto de la Ordenación, la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Bosques de Todo Tipo (Declaración de Principios relativos a los Bosques de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo) y el Convenio Internacional de las Maderas Tropicales. Otros muchos acuerdos internacionales versan sobre los bosques

en el contexto de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente; por ejemplo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar), el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). Existen, además, varias convenciones regionales que cubren los bosques.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No hay objetivos internacionales ni normas que sirvan para determinar el tamaño de un bosque o la tasa de deforestación. Se parte, sin embargo, del entendimiento de que cuanto más alta sea la tasa de deforestación, más crítico será el impacto ambiental en un país o región. Varios países han establecido metas para la extensión de sus superficies forestales, ya sea en valores absolutos o como porcentaje del territorio total de un país.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con varios indicadores sociales y económicos, como el consumo *per cápita* de energías renovables combustibles y de desechos; la participación de los biocombustibles en la combinación energética y, en especial, el porcentaje de la leña en estos últimos, así como el porcentaje de hogares o de población sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: Las definiciones se pueden encontrar en las Evaluaciones de los Recursos Forestales de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El *área forestal* se define como la tierra con una cubierta de copas o dosel arbóreo igual o mayor al 10% de la zona; la *plantación* es la creación artificial de bosques mediante plantación o siembra; y los *bosques naturales* son las masas forestales naturales o seminaturales. Las comparaciones de la superficie forestal a lo largo del tiempo, utilizando los años de referencia, permiten calcular el cambio de los valores absolutos y la modificación porcentual de la tasa total de deforestación (*TRD*). La tasa de deforestación atribuida al uso de la madera como combustible (RD_{fw}) está determinada por el uso de la ratio de producción media anual de leña (*FWP*) respecto de la tala anual total de árboles (*TFF*).

b) Métodos de medición: Los métodos de medición de la superficie forestal pueden figurar en los inventarios nacionales de los bosques y obtenerse mediante sensores remotos, por muestreo de las encuestas relacionadas con las tierras o el catastro, o combinando ambos métodos.

La superficie forestal se calcula como la suma de las plantaciones y de las superficies forestales naturales con una cubierta de copas de árboles de al menos el 10%. Este cálculo se lleva a cabo para ciertos años de referencia de la manera siguiente:

La tasa total de deforestación (*TRD*) es la tasa anual compuesta en porcentaje del año P al año N:

$$TRD = 100 \left(1 - \left(\frac{Area\ forestal_N}{Area\ forestal_P} \right)^{\left(\frac{1}{(N-P)} \right)} \right)$$

De donde, la tasa de deforestación atribuida a la leña (RD_{fw}) viene dada por:

$$RD_{fw} = TRD \left(\frac{FWP}{TFF} \right),$$

en la que *FWP* es la producción anual de leña y *TFF* es la tala total anual de árboles.

c) Limitaciones del indicador: El indicador no mide la tasa total de deforestación, sino que se centra únicamente en la deforestación causada por la recogida de leña. El valor del área no da ninguna indicación de la calidad o del valor de los bosques o de las prácticas forestales. El indicador no proporciona información sobre la degradación de los recursos forestales en un país. El área forestal total de un país puede permanecer intacta, aun cuando la calidad de los bosques se degrade. El indicador cubre una gama extremadamente diversa de bosques, desde la sabana arbórea abierta a los bosques tropicales densos.

d) Definiciones alternativas/indicadores: La ratio de la tasa de deforestación relacionada con la recogida de leña respecto de la tasa total de deforestación podría servir como indicador alternativo para medir el impacto del uso como leña de los recursos forestales sobre la deforestación.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Área forestal total de un país, incluidas las plantaciones, a intervalos anuales diferentes; producción o uso de leña; y tala total anual de árboles. Los organismos nacionales encargados de la silvicultura quizá dispongan de datos sobre la recogida de leña. Si no hay información fiable sobre el nivel de producción de leña, podrían utilizarse en su lugar los datos sobre energías renovables combustibles y desechos, compilados por la Agencia Internacional de Energía (AIE) para muchos países en desarrollo y países desarrollados.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Se dispone de datos sobre la extensión de los bosques (naturales y plantaciones) y la tala total de árboles para la mayoría de los países, tanto a escala nacional como subnacional. A menudo se trata de estimaciones, que no siempre son comparables debido a los cambios en las definiciones y en las metodologías de evaluación. Cabe encontrar datos internacionales en las Evaluaciones de los Recursos Forestales de la FAO y las estadísticas de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). Para los datos nacionales, es menester dirigirse a los ministerios responsables de la silvicultura y estadística. Los datos internacionales proporcionados por otras instituciones – por ejemplo, el Instituto de Recursos Mundiales – están basados fundamentalmente en la información de las Evaluaciones de los Recursos Forestales de la FAO.

c) Referencias relativas a los datos: Las principales fuentes internacionales de datos son la FAO y la CEPE, que recopilan periódicamente datos sobre el área forestal y las talas cada 10 años. Se pueden consultar los datos sobre recogida de leña en los ministerios de silvicultura. La AIE dispone de datos sobre las energías renovables combustibles y los desechos para muchos países.

REFERENCIAS

- Eurostat, 2000. *Forest and Environment, Statistics in Focus*. Eurostat 17/2000. Luxemburgo: Eurostat.
- FAO, 1980, 1990 y 2000. *Evaluación de los recursos forestales*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, 1993. *Evaluación de los recursos forestales 1990: Países tropicales*. Estudio FAO: Montes no. 112/FAO. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Departamento Forestal
- FAO, 1999. *Situación de los bosques del mundo 1999*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Harcharik, D.A., 1995. *Forest Resources Assessment 1990: Non-Tropical Developing Countries*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Montes.
- CEPE, 2000. *Temperate and Boreal Forest Resource Assessment (TBERA)*. Nueva York, NY (EE.UU.), y Ginebra (Suiza): Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.

ENV7: Relación entre la generación de desechos sólidos y las unidades de energía producida

Breve definición	Cantidad de desechos sólidos (con exclusión de los desechos radiactivos) producidos anualmente por las actividades relacionadas con la extracción y acondicionamiento de combustibles primarios, y residuos producidos por las centrales térmicas, expresados como peso de los desechos por unidad de energía producida
Unidades	Toneladas de desechos por unidad de energía producida (toneladas equivalentes de petróleo [tep], megavatios/hora [MWh] o unidades específicas del combustible producido)
Definiciones alternativas	Cantidad acumulada de desechos sólidos procedentes de la producción de energía
Programa 21	Capítulo 21: Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: La finalidad principal de este indicador consiste en proporcionar información sobre la cantidad y tipo de desechos sólidos generados cada año por el sector energético y que requieren instalaciones adecuadas de evacuación.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Desde la extracción de energía hasta su uso final, este sector genera tipos específicos de desechos; por ejemplo, desechos de la minería del carbón, desechos del procesamiento de los combustibles y de su combustión, etc. El volumen de residuos de la minería tiende a ser grande, y la naturaleza de éstos los convierte en un riesgo para la seguridad. Si no se toman las medidas oportunas de seguridad, pueden provocar incendios, corrimientos de tierras y lixiviación en el agua y el suelo de metales pesados y otros contaminantes. En los países en desarrollo, es frecuente ver a personas escarbando en las escombreras, lo que da lugar a accidentes y otros problemas de salud. Además, los grandes volúmenes de desechos ocupan un espacio considerable, desfiguran el paisaje y pueden dañar los hábitats de la fauna local. En todos los tipos de desechos, un almacenamiento y una evacuación inadecuados pueden desembocar en la contaminación de las masas de agua y de los suelos, debido a las escorrentías y la lixiviación. Por otra parte, muchos desechos pueden utilizarse potencialmente como materia prima – por ejemplo, como conglomerados para la construcción, lo que podría reducir la necesidad de explotar canteras, etc. – así que desperdiciar esta posible materia prima representa un derroche de recursos.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay acuerdos internacionales específicos que aborden la cuestión de los desechos sólidos procedentes de la producción y uso de la energía. El Programa 21 recomienda a los países desarrollados

que asuman el liderazgo en la promoción y aplicación de pautas de consumo y producción más sostenibles, que son también sectores prioritarios para el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Algunos países han establecido metas nacionales para reducir los desechos sólidos, con arreglo a un calendario específico. En general, las medidas propuestas para afrontar el tema de los residuos van desde la adopción de tecnologías más limpias y la minimización de los desechos hasta su reutilización, reciclado, incineración y, una vez agotadas todas las demás opciones, su traslado a un vertedero.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está vinculado con otros indicadores económicos y ambientales, incluidos la producción nacional y el uso de energía, la intensidad y la combinación energéticas, la eficiencia en el suministro de energía, el volumen acumulado de desechos sólidos que hay que tratar, la superficie ocupada por el vertido de residuos, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: A los efectos de este indicador, el sector energético abarca las siguientes actividades:

- Extracción de petróleo crudo, gas natural, carbón, lignito, turba, esquistos petrolíferos y otros combustibles primarios. No se incluye la recogida de leña como combustible y la extracción de uranio.
- Acondicionamiento de combustibles primarios (por ejemplo. producción de carbón y briquetas prensadas de lignito y refinación de productos del petróleo).
- Generación de electricidad en centrales térmicas convencionales para el suministro público, incluidas las instalaciones de generación mixta de calor y electricidad. No se incluyen las empresas que producen electricidad exclusivamente para su propio uso. Quedan excluidas explícitamente las actividades relacionadas con el funcionamiento de las centrales nucleares.

Los desechos se definen como cualquier sustancia u objeto del que el poseedor se desprende o intenta desprenderse. Se perciben, por tanto, como algo sin valor comercial para el productor, lo que no excluye que resulten valiosos para otros.

Los desechos sólidos del sector energético se reducen a los derivados directamente del funcionamiento normal del sector. Abarcan los desechos de la minería y del mejoramiento de la eficiencia del carbón y del lignito (escorias); los desechos de la extracción de petróleo y de gas y de las refinерías; los residuos de la combustión de las centrales térmicas (cenizas de fondo, cenizas volantes, escorias); los desechos de la incineración de residuos industriales y municipales, cuando se usan como combustible en las instalaciones eléctricas; y los residuos de las tecnologías de lucha contra la contaminación atmosférica (fango de las depuradoras, catalizadores agotados). Se deberán notificar por separado los residuos no habituales, como los producidos por el desmantelamiento de plataformas petrolíferas/de extracción de gas, centrales eléctricas, refinерías y otras maquinarias, ya que son casos excepcionales que requieren medidas de evacuación especiales. Para los fines de este indicador, se excluyen los desechos radiactivos y de los vehículos de transporte por carretera

(desguazados), de los vagones de ferrocarril y de los buques de navegación de altura² utilizados por la industria energética.

b) Métodos de medición: Por lo que respecta al sector energético, la cantidad normal de desechos se puede medir fácilmente por el peso que sale de las instalaciones de producción de energía. En el caso de los desechos de la minería, que se almacenan normalmente *in situ*, cabe estimar la cantidad sobre la base de la cantidad de carbón o lignito extraídos. El método de estimación debería revisarse periódicamente para dar cabida a los nuevos sistemas de extracción y a los cambios en la veta. Cuando proceda, podrá estimarse la cantidad de desechos de incineración generados partiendo del contenido de cenizas del carbón o lignito. Conviene que este indicador guarde relación con las políticas; por ello, deberán comunicarse por separado los diferentes tipos de desechos para poner de relieve los puntos principales en los que se necesita actuar.

Los desechos generados deberán presentarse en términos absolutos (toneladas), lo que ofrece una indicación de las dimensiones del problema y en términos de desechos generados por unidad de energía producida, para poder evaluar los efectos de las medidas de reducción. En este caso, es importante dividir los desechos de cada proceso por la energía resultante de ese proceso exclusivamente. Bajo ningún concepto se deberá intentar agregar todos los desechos y toda la energía producida en los diferentes procesos, ya que ello supondría duplicar y triplicar la contabilidad de algunas de las fuentes de energía y dar una imagen equivocada.

La energía generada puede expresarse en unidades específicas de combustible producido (por ejemplo, toneladas de carbón, lignito y petróleo; metros cúbicos de gas; MWh para electricidad), o en unidades de energía (terajulio [TJ], MWh o tep, basadas en el poder calorífico bruto).

c) Limitaciones del indicador: La generación de desechos procedentes del uso de la energía, y, en particular los desechos de las actividades de la minería, no siempre se controla en la fuente y tal vez tenga que estimarse sobre la base de coeficientes. En ese caso, no se modificarán los desechos generados por unidad de energía producida, a menos que se cambien los coeficientes. El indicador no distingue entre desechos tóxicos o peligrosos y desechos más inocuos. Se suele confundir con la cantidad de desechos sólidos evacuada, que se mide por el registro del peso o el volumen de desechos evacuados en un punto de eliminación o de tratamiento.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Los datos básicos sobre desechos pueden presentarse como tales o como el desecho acumulado – en condiciones ideales, los desechos acumulados desde el inicio de las operaciones, pero para ser más prácticos, los que se han acumulado a partir de un año base preestablecido.

² Se considera que el material de transporte pertenece al sector del transporte y queda, por tanto, excluido de la definición de desechos del sector energético. Si se incluyese, las cifras podrían ser manipuladas y los desechos ‘reducirse’ por medio de la simple subcontratación de actividades del transporte, sin un impacto real sobre las cantidades de desechos generados.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre la producción de desechos en la fuente, así como datos sobre la producción de energía primaria, el producto de las refinerías y electricidad generada a partir de combustibles fósiles y de otros combustibles energéticos.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: En general, las estadísticas sobre desechos son muy precarias y quizá sea difícil obtener el porcentaje de desechos sólidos que genera la producción de energía. Los datos disponibles están dispersos y reflejan sólo estimaciones burdas. En la Unión Europea, se recopilarán periódicamente los datos referentes a los desechos industriales, gracias a la aplicación del Reglamento relativo a las estadísticas sobre residuos.

c) Referencias relativas a los datos: En algunos países, el control de los datos sobre el volumen de desechos evacuados de las instalaciones de producción de energía corre a cargo de contratistas especializados en la recogida de desechos. Sin embargo, tal vez sean más los desechos generados (véase *supra*).

REFERENCIAS

- Comisión de las Comunidades Europeas, 2003. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas. COM (2003) 319 final. Bruselas (Bélgica): Comisión de las Comunidades Europeas.
- AEMA, 2002. *Review of Selected Waste Streams: Sewage Sludge, Construction and Demolition Waste, Waste Oils, Waste from Coal-Fired Power Plants and Biodegradable Municipal Waste*. Technical report no. 69. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Eurostat, 2000. *Waste Generated in Europe — Data 1985–1997*. Luxemburgo: Eurostat.
- OCDE, 1998. *The Status of Waste Minimization in the OCDE Member Countries*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

ENV8: Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y el total de desechos sólidos generados

Breve definición	Cantidad de desechos generados por el sector energético que han sido adecuadamente evacuados, expresada como porcentaje del volumen total de desechos sólidos producidos por el sector energético
Unidades	Porcentaje
Definiciones alternativas	Cantidad de desechos generados por el sector energético en espera de una evacuación adecuada; capacidad de las instalaciones existentes para evacuar y tratar los desechos sólidos relacionados con la energía
Programa 21	Capítulo 4: Evolución de las modalidades de consumo Capítulo 21: Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: El objetivo principal de este indicador reside en evaluar el grado de evacuación apropiada de los desechos sólidos del sector energético.

b) Relación con el desarrollo sostenible: Desde la extracción de energía hasta su uso final, este sector genera tipos específicos de desechos; por ejemplo, desechos de la minería del carbón, desechos del procesamiento de los combustibles y de su combustión, etc. El volumen de residuos de la minería tiende a ser grande, y la naturaleza de éstos los convierte en un riesgo para la seguridad. Si no se tratan o evacuan oportunamente, pueden provocar incendios, corrimientos de tierras y lixiviación en el agua y el suelo de metales pesados y otros contaminantes. En los países en desarrollo, es frecuente ver a personas escarbando en escombreras, lo que da lugar a accidentes y otros problemas de salud. Además, los grandes volúmenes de desechos ocupan un espacio considerable, desfiguran el paisaje y pueden dañar los hábitats de la fauna local. En todos los tipos de desechos, un almacenamiento y una evacuación inadecuados pueden desembocar en la contaminación de las masas de agua y de los suelos debido a las esorrentías y la lixiviación.

c) Convenios y acuerdos internacionales: No hay acuerdos internacionales específicos que aborden la cuestión de los desechos sólidos procedentes de la producción y uso de la energía. El Programa 21 recomienda a los países desarrollados que asuman el liderazgo en la promoción y aplicación de pautas de consumo y producción más sostenibles, que son también sectores prioritarios para el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: Algunos países han establecido metas nacionales para reducir los desechos sólidos con arreglo a un calendario específico. En general, las medidas propuestas para afrontar el tema de los

residuos van desde la adopción de tecnologías más limpias y la minimización de los desechos hasta su reutilización, reciclado, incineración y, una vez agotadas todas las demás opciones, su traslado a un vertedero.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está específicamente vinculado con el indicador relativo a la generación de desechos sólidos por unidad de energía producida. También está vinculado con otros indicadores económicos y ambientales, incluida la producción nacional y el uso de energía *per cápita*, la intensidad y la combinación energéticas, la eficiencia en el suministro de energía, el volumen acumulado de desechos sólidos que hay que tratar, la superficie ocupada por el vertido de residuos, etc.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: A los efectos de este indicador, el sector energético abarca las siguientes actividades:

- Extracción de petróleo crudo, gas natural, carbón, lignito, turba, esquistos petrolíferos y otros combustibles primarios. No se incluye la recogida de leña como combustible y la extracción de uranio.
- Acondicionamiento de combustibles primarios (por ejemplo, producción de carbón y briquetas prensadas de lignito, refinación de productos del petróleo).
- Generación de electricidad en centrales térmicas convencionales para el suministro público, incluidas las instalaciones de generación mixta de calor y electricidad. No se incluyen las empresas que producen electricidad exclusivamente para su propio uso. Quedan excluidas explícitamente las actividades relacionadas con el funcionamiento de las centrales nucleares.

Los desechos se definen como cualquier sustancia u objeto del que el poseedor se desprende o intenta desprenderse. Se perciben, por tanto, como algo sin valor comercial para el productor, lo que no excluye que resulten valiosos para otros.

Los desechos sólidos del sector energético se reducen a los derivados directamente del funcionamiento normal del sector. Abarcan los desechos de la minería y del mejoramiento de la eficiencia (escorias) del carbón y del lignito; los desechos de la extracción de petróleo y de gas y de las refinerías; los residuos de la combustión de centrales térmicas (cenizas de fondo, cenizas volantes, escorias); los desechos de la incineración de residuos industriales y municipales, cuando se usan como combustible en las instalaciones eléctricas; y los residuos de las tecnologías de lucha contra la contaminación atmosférica (fango de las depuradoras, catalizadores agotados). Se deberán notificar por separado los residuos no habituales como los producidos por el desmantelamiento de plataformas de extracción de petróleo/gas, centrales eléctricas, refinerías y otras maquinarias, ya que son casos excepcionales que requieren medidas de evacuación especiales. Para los fines de este indicador, se excluyen los desechos

radiactivos y de los vehículos de transporte por carretera (desguazados), de los vagones de ferrocarril y de los buques de navegación de altura³ utilizados por la industria energética.

Por “adecuadamente evacuados” se entiende:

- El reciclado o reutilización de los desechos;
- La incineración en incineradores equipados con filtros idóneos, etc., para eliminar emisiones nocivas;
- La solidificación, para prevenir deslizamientos de tierra; y
- La evacuación en vertederos protegidos y dotados de un revestimiento y en otros sitios en donde se apliquen medidas para evitar escorrentías y combustiones no controladas.

b) Métodos de medición: A fin de obtener una estimación razonable de la evacuación adecuada de los desechos, es importante disponer de un inventario de las instalaciones de tratamiento y eliminación de los desechos (energéticos), ya sea *in situ* o en instalaciones separadas en las que también se pueden tratar otros tipos de desechos. Resulta fácil calcular el peso de los desechos (energéticos) debidamente evacuados al ingresar en la instalación de eliminación o de tratamiento de desechos. En el caso de los desechos de la minería, que se suelen almacenar *in situ*, cabe estimar la cantidad sobre la base de la disponibilidad de instalaciones adecuadas de almacenamiento o tratamiento *in situ* y del porcentaje de desechos generados que se remite a esas instalaciones. Para este indicador, es importante que se comuniquen por separado los diferentes tipos de desechos, a fin de destacar los principales tipos de desechos para los que se necesitan instalaciones apropiadas de evacuación.

c) Limitaciones del indicador: La expresión ‘adecuadamente evacuados’ tendrá distintos significados en diferentes países y, por ello, el indicador no significará necesariamente la misma cosa en todas partes. Sin embargo, como el uso de este indicador es fundamentalmente interno, ésto no plantea ningún problema. El indicador no distingue entre desechos tóxicos o peligrosos y desechos más inocuos. Por esta razón, es importante desglosar el indicador en los diferentes tipos de desechos.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Se proponen dos tipos de indicadores:

- Cantidad de desechos generados por el sector energético en espera de una evacuación apropiada.
- Capacidad de las instalaciones existentes de eliminación y tratamiento de desechos relacionados con la energía como porcentaje de los desechos generados. Es probable que esta información sea más fácil de encontrar, ya que, en muchos países esas instalaciones están sujetas a autorización o, al menos, a la presentación de un permiso de obras.

³ Se considera que el material de transporte pertenece al sector del transporte y queda, por tanto, excluido de la definición de desechos del sector energético. Si se incluyese, las cifras podrían ser manipuladas y los desechos ‘reducirse’ por medio de la simple subcontratación de actividades del transporte, sin un impacto real sobre las cantidades de desechos generados.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Datos sobre la producción de desechos en la fuente y sobre las cantidades trasladadas a las instalaciones de tratamiento y evacuación.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: En general, las estadísticas sobre desechos son muy precarias y quizá sea difícil obtener el porcentaje de desechos sólidos que genera la producción de energía. Los datos disponibles están dispersos y reflejan sólo estimaciones burdas. En la Unión Europea, se recopilarán periódicamente datos referentes a los desechos industriales y las instalaciones de tratamiento, gracias a la aplicación del Reglamento relativo a las estadísticas sobre residuos.

c) Referencias relativas a los datos: Muchas de estas instalaciones de evacuación de desechos cobran por peso el tratamiento y eliminación de los desechos. Por consiguiente, estas cantidades deberían ser fáciles de hallar. Sin embargo, es posible que no se hayan incluido todos los desechos tratados, ya que una parte puede ser tratada o eliminada *in situ*, sin intervención de contratistas externos.

REFERENCIAS

- Comisión de las Comunidades Europeas, 2003. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas. COM (2003) 319 final. Bruselas (Bélgica): Comisión de las Comunidades Europeas.
- Eurostat, 2000. *Waste Generated in Europe — Data 1985–1997*. Luxemburgo: Eurostat.
- OCDE, 1998. *The Status of Waste Minimization in the OCDE Member Countries*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

ENV9: Relación entre los desechos radiactivos sólidos y las unidades de energía producida

Breve definición	Desechos radiactivos procedentes de los ciclos de combustibles nucleares o de otros ciclos de combustibles por unidad de energía producida. Los desechos destinados a su evacuación en forma sólida se clasifican y se incluyen en diferentes categorías con arreglo a las definiciones nacionales o como se propone aquí. En estas cantidades se engloban todos los desechos radiactivos de los ciclos de combustibles energéticos, incluidos la minería, el triturado, la generación de energía y otros procesos conexos. Este indicador representa a una serie de indicadores específicos para cada tipo de desechos radiactivos.
Unidades	Metros cúbicos (m ³) de desechos radiactivos destinados a su evacuación en forma sólida y toneladas de metal pesado (tHM) por el combustible gastado por teravatio/hora (TWh) de electricidad producida o toneladas equivalentes de petróleo (tep) o exajulios (EJ) de energía final producida en un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, varios años o vida útil de la instalación)
Definiciones alternativas	Generación de desechos radiactivos
Programa 21	Capítulo 22: Gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: La finalidad de este indicador reside en contabilizar las cantidades de las distintas corrientes de desechos radiactivos que genera cada ciclo de combustible nuclear en concreto y otros ciclos de combustibles por unidad de energía producida.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La energía es un factor clave para el desarrollo sostenible, por lo que debe minimizarse la generación de todos los tipos de desechos sólidos, y, en particular, de desechos sólidos radiactivos. Adicionalmente, y como se describe en el capítulo sobre desechos radiactivos (Capítulo 22) del Programa 21, es importante garantizar que los desechos radiactivos se gestionen, transporten, almacenen y evacuen de manera segura, con miras a la protección de la salud humana y del medio ambiente a corto y largo plazo.

Los desechos radiactivos constituyen una preocupación ambiental relacionada con los diferentes sistemas de generación de energía y, en particular, con las centrales nucleares. Para proteger la salud humana y el medio ambiente, existen y se aplican estrategias y tecnologías de gestión de los desechos, especialmente por la industria nuclear. Los principios fundamentales de la gestión de desechos radiactivos implican la minimización de la generación de desechos y la gestión sistemática del

tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y evacuación de esos desechos. Además de la cadena del combustible nuclear, otras cadenas de combustibles producen desechos radiactivos; por lo que este indicador deberá aplicarse también a esas cadenas de combustibles.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Existen criterios y normas internacionales destinados a la industria nuclear que adoptan la forma de recomendaciones, establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), y también la de Requisitos y Guías de las Normas de Seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En 1995, el OIEA publicó los *Principios para la Gestión de Desechos Radiactivos* (Colección Seguridad No. 111-F). En uno de los nueve principios especificados en ese informe se afirma que ‘la gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal forma que no imponga cargas indebidas a las generaciones futuras’. Los principios establecidos en esa publicación sentaron las bases técnicas para la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos. Esta Convención, que entró en vigor en junio de 2001, insta a las Partes Contratantes a rendir cuentas del combustible gastado y de los inventarios de desechos radioactivos. Dicho instrumento impone también a las Partes la obligación de gestionar el combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos utilizando las prácticas más apropiadas de gestión de los desechos.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: El OIEA ha adoptado unas Normas de Seguridad (Nociones Fundamentales, Requisitos y Guías) aplicables a la gestión de los desechos radiactivos generados en las instalaciones nucleares. Ha adoptado también las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, que se ajustan a las recomendaciones de la CIPR. No existen normas ni objetivos internacionales recomendados comparables para los desechos radiactivos generados por las industrias energéticas no nucleares.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está ligado a otros indicadores relacionados con los desechos radiactivos, como la ‘Relación entre los desechos radiactivos sólidos en espera de evacuación y el total de desechos radiactivos sólidos generados’ y el ‘Indicador de desarrollo sostenible relativo a la gestión de desechos radiactivos (ISD-RW)’.⁴

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: En la actualidad, no existen categorizaciones ni definiciones estrictas de los desechos radiactivos que gocen de aceptación universal, aunque algunos países sí tienen definiciones rigurosas. No obstante, en 1994 el OIEA publicó una guía (Colección Seguridad No. 111-G-1.1) de clasificación de todos los tipos de desechos generados en el ciclo nuclear. Sin embargo, para poner en práctica este sistema de clasificación es preciso fortalecer la

⁴ Este último forma parte del conjunto de indicadores IDS del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DAES); su descripción está disponible en <http://www-newmbd.iaea.org/> y en <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/asdms2001/isd-ms2001/economicB.htm#radioactivewaste>.

capacidad y mejorar las directrices y es menester contar con un marco internacional común, a fin de aplicar la clasificación a los diferentes tipos de desechos. No se dispone de definiciones, conceptos o clasificaciones para los desechos radiactivos generados por los procesos y actividades no nucleares.

Para los ciclos de combustibles nucleares, de no existir clasificaciones nacionales, se propone que los desechos radiactivos en forma sólida se clasifiquen en tres categorías diferentes: desechos radiactivos de alto nivel (HLW); desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio (LILW), de vida larga (LL) y de vida corta (SL); y generación de combustible gastado. La inmensa mayoría de los desechos radiactivos de la cadena del ciclo de combustible en centrales nucleares es de bajo nivel y en numerosos países llevan ya funcionando muchos años puntos de evacuación seguros para ese tipo de desechos. En algunos países se están creando centros de evacuación de HLW y otros desechos de vida larga. Los LILW son desechos en los que el calor generado es insignificante y no es menester tomarlo en consideración durante los procesos de tratamiento y evacuación. Los HLW son desechos en los que la generación de calor es significativa y debe ser tenida en cuenta en todas las etapas de la gestión. La concentración de radionucleidos emisores alfa de vida larga es el criterio que sirve para clasificar a los LILW como SL o como LL. Además, los desechos radiactivos incluyen el combustible gastado, aunque en algunos países este elemento no está considerado como una corriente de desechos, por lo que habitualmente se reprocesa (o almacena para usos futuros) con objeto de reciclar el uranio y el plutonio (como combustible nuevo) y eliminar los productos de fisión, que se vitrifican y constituyen la corriente HLW. De hecho, el indicador descrito en esta hoja de metodología representa un conjunto de indicadores, ya que cada tipo de desecho radiactivo debe ser evaluado por separado.

b) Métodos de medición: Para los desechos radiactivos de ciclos nucleares en forma de bultos o acondicionados, el volumen deberá ser el volumen real en m³ inscrito en el registro del embalaje adecuado del bulto de desechos; y para el combustible gastado, en tHM. Para los desechos radiactivos que todavía no han sido acondicionados, los volúmenes usados deberán basarse en el método de acondicionamiento que, según las previsiones, tiene más probabilidades de ser utilizado más tarde para su evacuación. El indicador puede desarrollarse a tres niveles, con arreglo a la definición de los límites: i) a nivel de las instalaciones, ii) a nivel del sistema de generación y iii) al nivel global del ciclo del combustible o del sistema energético. A nivel de la instalación, el indicador proporciona un instrumento para ponderar la sostenibilidad ambiental de tecnologías innovadoras, especialmente con respecto a reactores nucleares y ciclos de combustible innovadores. A este nivel, el indicador se define fácilmente por las especificaciones técnicas que caracterizan a cada tecnología. A nivel del sistema de generación, el indicador tiene en cuenta los desechos netos después del reprocesamiento o de cualquier otro proceso que incremente o reduzca los desechos radiactivos netos. A nivel global del ciclo de combustible, el indicador evalúa la generación global de desechos desde el principio hasta el final, incluidos todos los procesos intermedios y, a lo largo del tiempo, desde la puesta en servicio hasta el desmantelamiento. Es a ese nivel cuando la medición de la sostenibilidad ambiental resulta más completa, pero el método de medición aún no está totalmente perfilado. El indicador se define, para cada tipo de desecho y para cada industria o actividad, como la ratio de los desechos sólidos radiactivos respecto de la energía

producida. El desecho se normaliza en relación con la cantidad de energía producida en un determinado periodo de tiempo (varios años o la vida útil de la instalación).

Se requieren esfuerzos a escala mundial para identificar, medir y supervisar los desechos radiactivos generados por las actividades y procesos no nucleares. Hay que elaborar las normas, metas y métodos de medición adecuados que hayan sido objeto de recomendaciones con miras a la gestión eficiente de los desechos radiactivos generados por esas fuentes.

c) Limitaciones del indicador: Pueden surgir diferencias entre los países debido a las discrepancias en el sistema de clasificación usado para establecer los inventarios nacionales.

La definición del indicador a nivel del ciclo del combustible global requiere una metodología compleja que aún no está totalmente perfilada.

d) Definiciones alternativas/indicadores: generación de desechos radiactivos.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Volúmenes de los diversos tipos de desechos radiactivos generados anualmente:

- Desechos radiactivos de alto nivel (HLW).
- Desechos radiactivos de niveles bajo e intermedio, de vida larga (LILW-LL).
- Desechos radiactivos de niveles bajo e intermedio, de vida corta (LILW-SL).
- Generación de combustible gastado.
- Desechos radiactivos de procesos y actividades no nucleares.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: A nivel nacional, cabe obtener el volumen de desechos radiactivos generados por las instalaciones nucleares a través de los registros contables mantenidos en este ámbito por los distintos generadores de desechos o, en una forma consolidada, a través de los órganos de reglamentación nacionales. Casi una tercera parte de los Estados Miembros del OIEA lleva algún tipo de registro de los desechos radiactivos nacionales. La Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos exige a las Partes Contratantes que consignen sus inventarios de desechos radiactivos en sus informes nacionales. Gracias a este mecanismo, es probable que aumenten con el tiempo no sólo la disponibilidad, sino también la calidad de los datos. Otra fuente secundaria pueden ser las bases de datos gestionadas por organizaciones internacionales como el OIEA o la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)/Agencia para la Energía Nuclear (AEN). Actualmente, con la excepción quizá de los datos por países sobre la generación de combustible gastado, no es fácil obtener datos exhaustivos nacionales de los ciclos de combustibles nucleares acerca de los desechos radiactivos.

No se suelen encontrar datos sobre los desechos radiactivos de otras cadenas de combustibles.

c) Referencias relativas a los datos: Entre las fuentes primarias de datos figuran las organizaciones gubernamentales a nivel nacional o estatal. El OIEA mantiene la Base

de Datos de Gestión de Desechos Apta para la Red (NEWMDB), que contiene información sobre los programas, planes y actividades nacionales de gestión de los desechos radiactivos, y leyes y normas pertinentes, políticas e inventarios de desechos radiactivos (<http://www-newmbd.iaea.org/>). La Comisión Europea compila datos para los Estados Miembros de la Unión Europea y para los países en vías de adhesión.

REFERENCIAS

- Comisión Europea, 1999. *The Present Situation and Prospects for Radioactive Waste Management in the European Union*. COM (1998) 799 final of 11/1/99, Communication and Fourth Report from Commission. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea.
- OIEA, 1994. Guías de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-G-1.1), 1994. *Classification of Radioactive Waste*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica
- OIEA, 1995. Nociones Fundamentales de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-F), 1996. *Principios para la gestión de desechos radiactivos*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1995. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-S-1), 1996. *Establecimiento de un sistema nacional de gestión de desechos radiactivos*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1996. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 115), 1997. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1997. *Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, Diciembre de 1997*. INFCIRC/546. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 2000. *Seguridad en la gestión de los desechos radiactivos*, actas de la conferencia internacional, Córdoba, 2000. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 2003. *The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability: A Position Paper of International Experts*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- CIPR, 1991. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990. Publicación No. 60, 1995. *Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la CIPR, EDICOMPLET, S.A. - Madrid (España)*.
- CIPR, 1996. Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. Publication 46, 1996. *Annals of the ICRP*, Vol. 15/4.

- CIPR, 1998. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. Publication 77, 1998. *Annals of the ICRP*, Vol. 27, Supplement.
- CIPR, 2000. Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste. Publication 81, 2000. *Annals of the ICRP*, Vol. 28/4.

ENV10: Relación entre los desechos radiactivos sólidos en espera de evacuación y el total de desechos radiactivos sólidos generados

Breve definición	Este indicador sirve para medir las cantidades acumuladas de desechos radiactivos sólidos en espera de evacuación cerca de la superficie terrestre o geológica, procedentes de todas las etapas de los ciclos de combustibles nuclear y no nuclear. En estas cantidades se engloban todos los desechos radiactivos derivados de los ciclos de combustibles energéticos, incluidos la minería, el triturado, la generación de energía y otros procesos conexos. Los desechos radiactivos en forma sólida se clasifican y se incluyen en diferentes categorías, con arreglo a las definiciones nacionales o como se propone aquí. Este indicador representa a una serie de indicadores específicos para cada tipo de desechos radiactivos.
Unidades	Porcentaje basado en metros cúbicos (m ³) de desechos sólidos radiactivos (o toneladas de metal pesado [tHM] para el combustible gastado) a la espera de su evacuación con respecto al total de desechos radiactivos generados
Definiciones alternativas	Cantidad acumulada de desechos radiactivos en espera de evacuación o ratio de los desechos radiactivos adecuadamente evacuados respecto del total de desechos radiactivos generados
Programa 21	Capítulo 22: Gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos

PERTINENCIA POLÍTICA

a) Finalidad: Al proporcionar el porcentaje de desechos radiactivos en espera de evacuación, este indicador muestra la situación relativa de los desechos radiactivos existentes en cualquier momento de cualquier ciclo de combustibles energéticos. Unos porcentajes en aumento a lo largo del tiempo de desechos radiactivos a la espera de su evacuación pueden indicar la necesidad creciente a largo plazo de modalidades apropiadas de evacuación, como la modalidad geológica o la cercana a la superficie terrestre.

b) Relación con el desarrollo sostenible: La energía es un factor clave para el desarrollo sostenible y la gestión adecuada de los desechos radiactivos sólidos generados por los ciclos de combustibles energéticos constituye una prioridad fundamental. Como se describe en el capítulo sobre desechos radiactivos (Capítulo 22) del Programa 21, es importante garantizar que los desechos radiactivos se gestionen, transporten, almacenen y evacúen de manera segura, con miras a la protección de la salud humana y del medio ambiente a corto y largo plazo.

Los desechos radiactivos constituyen una preocupación ambiental relacionada con los diferentes sistemas de generación de energía y, en particular, con las centrales nucleares. Para proteger la salud humana y el medio ambiente, existen y se aplican estrategias y tecnologías de gestión de los desechos, especialmente por la industria nuclear. Los principios fundamentales de la gestión de desechos radiactivos implican la minimización de la generación de desechos y la gestión sistemática del tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y evacuación de esos desechos. Las estrategias de gestión de los desechos están diseñadas para confinar y contener a los radionucleidos dentro de un sistema de barreras artificiales y naturales. Además de la cadena del combustible nuclear, otras cadenas de combustibles producen desechos radiactivos, por lo que este indicador deberá aplicarse también a esas cadenas.

c) Convenios y acuerdos internacionales: Existen criterios y normas internacionales destinados a la industria nuclear que adoptan la forma de recomendaciones, establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y también la de Requisitos y Guías de las Normas de Seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En 1995, el OIEA, publicó los *Principios para la Gestión de Desechos Radiactivos* (Colección Seguridad No. 111-F). En uno de los nueve principios especificados en ese informe se afirma que ‘la gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal forma que no imponga cargas indebidas a las generaciones futuras’. Los principios establecidos en esa publicación sentaron las bases técnicas para la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos. Esta convención, que entró en vigor en junio de 2001, requiere de las Partes Contratantes rendir cuentas del combustible gastado y de los inventarios de desechos radiactivos. Dicho instrumento impone también a las Partes la obligación de gestionar el combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos utilizando las prácticas más apropiadas de gestión de los desechos.

d) Objetivos internacionales/normas recomendadas: No existen objetivos internacionales. A escala nacional, los objetivos pueden derivarse de los programas nacionales pertinentes de gestión de los desechos radiactivos. No existen metas o normas internacionales para los residuos radiactivos generados por procesos y actividades energéticas no nucleares.

e) Relación con otros indicadores: Este indicador está ligado a otros indicadores relacionados con los desechos radiactivos, como la ‘Relación entre los desechos radiactivos sólidos y las unidades de energía producida’ y el “Indicador de desarrollo sostenible relativo a la gestión de desechos radiactivos (ISD-RW)”.⁵

⁵ Este último forma parte del conjunto de indicadores IDS del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DAES); su descripción está disponible en <http://www-newmbd.iaea.org/> y en <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/asdms2001/isd-ms2001economicB.htm#radioactivewaste>.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

a) Definiciones y conceptos básicos: En la actualidad, no existen categorizaciones ni definiciones estrictas de los desechos radiactivos que gocen de aceptación universal, aunque algunos países sí tienen definiciones rigurosas. No obstante, en 1994 el OIEA publicó una guía (Colección Seguridad No. 111-G-1.1) de clasificación de todos los tipos de desechos generados en el ciclo nuclear. Sin embargo, para poner en práctica este sistema de clasificación es preciso fortalecer la capacidad y mejorar las directrices y es menester contar con un marco internacional común a fin de aplicar la clasificación a los diferentes tipos de desechos. No se dispone de definiciones, conceptos o clasificaciones para los desechos radiactivos generados por los procesos y actividades no nucleares.

Para los ciclos de combustibles nucleares, de no existir clasificaciones nacionales, se propone que los desechos radiactivos en forma sólida se clasifiquen en tres categorías diferentes: desechos radiactivos de alto nivel (HLW); desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio (LILW), de vida larga (LL) y de vida corta (SL); y generación de combustible gastado. La inmensa mayoría de los desechos radiactivos de la cadena del ciclo de combustible en centrales nucleares es de bajo nivel y en numerosos países llevan ya funcionando muchos años puntos de evacuación seguros para este tipo de desechos. En algunos países se están creando centros de evacuación de HLW y otros desechos de vida larga. Los LILW son desechos en los que el calor generado es insignificante y no es menester tomarlo en consideración durante los procesos de tratamiento y evacuación. Los HLW son desechos en los que la generación de calor es significativa y debe ser tenida en cuenta en todas las etapas de la gestión. La concentración de radionucleidos emisores alfa de vida larga es el criterio que sirve para clasificar a los LILW como SL o LL. Además, los desechos radiactivos incluyen el combustible gastado, aunque en algunos países este elemento no está considerado como una corriente de desechos, por lo que habitualmente se reprocesa (o almacena para usos futuros) con objeto de reciclar el uranio y el plutonio (como combustible nuevo) y eliminar los productos de fisión, que se vitrifican y constituyen la corriente HLW. De hecho, el indicador descrito en esta hoja de metodología, representa un conjunto de indicadores, ya que cada tipo de desecho radiactivo debe ser evaluado por separado.

b) Métodos de medición: Para los desechos radiactivos de ciclos nucleares en forma de bultos o acondicionados, desglosados en los diferentes tipos de desechos, de conformidad con las clasificaciones y normas nacionales o, como se especificó *supra*, la unidad básica deberá ser el volumen real en m³; para el combustible nuclear gastado, en tHM. Para los desechos radiactivos que todavía no han sido acondicionados, los volúmenes usados deberán basarse en el método de acondicionamiento que, según las previsiones, tiene más probabilidades de ser utilizado más tarde para su evacuación. El indicador se define, para cada tipo de desecho y para cada industria o actividad, como la relación entre los desechos radiactivos en espera de evacuación y el total de desechos radiactivos generados correspondientes.

Se requieren esfuerzos a escala mundial para identificar, medir y supervisar los desechos radiactivos generados por las actividades y procesos no nucleares. Hay que elaborar normas, metas y métodos de medición adecuados que hayan sido objeto de

recomendaciones para la gestión eficiente de los desechos radiactivos generados por esas fuentes.

c) Limitaciones del indicador: Es inevitablemente que exista un desfase temporal entre el momento en que se generan los residuos y su evacuación. En el caso del combustible gastado y los HLW, este desfase temporal puede ser del orden de varios decenios y, por ello, las tendencias han de interpretarse con suma cautela.

Pueden surgir diferencias entre los países debido a las discrepancias en el sistema de clasificación usado para establecer los inventarios nacionales.

d) Definiciones alternativas/indicadores: Cantidad acumulada de desechos radiactivos a la espera de su evacuación; también, relación entre los desechos radiactivos adecuadamente evacuados y el total de desechos radiactivos generados.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

a) Datos necesarios para compilar el indicador: Cantidades acumuladas de los diversos tipos de desechos radiactivos generados y en espera de su adecuada evacuación, con arreglo a la definición nacional o clasificados como:

- Desechos radiactivos de alto nivel (HLW);
- Desechos radiactivos de niveles bajo e intermedio, de vida larga (LILW-LL);
- Desechos radiactivos de niveles bajo e intermedio, de vida corta (LILW-SL);
- Combustible gastado; o
- Desechos radiactivos de procesos y actividades no nucleares.

b) Disponibilidad de datos nacionales e internacionales: Para los ciclos de combustibles nucleares, a nivel nacional, cabe obtener el volumen acumulado de desechos radiactivos a la espera de evacuación a través de los registros contables mantenidos en este ámbito por los distintos generadores de desechos o, en una forma consolidada, a través de los órganos de reglamentación nacionales. En la actualidad, casi una tercera parte de los Estados Miembros del OIEA lleva algún tipo de registro de los desechos radiactivos nacionales. La Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos exige a las Partes Contratantes que consignen sus inventarios de desechos radiactivos en sus informes nacionales. Gracias a este mecanismo, es probable que aumenten con el tiempo no sólo la disponibilidad sino también la calidad de los datos. Otra fuente secundaria pueden ser la bases de datos gestionadas por organizaciones internacionales como el OIEA o la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) /Agencia para la Energía Nuclear (AEN). Actualmente, con la excepción quizá de los datos por países sobre la generación de combustible gastado, no es fácil obtener datos exhaustivos nacionales de los ciclos de combustibles nucleares acerca de los desechos radiactivos

No se suelen encontrar datos sobre los desechos radiactivos de otras cadenas de combustibles.

c) Referencias relativas a los datos: Entre las fuentes primarias de datos figuran las organizaciones gubernamentales a nivel nacional o estatal. El OIEA mantiene la Base

de Datos de Gestión de Desechos Apta para la Red (NEWMDB), que contiene información sobre los programas, planes y actividades nacionales de gestión de los desechos radiactivos, y leyes y normas pertinentes, políticas e inventarios de desechos radiactivos⁶. La Comisión Europea compila datos para los Estados Miembros de la Unión Europea y para los países en vías de adhesión.

REFERENCIAS

- Comisión Europea, 1999. *The Present Situation and Prospects for Radioactive Waste Management in the European Union*. COM (1998) 799 final of 11/1/99, Communication and Fourth Report from Commission. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea.
- OIEA, 1994. Guías de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-G-1.1), 1994. *Classification of Radioactive Waste*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica
- OIEA, 1995. Nociones Fundamentales de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-F), 1996. *Principios para la gestión de desechos radiactivos*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1995. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-S-1), 1995. *Establishing a National System for Radioactive Waste Management*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1996. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 115), 1997. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 1997. *Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, Diciembre de 1997*. INFCIRC/546. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica
- OIEA, 2000. *Seguridad en la gestión de los desechos radiactivos*, actas de la conferencia internacional, Córdoba, 2000. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- OIEA, 2003. *The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability: A Position Paper of International Experts*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.
- CIPR, 1991. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990. Publicación No. 60, 1995. *Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la CIPR, EDICOMPLET, S.A. - Madrid (España)*.
- CIPR, 1996. Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. Publication 46, 1996. *Annals of the ICRP*, Vol. 15/4.

⁶ El sitio de internet de la NEWMDB es <http://www-newmbd.iaea.org/>

- CIPR, 1998. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. Publication 77, 1998. *Annals of the ICRP*, Vol. 27, Supplement.
- CIPR, 2000. Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste. Publication 81, 2000. *Annals of the ICRP*, Vol. 28/4.

BIBLIOGRAFIA

- ADEME, 1999. *Energy Efficiency Indicators: The European Experience*. París (Francia): ADEME (Agencia para el Medio Ambiente y el Control de la Energía).
- AEMA, 1999. *Material Flow-based Indicators in Environmental Reporting*. Environmental Issues Series No. 14. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2001. *Reporting on Environmental Measures: Are We Being Effective?* Environmental issue report no. 25. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2002. *Air Quality in Europe: State and Trends 1990–1999*. Topic report no. 4/2002. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2002. *Annual European Community CLRTAP Emission Inventory 1990-2000*. Technical report no. 91. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2002. *Energy and Environment in the European Union*. Environmental issue report no. 31. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2002. *Review of Selected Waste Streams: Sewage Sludge, Construction and Demolition Waste, Waste Oils, Waste from Coal-Fired Power Plants and Biodegradable Municipal Waste*. Technical report no. 69. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2002. *TERM 2002 — Paving the Way for EU Enlargement — Indicators of Transport and Environment Integration*. Environmental issue report no. 32. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Air Pollution by Ozone in Europe in Summer 2003 — Overview of Exceedances of EC Ozone Threshold Values during the Summer Season April–August 2003 and Comparisons with Previous Years*. Topic report no. 3/2003. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Air Pollution in Europe 1990–2000*. Topic report no. 4/2003. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *EuroAirnet — Status Report 2000*. Technical report no. 90. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Europe's Water: An Indicator-Based Assessment*. Topic report no. 1/2003. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2003. *Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe*. Environmental issue report no. 36. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2004. *Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990–2002 and Inventory Report 2004*. Technical report no. 2/2004. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.

- AEMA, 2004. *Energy Subsidies in the European Union: A Brief Overview*. Technical report 1/2004. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA, 2004. *Ten Key Transport and Environment Issues for Policy-Makers. TERM 2004: Indicators Tracking Transport and Environment Integration in the European Union*. EEA Report no. 3/2004. Copenhague (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AIE, 1997. *Indicators of Energy Use and Efficiency*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (AIE)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- AIE, 1997. *The Link between Energy & Human Activity*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2000. *The IEA Energy Indicators Effort: Increasing the Understanding of the Energy/Emissions Link*, La Haya, Noviembre de 2000. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2001. *Key World Energy Statistics from the IEA*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2001. *Saving Oil and Reducing CO₂ emissions in Transport: Options and Strategies*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2001. *Toward a Sustainable Energy Future*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2002. *Fact Sheet on IEA Oil Stocks and Response Potential*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2004. *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, 2004. *Security of Gas Supply in Open Markets — LNG and Power at a Turning Point*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Balances of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Prices and Taxes*. Published quarterly. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of Non-OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *Energy Statistics of OCDE Countries*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.
- AIE, varias ediciones. *World Energy Outlook*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

AIE/OCDE/Eurostat, 2004. *Energy Statistics Manual*. París (Francia): Agencia Internacional de la Energía.

Banco Mundial, varias ediciones. Indicadores del desarrollo mundial. Publicación anual. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial.

Bouwman, L., van Vuuren, D., 1999. *Global Assessment of Acidification and Eutrophication of Natural Ecosystems*. Bilthoven (Países Bajos): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM)

BP. *Statistical Review of World Energy*. Publicación anual. Londres (Reino Unido): British Petroleum.

CDS, 1999. *From Theory to Practice: Indicators of Sustainable Development*, Nueva York, NY (EE.UU.): Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible.

CEPE, 2000. *Temperate and Boreal Forest Resource Assessment (TBERA)*. Nueva York, NY (EE.UU.), y Ginebra (Suiza): Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.

Chen, S., Datt, G., Ravallion, M., 1992. *POVCAL: A Program for Calculating Poverty Measures from Grouped Data*. Washington DC (EE.UU.): Banco Mundial, División de Pobreza y Recursos Humanos, Departamento de Investigaciones sobre Políticas.

CIPR, 1991. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990. Publicación No. 60, 1995. *Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la CIPR, EDICOMPLET, S.A. - Madrid (España)*.

CIPR, 1996. Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. Publication 46, 1996. *Annals of the ICRP*, Vol. 15/4.

CIPR, 1998. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. Publication 77, 1998. *Annals of the ICRP*, Vol. 27, Supplement.

CIPR, 2000. Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste. Publication 81, 2000. *Annals of the ICRP*, Vol. 28/4.

CME, 1993–1998. Publicaciones del Comité de Países en Desarrollo del Consejo Mundial de la Energía. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.

CME, 2000. *Energy for Tomorrow's World – Acting Now*. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.

CME, varias ediciones. *Survey of Energy Resources*. Publicación anual. Londres (Reino Unido): Consejo Mundial de la Energía.

CMNUCC, *In-depth Review Reports on National Communications from Individual Countries*. Bonn, Alemania: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en [http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?such=j&symbol="/IDR"#beg](http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?such=j&symbol=).

CMNUCC, *National Communications from Parties to the UNFCCC*. Bonn, Alemania: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2817.php.

- Comisión de las Comunidades Europeas, 2003. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas. COM (2003) 319 final. Bruselas (Bélgica): Comisión de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea, 1999. *Integration — Indicators for Energy*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea, 1999. *The Present Situation and Prospects for Radioactive Waste Management in the European Union*. COM (1998) 799 final of 11/1/99, Communication and Fourth Report from Commission. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea.
- Comisión Europea, 2001. *Measuring Environmental Degradation: Developing Pressure Indicators for Europe*, A. Markandya, N. Dale, eds, Northampton, 2001.
- De Leeuw, F.A.A.M., 2002. A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. *Environmental Science and Policy*, 5:135–145.
- De Vries, W., Posch, M., Reinds, G.J. Kämäri, J., 1993. *Critical Loads and Their Exceedance on Forest Soils in Europe*. Report 58 (revised version). Wageningen (Países Bajos): DLO The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research.
- Downing, R., Hettelingh, J.-P., de Smet, P., eds., 1993. *Calculation and Mapping of Critical Loads in Europe*. Status report 1993. CCE/RIVM Rep. 259101003. Bilthoven (Países Bajos): Centro de Coordinación de Efectos (CCE), Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM).
- EIPPCB, 2003. *Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plant*, March 2003 draft. Sevilla (España): Oficina Europea de prevención y control integrados de la contaminación.
- EMEP/AEMA, 2002. *Joint EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook*, Third edition, October 2002 update. Copenhagen (Dinamarca): Agencia Europea de Medio Ambiente. Disponible en <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR3/en/page002.html>
- Energy Policy*, June/July 1997 issue, Volume 25. Elsevier Science Limited.
- Eurostat, 2000. *Forest and Environment, Statistics in Focus*. Eurostat 17/2000. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, 2000. *Waste Generated in Europe — Data 1985–1997*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, 2001. *Integration — Indicators for Energy Data 1985–98*, Comisión Europea, 2001 edition. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, 2001. *Measuring Progress Towards a More Sustainable Europe: Proposed Indicators for Sustainable Development*. Luxemburgo: Eurostat.
- Eurostat, 2001. *The Social Situation in the European Union 2001*. Bruselas (Bélgica): Comisión Europea (DC Employment and Social Affairs).
- Eurostat, 2002. *Energy and Environment Indicators*, 2002 edition. Luxemburgo, Eurostat.
- Eurostat, 2003. *Calculation of Indicators of Environmental Pressures Caused by Transport — Main Report*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.
- Eurostat, 2003. *Energy Efficiency Indicators*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.

Eurostat, 2004. *Glossary for Transport Statistics Document prepared by the Intersecretariat Working Group on Transport Statistics*. Third edition. Luxemburgo, Comunidades Europeas.

Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Electricity Prices: Price Systems*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Energy Balance Sheets*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Energy Prices*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Environmental Pressure Indicators for the EU*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Gas Prices*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Gas Prices: Price Systems*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Energy, Transport and Environment*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Pocketbook on Renewable Energy Statistics in the EU*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Transport and Environment: Statistics for the Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the European Union*. Luxemburgo, Comunidades Europeas.

Eurostat, varias ediciones. *Transport Annual Statistics*. Luxemburgo: Eurostat.

Eurostat, varias ediciones. *Yearly Energy Statistics*. Luxemburgo: Eurostat.

FAO y Banco Africano de Desarrollo, 1995. *Future Energy Requirements for Africa's Agriculture*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO, 1980, 1990 and 2000. *Evaluación de los recursos forestales*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO, 1988. *Energy Conservation in Agriculture*. Report and proceedings of Technical Consultation, Helsinki (Finlandia), CNRE Bulletin 23. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO, 1993. *Evaluación de los recursos forestales 1990: Países tropicales*. Estudio FAO: Montes no. 112/FAO. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Departamento Forestal

FAO, 1995. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1995*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO, 1995. *Forests, Fuels and the Future — Wood Energy for Sustainable Development*. FAO Forestry Topics, Report No. 5. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO, 1999. *Situación de los bosques del mundo 1999*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- FAO, 2001. *Bases de Datos Estadísticos de la FAO*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAOSTAT, 2001. CD-ROM. *Bases de Datos Estadísticos de la FAO*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FMI, varias ediciones. *Estadísticas financieras internacionales*. Publicación mensual. Washington DC (EE.UU.): Fondo Monetario Internacional.
- Harcharik, D.A., 1995. *Forest Resources Assessment 1990: Non-Tropical Developing Countries*. Roma (Italia): Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Montes.
- Hathaway, L., 1991. *A 26-Year Study of Large Losses in the Gas and Electricity Utility Industry*. Nueva York, NY (EE.UU.): Marsh & McLennan Protection Consultants.
- Hettige, H., Mani, M., Wheeler, D., 1998. *Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited*. Disponible en <http://www.worldbank.org/nipr>.
- Howarth, R., Schipper, L.J., Andersson, B., 1993, *The Structure and Intensity of Energy Use: Trends in Five OCDE Nations*. Lawrence Berkeley Laboratory Report, LBL-32431, Berkeley, CA (EE.UU.): Laboratorio Lawrence Berkeley.
- ICOLD, 1996. *Rotura de presas. Análisis estadístico*. Boletín No. 99, CIGB/ICOLD. París (Francia): Comisión Internacional de Grandes Represas.
- ILO, 1998. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ginebra (Suiza): Organización Internacional del Trabajo.
- IMO, 1994. *Guidelines for Marine Environmental Assessments*. Report no. 54. Londres (Reino Unido): Organización Marítima Internacional.
- Instituto Paul Scherrer. *Energy-Related Severe Accidents Database (ENSAD)*. Villigen (Suiza): Instituto Paul Scherrer.
- IPCC, 1995. *IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995*. Ginebra (Suiza): Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC, 1997. *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs, B.A. Callender, eds. IPCC/OCDE/IEA. Bracknell: UK Meteorological Office.
- IPCC, 2000. *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. J. Penman, D. Kruger, I. Galbally, T. Hiraishi, B. Nyenzi, S. Emmanul, L. Buendia, R. Hoppaus, T. Martinsen, J. Meijer, K. Miwa, K. Tanabe, eds. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kitakyushu, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC, 2001. *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001*. Un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra (Suiza): Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Krackeler, T., Schipper, T., Sezgen, O., 1998. Carbon dioxide emissions in OCDE service sectors. The critical role of electricity use. *Energy Policy*, 26 (15): 1137–1152.

- Naciones Unidas, 1996. *Indicadores de desarrollo sostenible: Marco y Metodologías*. Nueva York, NY (EE.UU.): Naciones Unidas.
- NEA/OIEA, varias ediciones. *Uranium: Resources, Production and Demand*. París (Francia): Agencia para la Energía Nuclear (AEN)/Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- Nilsson, J., Grennfelt, P., eds, 1988. *Critical Loads for Sulphur and Nitrogen*. NORD 1988:97. Copenhague (Dinamarca): Consejo Nórdico de Ministros.
- OCDE, 1989. *Energy and the Environment: Policy Overview*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)/Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- OCDE, 1993. *Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Energy Policies*. Environment Monographs No. 79, OCDE/GD(93)133. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 1996. *Pollutant Release and Transfer Registers (PRTRs): A Tool for Environmental Policy and Sustainable Development. Guidance Manual for Governments* [OCDE/GD(96)32]. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. Disponible en [http://www.oalis.org/olis/1996doc.nsf/LinkTo/ocde-gd\(96\)32](http://www.oalis.org/olis/1996doc.nsf/LinkTo/ocde-gd(96)32).
- OCDE, 1998. *The Status of Waste Minimization in the OCDE Member Countries*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 1998. *Towards Sustainable Development — Environmental Indicators*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 1999. *Interim Report of the OCDE Three-Year Project on Sustainable Development*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 2000. *Environmental Performance Indicators: OCDE Overview*, in *Towards Sustainable Development: Indicators to Measure Progress*, Proceedings of the OCDE Rome Conference. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 2000. *Towards Sustainable Development: Indicators to Measure Progress*, Proceedings of the OCDE Rome Conference. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 2001. *Key Environmental Indicators*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, 2002. *Environmental Data Compendium 2002*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OCDE, varias ediciones. *Energy Prices*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OIEA, 1992. *Comparative Assessment of the Health and Environment Impacts of Various Energy Systems from Severe Accidents*. Working Material, Proceedings of a Technical Committee Meeting, Viena (Austria), 1–3 June 1992. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 1994. Guías de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-G-1.1), 1994. *Classification of Radioactive Waste*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 1995. Nociones Fundamentales de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-F), 1996. *Principios para la gestión de desechos radiactivos*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 1995. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 111-S-1), 1996. *Establecimiento de un sistema nacional de gestión de desechos radiactivos*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.

OIEA, 1996. Normas de Seguridad del OIEA (Colección Seguridad No. 115), 1997. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 1997. *Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, Diciembre de 1997*. INFCIRC/546. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 2000. *Instrumentos para medir el progreso*. OIEA Boletín 42/2/2000, Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.

OIEA, 2000. *Seguridad en la gestión de los desechos radiactivos*, actas de la conferencia internacional, Córdoba, 2000. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica.

OIEA, 2003. *Country Nuclear Power Profiles*, 2002 edition. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, 2003. *The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability: A Position Paper of International Experts*. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA, varias ediciones. *Nuclear Power Reactors of the World*, Colección de Datos de Referencia no. 2. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica

OIEA/AIE, 2001. Indicators for Sustainable Energy Development, presented at the 9th Session of the CSD, Nueva York, Abril de 2001. Viena (Austria): Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)/Agencia Internacional de la Energía (AIE).

OMS, 1999. *Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies*, Prepared by D. Briggs. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.

OMS, 1999. *Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment*. Publicaciones regionales de la OMS, Serie Europea no. 85. Copenhague (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.

OMS, 2000. *Air Quality Guidelines for Europe (Revision of Air Quality Guidelines for Europe 1987)*. Copenhague (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.

OMS, 2000. *Decision-Making in Environmental Health: From Evidence to Action*, C. Corvalan, D. Briggs, G. Zielhuis, eds. Londres (Reino Unido): Spon Press.

- OMS, 2000. *Human Exposure Assessment*. Documento sobre criterios de salud ambiental 214, Programa de seguridad química. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.
- OMS, 2004. *Health Aspects of Air Pollution*, results from the WHO project Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe. Copenhagen (Dinamarca): Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa.
- Phylipsen, G.J.M., Blok, K., Worrell, E., 1997. *Handbook on International Comparison of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry*. Utrecht (Países Bajos): Universidad de Utrecht, Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad.
- PNUD/UNDESA/CME, 2000, *World Energy Assessment*. Nueva York (EE.UU.): Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUD/UNDESA/CME, 2004. *World Energy Assessment: 2004 Update*. J. Goldemberg, T. Johansson, eds. Nueva York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUMA, 1995. *Biological Indicators and Their Use in the Measurement of the Condition of the Marine Environment*. Report no. 55. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA, 1996. *Report on the Survey of Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean Sea*. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA/ISSS/FAO/ISRIC, 1995. *Global and National Soil and Terrain Digital Databases: Procedures Manual* (revised edition). Wageningen (Países Bajos): Centro Internacional de Referencia e Información sobre Suelos.
- PNUMA/OMS, 1992. *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford (Reino Unido): Blackwell Publishers.
- PNUMA/OMS, 1994. Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA/Aire), Methodology Review Handbook Series. Volumes 2, 3 and 4. Nairobi (Kenya): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Posch, M., Hettelingh, J.-P., de Smet, P.A.M., Downing, R.J., eds, 1999. *Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe*. Status Report 1999, Bilthoven (Países Bajos): Centro de Coordinación de Efectos (CCE), Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM).
- Priddle, R., 2002. *A New Perspective on Energy Security*. Paper presented at the 25th Annual IAEE Conference, 26–29 June, Aberdeen (Escocia).
- Samaras, Z., et al., 1999. *Study on Transport Related Parameters of the European Road Vehicle Stock*. Preparado para Eurostat y DG-VII. Tesalónica (Grecia): Laboratory of Applied Thermodynamics, Universidad Aristóteles.
- Schipper, L., Figueroa, M.J., Price, L., Espey, M., 1993. Mind the gap: The vicious circle of measuring automobile fuel use. *Energy Policy* 21(12): 1173–1190.
- Schipper, L., Haas, R., 1997. The political relevance of energy and CO₂ indicators — An introduction, *Energy Policy*, 25(7): 639-649.

- Schipper, L., Ketoff, A., Kahane, A., 1985. Estimating residential energy use from bottom-up, international comparisons. *Ann. Rev. Energy* 10. Palo Alto CA: Ann. Revs.
- Schipper, L., Murtishaw, S., Unander, F., 2001. Analysing differences in carbon emissions in IEA countries. *The Energy Journal* 22(2): 35–75.
- Schipper, L., Unander, F., Marie-Lilliu, C., 2000. *The IEA Energy Indicators Effort: Increasing the Understanding of the Energy/Emissions Link*. Contribución de la Agencia Internacional de la Energía a la COP-6/FCCC., París (Francia): Agencia Internacional de la Energía (IEA)/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Schipper, L., Unander, F., Murtishaw, S., Ting, M., 2001. Indicators of energy use and carbon emissions: Explaining the energy economy link. *Annual Review of Energy and the Environment*, (26): 49–81.
- Schwela, D., Zali, O., eds, 1999. *Urban Traffic Pollution*. Londres (Reino Unido): Spon Press.
- TCDC/ECDC Network, *Acidification in Developing Countries: Ecosystem Sensitivity and the Critical Load Approach on a Global Scale*. Beijing (China): Technological Cooperation among Developing Countries (TCDC)/Economic Cooperation among Developing Countries (ECDC) Network. Disponible en <http://www.ecdc.net.cn/events/report/acid/acidification.htm>.
- Unander, F., Ettestøl, I., Ting, M., Schipper, L., 2004, Residential energy use: An international perspective on long-term trends in Denmark, Norway and Sweden, *Energy Policy*, 32(12 August 2004): 1395-1404.
- Unander, F., Karbuz, S., Schipper, L., Khrushch, M., Ting, M., 1999. Manufacturing energy use in IEA countries: Decomposition of long-term trends, *Energy Policy*, 27(13): 769–778.
- Unander, F., Schipper, L., 2000. Energy and emission indicators: Motivation, methodology and applications. In *Frameworks to Measure Sustainable Development: Proceedings of an OCDE Expert Workshop*. París (Francia): Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- UNDESA, 1998. *Measuring Changes in Consumption and Production Patterns*. ST/ESA/264. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Desarrollo Sostenible, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.
- UNDESA, 2000. *Report of the Consultative Group to Identify Themes and Core Indicators of Sustainable Development*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Desarrollo Sostenible, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.
- UNDESA, 2001. *Assessing Progress Towards Sustainable Development*, 2nd edition. Nueva York, NY (EE.UU.): Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.
- UNDESA, 2001. *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*, Background Paper No. 3, CSD9, UNDESA/DSD/2001/3, Abril. Nueva York, NY (EE.UU.): Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

UNDESA, 2001. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, 2nd edition, Septiembre. Nueva York, NY (EE.UU.): Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

UNICEF. *Encuestas de hogares MICS*. Nueva York (EE.UU.): Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Disponible en www.childinfo.org.

UNITAR, 1997. *Implementación del Proyecto para el Diseño de un RETC Nacional - Documento Guía*. UNITAR Serie de Guías de UNITAR para la Implementación del Proyecto para el Diseño de un RETC Nacional. Nueva York, NY: Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones. Disponible en <http://www.unitar.org/cwm/publications/cbl/prtr/pdf/cat3/prtrgdsp.pdf>

UNSD, 1983. *Conceptos y métodos en materia de estadísticas de la energía, con especial referencia a las cuentas y balances energéticos — Informe técnico*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, 1987. *Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, 1992. *Estadísticas de Energía: Manual para los países en desarrollo*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, varias ediciones. *Energy Balances and Electricity Profiles*. Publicación bianual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, varias ediciones. *Energy Statistics Yearbook*. Publicación anual. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, *Industry Statistics*. Nueva York (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

UNSD, *National Accounts Statistics*. Nueva York, NY (EE.UU.): División de Estadística de las Naciones Unidas.

USGS, varias ediciones. *World Petroleum Assessment*. Washington DC (EE.UU.): United States Geological Survey.

Vera, I., Abdalla, K., 2004. Energy Indicators to Assess Sustainable Development at the National Level: Acting on the Johannesburg Plan of Implementation, Proceedings of the 24th Annual North American Conference of the USAEE/IAEE, Washington DC, Julio 2004.

WCED (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), 1988. *Nuestro futuro común*. Madrid (España): Editorial Alianza.

SITIOS DE INTERNET CONEXOS

- AEMA — First indicators report on energy and environment in the European Union:
http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_31/en
- AEMA — Indicadores de energía y medio ambiente:
http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/energy
- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente):
<http://www.eea.eu.int>
- AEN (Agencia para la Energía Nuclear):
<http://www.nea.fr/>
- AIE — Estadísticas:
<http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/stats/index.asp>
- AIE (Agencia Internacional de la Energía):
<http://www.iea.org>
- Apoyo Técnico — IPCC:
<http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-OMS-is-OMS-sp.pdf>
- Banco Mundial:
<http://www.worldbank.org/data>
- CIPR (Comisión Internacional de Protección Radiológica):
<http://icrp.org/>
- CMDS (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible):
<http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/>
- CME (Consejo Mundial de la Energía):
<http://www.worldenergy.org>
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático):
http://CMNUCC.int/portal_espanol/items/3093.php
- Comisión Europea — Centro Común de Investigación, proyecto SIP:
http://esl.jrc.it/envind/sip/en/sip_en01.htm
- Comisión Europea — Centro Común de Investigación, Waste treatment and disposal technologies:
<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>
- Comisión Europea — Dirección General de Energía y Transportes:
http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/index_es.html
- Comisión Europea — Eurostat:
<http://europa.eu.int/comm/eurostat/>

- CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe — The Oil Companies' European Association for environment, health and safety in refining and distribution):
www.concawe.be
- EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos):
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id.htm>
- FAO — Bases de datos estadísticos:
<http://www.fao.org/forestry/site/databases/es/>
- FAO — Ordenación Forestal:
<http://www.fao.org/forestry/site/organization/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación):
<http://www.fao.org>
- Instituto de Recursos Mundiales:
<http://www.wri.org/>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático):
<http://www.ipcc.ch>
- ISWA (Asociación Internacional de Desechos Sólidos):
<http://www.iswa.org/>
- ITTO (Organización Internacional de las Maderas Tropicales):
<http://www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=30001>
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos):
<http://www.OCDE.org/>
- OIEA — Base de datos sobre gestión de desechos en Internet:
<http://www-newmdb.OIEA.org/>
- OIEA — Sección de Estudios Económicos y Planificación: Análisis para el desarrollo energético sostenible:
<http://www.OIEA.org/OurWork/ST/NE/Pess>
- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica):
<http://www.OIEA.org/>
- OMS (Organización Mundial de la Salud):
<http://www.OMS.org>
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente):
<http://www.pnuma.org/>
- UNCSD (Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible):
www.un.org/esa/sustdev/csd
- UNDESA — Indicadores de desarrollo sostenible, Methodology Sheets:
<http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/>

- UNDESA — Indicadores de desarrollo sostenible:
<http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm>
- UNDESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas):
<http://www.un.org/spanish/esa/desa/index.html>
- UNITAR — Otras emisiones:
<http://www.unitar.org/cwm/publications/prtr.aspx>
- UNITAR (Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones), Publicaciones:
www.unitar.org/ccp/pubs/index.htm
- UNSD (División de Estadística de las Naciones Unidas):
<http://www.un.org/Depts/unsd>

ANEXO 1: GLOSARIO DE TERMINOS SELECCIONADOS

Acidificación: es el cambio en el equilibrio químico natural de un medio ambiente causado por un incremento de los elementos ácidos.

Carbón: es un término que abarca los combustibles sólidos primarios como la hulla y el lignito y los combustibles derivados (incluidos el aglomerado de hulla, el coque para hornos de coque, el coque de gas, el gas para hornos de coque y el gas de altos hornos). La turba también se incluye en esta categoría.

Carga crítica: es la carga máxima que un sistema dado puede tolerar antes de fallar.

Compuestos orgánicos volátiles (COV): se definen como cualquier compuesto del carbono (con exclusión del monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el ácido carbónico, los carburos o carbonatos metálicos y el carbonato de amonio) que intervenga en las reacciones químicas atmosféricas. En algunos casos, se emplea el término de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) para indicar que el metano no está incluido en la categorización de los COV.

Consumo final total (CFT): se refiere a la suma de los consumos efectuados por los diferentes sectores de uso final y excluye, por ello, la energía consumida o las pérdidas incurridas en la conversión, transformación y distribución de los diversos productos energéticos.

Energías renovables combustibles y desechos (CRW): es una denominación que engloba a la biomasa (madera, desechos vegetales, etanol) y productos animales (materiales/desechos de animales y lejías sulfíticas), los desechos municipales (residuos producidos por los sectores residencial, comercial y servicios públicos que son recogidos por las autoridades locales para su evacuación en un emplazamiento centralizado con miras a la producción de calor y/o electricidad) y los desechos industriales.

Energías renovables no combustibles: incluyen la energía geotérmica, solar, eólica, hidráulica, las mareas y las olas. Para la energía geotérmica, la cantidad de energía es la entalpía del calor geotérmico que penetra en el proceso. Para la energía solar, eólica, hidráulica y la obtenida de las mareas y las olas, las cantidades que se introducen en la generación de energía son iguales a la energía eléctrica generada. La electricidad se contabiliza con el mismo valor calórico que la electricidad en el consumo final (es decir, que un TWh equivale a 0,086 Mtep). También engloba el uso directo del calor geotérmico y solar y de las bombas de calor.

Gas: comprende el gas natural (con exclusión de los líquidos del gas natural) y el gas de plantas de gas.

Gases de efecto invernadero: actúan como una manta alrededor de la Tierra o como el techo de cristal de un invernadero; atrapan el calor de la luz solar y mantienen a la Tierra a una temperatura superior en 30°C a la que tendría de no ser por ellos. El Protocolo de Kyoto abarca una selección de seis gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

Hidro: se refiere al contenido energético de la electricidad producida en las centrales hidroeléctricas. La producción de energía hidroeléctrica no incluye la obtenida en

instalaciones de almacenamiento por bombeo. La producción de electricidad de una central hidroeléctrica se contabiliza usando el factor de 1 teravatio/hora (TWh) igual a 0,086 millones de toneladas de petróleo equivalente (Mtpe).

Material particulado: los términos comúnmente asociados son material particulado con diámetros menores de 10 μm (PM10), partículas totales en suspensión (PTS), material particulado primario y material particulado secundario. El PM10 en la atmósfera puede ser fruto de las emisiones directas de material particulado (PM10 primario) o de emisiones de precursores gaseosos de material particulado que se transforman parcialmente en partículas por medio de reacciones químicas en la atmósfera (PM10 secundarias). Las PTS se componen de material emitido por fuentes en forma sólida, líquida o como vapores, pero que existen en el aire ambiente como partículas sólidas o líquidas.

Nuclear: representa el calor primario equivalente de la electricidad producida por una central nuclear con una eficiencia térmica media del 33%, o sea que 1 TWh es igual a 0,261 Mtpe.

Paridad del poder adquisitivo (PPA): son los tipos de conversión de monedas que igualan el poder adquisitivo de las diferentes monedas. Una cantidad dada de dinero, al ser convertida a distintas monedas aplicando la PPA, compra el mismo conjunto de bienes y servicios en todos los países. En otras palabras, las PPA son los tipos de conversión de monedas que eliminan las diferencias en los niveles de precios entre diferentes países.

Petróleo crudo: comprende el petróleo crudo, los líquidos del gas natural, los materiales energéticos de refinería y aditivos, así como otros hidrocarburos como aceites sintéticos, aceites minerales extraídos de materiales bituminosos y aceites de la licuefacción del carbón y gas natural.

Potencial de calentamiento mundial: describe el efecto cumulativo de los diferentes gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en un período de 100 años, 1 tonelada de metano tendrá un efecto de calentamiento equivalente a 21 toneladas de dióxido de carbono y 1 tonelada de óxido nitroso tendrá el efecto de 310 toneladas de dióxido de carbono.

Productos derivados del petróleo: comprenden el gas de refinería, el etano, el gas licuado de petróleo (GLP), la gasolina de aviación, la gasolina para motores, los combustibles para aviones a reacción, el queroseno, el gasóleo, el diesel, el gasóleo pesado, la nafta, el aguarrás, los lubricantes, el betún, las ceras de parafina, el coque de petróleo y otros productos del petróleo.

Programa 21: es un plan exhaustivo de medidas que deben ser adoptadas a nivel mundial, nacional y local por las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, los gobiernos y los principales grupos en todos los sectores en los que las actividades humanas tienen un impacto sobre el medio ambiente.

Suministro total de energía primaria (STEP): comprende la producción de energía primaria – por ejemplo, carbón, petróleo crudo, gas natural, energía nuclear, hidroeléctrica y otras energías renovables no-combustibles y combustibles – más las importaciones, menos las exportaciones de todos los productos energéticos, menos los depósitos marinos internacionales y con la corrección final por los cambios netos en las reservas de energía. Por producción de energía se entiende la primera etapa de la

producción. El comercio internacional de productos energéticos está basado en el sistema general de comercio; es decir, que todos los bienes que entran y salen de las fronteras nacionales de un país se registran como importaciones y exportaciones, respectivamente. En general, los datos sobre existencias se refieren a cambios en las reservas de los productores, importadores y/o consumidores industriales al comienzo y al final del año.

Tonelada: equivale a 1 000 kilogramos.

ANEXO 2: LISTA DE SIGLAS

EJ	exajulio
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
kWh	kilovatio/hora
m	metro
m ³	metro cúbico
mg	miligramo
Mtpe	millones de toneladas de petróleo equivalente
MWh	megavatio/hora
tHM	toneladas de metal pesado
TJ	terajulio
tpe	toneladas de petróleo equivalente
TWh	teravatio/hora
CFT	Consumo final total
COT	Carbono orgánico total
COV	Compuestos orgánicos volátiles
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos
CRW	Energías renovables combustibles y desechos
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
GEI	Gases de efecto invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
GNL	Gas natural licuado
HLW	Desechos radiactivos de alto nivel
IDE	Índice de desarrollo energético
IDES	Indicadores del desarrollo energético sostenible
IDH	Índice de desarrollo humano
IDS	Indicadores de desarrollo sostenible
IEDS	Indicadores energéticos del desarrollo sostenible
IER	Impulso, estado, reacción
IPEIR	Impulsos, presiones, estado del medio ambiente, impactos y respuestas sociales
LGN	Líquidos del gas natural
LILW	Desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio
LL	De vida larga
NOx	Óxidos de nitrógeno
PCM	Potencial de calentamiento mundial
PER	Presión, estado, respuesta
PIB	Producto interno bruto
PM	Material particulado

PM10	Material particulado con un diámetro menor de 10 µm
PM2,5	Material particulado con un diámetro menor de 2,5 µm
PPA	Paridad del poder adquisitivo
PTS	Partículas totales en suspensión
SL	De vida corta
STEP	Suministro total de energía primaria
SUV	Vehículo utilitario todo terreno
VCN	Valor calorífico neto
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AEN	Agencia para la Energía Nuclear
AIE	Agencia Internacional de Energía
APERC	Centro de Investigaciones Energéticas para Asia y el Pacífico
CCE	Centro Coordinador de Efectos
CDIAC	Centro de Análisis de la Información sobre Dióxido de Carbono
CDS	Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible
CE	Comisión Europea
CEMT	Conferencia Europea de Ministros de Transporte
CEPE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
CIPR	Comisión Internacional de Protección Radiológica
CME	Consejo Mundial de la Energía
DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
EMEP/CMS-O	Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte de Contaminantes Atmosféricos a Larga Distancia en Europa – Centro Meteorológico de Síntesis-Oeste
Eurostat	Oficina Estadística de la Comisión Europea
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos
ISO	Organización Internacional de Normalización
ITOPF	Federación Internacional Anticontaminación de Armadores de Buques Cisterna
MAHB	Oficina sobre Riesgos de Accidentes Graves
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UE	Unión Europea

UNCED	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación
AMIS	Sistema de Información sobre Gestión de la Calidad del Aire
CDB	Convención sobre la Diversidad Biológica
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CLRTAP	Convención sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia
CMCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CONCAWE	Conservación del Agua y Aire Limpios en Europa – Asociación de compañías petroleras europeas para la protección del medio ambiente y la salud
CONVEMAR	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
EMEP	Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte de los Contaminantes Atmosféricos a Larga Distancia en Europa
EPER	Registro Europeo de Emisiones Contaminantes
HELCOM	Convenio de Helsinki sobre Protección del Medio Marino de la Zona del Mar Báltico
MARS	Sistema de Información sobre Accidentes Graves
NECD	Directiva sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos
NEWMDB	Base de Datos de Gestión de Desechos Apta para la Red
OSPAR	Comisión de los Convenios de Oslo y París
PAJ	Plan de Aplicación de Johannesburgo
PAM	Plan de Acción Mundial para la Protección del Medio Ambiente Marino frente a las Actividades realizadas en Tierra
RLTC	Registros de Liberación y Transferencia de Contaminantes
WOAD	Base de Datos Mundiales sobre Accidentes en Alta Mar
WSSD	Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible

ANEXO 3: METODO DE DESCOMPOSICIÓN PARA INDICADORES DE INTENSIDAD DE USO DE LA ENERGÍA¹

Introducción

Este anexo contiene una síntesis de un método que puede utilizarse para analizar las innovaciones en el uso de energía en una forma desagregada. Se han publicado una serie de artículos en revistas que describen este método y los resultados conexos.²

Los indicadores empleados para analizar la intensidad del uso de energía se han construido combinando datos relativos a la energía con datos que describen los factores que impulsan el consumo en los sectores de uso final. A partir de esos datos, se pueden desarrollar varios tipos de intensidades energéticas. Las intensidades energéticas guardan relación con la inversa de las eficiencias energéticas, pero no son equivalentes. Las dos están relacionadas en el sentido de que la intensidad energética de un producto o de una actividad productiva resume la relación entre una medición global del producto y la energía utilizada para una variedad de procesos encaminados a ese fin. Cada proceso (por ejemplo, la calefacción o la potencia motriz) implica una o más transformaciones de la energía, que pueden describirse en términos de eficiencias.

Además de la eficiencia energética, los cambios en las intensidades están afectados por otros factores; por ello, el análisis de las tendencias de las intensidades proporciona un valioso panorama de la manera en que la eficiencia energética y otros factores afectan al uso de la energía.

El método aquí descrito distingue entre tres componentes importantes que afectan al uso de la energía: niveles de actividad, estructura (combinación de actividades dentro de un sector) e intensidades energéticas (uso de energía por unidad de actividad subsectorial). En función del sector de que se trate, la *actividad* se mide bien como valor agregado, pasajero/kilómetro (km), tonelada/km, población o bien como aglomeración urbana. La *estructura* divide nuevamente la actividad en subsectores industriales, modalidades de transporte o mediciones de la actividad de uso final residencial. La Tabla A3.1 ofrece un panorama de las diversas medidas aplicadas a la actividad, estructura e intensidades energéticas en cada sector. La Figura A3.1 ilustra la desagregación por sectores, subsectores y usos finales.

¹ El método aquí presentado se sustenta en el trabajo desarrollado en el marco analítico del Proyecto de Indicadores Energéticos de la Agencia Internacional de Energía (AIE). Los resultados principales de este trabajo figuran en la publicación de la AIE *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries* (AIE 2004).

² Entre las referencias seleccionadas cabe citar las siguientes: Krackler *et al.* (1998); Schipper, Murtishaw, *et al.* (2001); Schipper, Unander, *et al.* (2001); Unander *et al.* (1999); Unander *et al.* (2004).

Tabla A3.1: Resumen de las variables utilizadas en el método de descomposición de la energía

Sector (<i>i</i>)	Subsector (<i>j</i>)	Actividad (<i>A</i>)	Estructura (<i>S_j</i>)	Intensidad ($I_j = E_j/A_j$)
Hogar				
	Calefacción	Población	Superficie construida/cápita	Calor ¹ /superficie construida
	Agua caliente	"	Personas/hogar	Energía/cápita ²
	Cocina	"	Personas/hogar	Energía/cápita ²
	Iluminación	"	Superficie construida/cápita	Electricidad/superficie construida
	Aparatos electrodomésticos	"	Propiedad ³ /cápita	Energía/aparato electrodoméstico ³
Transporte de pasajeros				
	Automóviles	Pasajero-km	Porcentaje en el total pasajero/km	Energía/pasajero-km
	Autobuses	"	"	"
	Ferrocarril	"	"	"
	Rutas aéreas nacionales	"	"	"
Transporte de carga				
	Camiones	Tonelada-km	Porcentaje en el total tonelada/km	Energía/tonelada-km
	Ferrocarril	"	"	"
	Marítimo nacional	"	"	"
Servicios				
	Servicios totales	Servicios PIB	(no definido)	Energía/PIB
Manufacturas				
	Pulpa y Papel	Valor agregado	Porcentaje en el valor agregado total	Energía/valor agregado
	Productos químicos	"	"	"
	Minerales no-metálicos	"	"	"
	Hierro y acero	"	"	"
	Metales no-ferrosos	"	"	"
	Alimentos y bebidas	"	"	"
Otras industrias				
	Agricultura y pesca	Valor agregado	Porcentaje en el valor agregado total	Energía/valor agregado
	Minería	"	"	"
	Construcción	"	"	"

¹ Ajustado en función de las variaciones climáticas y de los cambios en el porcentaje de viviendas con sistemas de calefacción central.

² Ajustado en función de la ocupación de las viviendas (número de personas por hogar).

³ Incluye propiedad y uso de electricidad de los seis principales aparatos electrodomésticos.

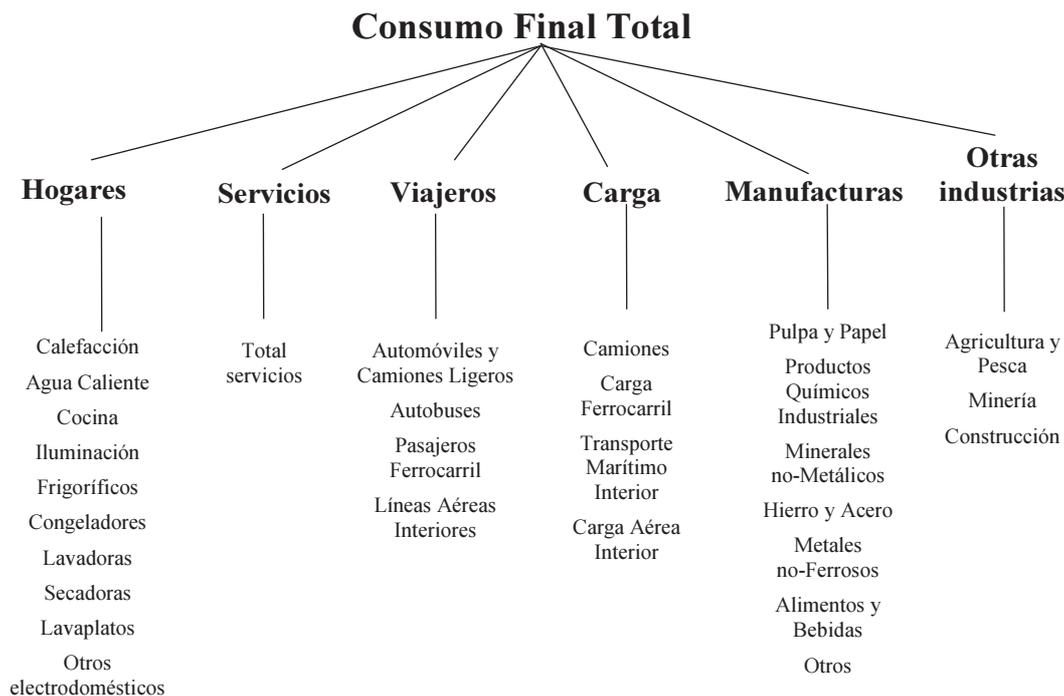


Figura A.3.1. Desagregación en Sectores, Subsectores y Usos Finales

Términos clave

Energía útil: Energía suministrada menos pérdidas estimadas por calderas, hornos, calentadores de agua y demás equipamiento de los edificios; usada para estimar el calor suministrado para calentar los espacios cerrados y el agua.

Actividad o producto: Unidad básica para contabilizar en qué se usa la energía; por ejemplo, en el calentamiento de espacios cerrados, es la superficie calentada; en las manufacturas, es la producción medida como valor agregado en términos reales, como en el producto en toneladas de acero o número de adminículos.

Intensidad energética: Energía ‘consumida’ por unidad de actividad o producto.

Estructura: Se refiere a la combinación de actividades; por ejemplo, combinación modal (camiones, ferrocarril, barcos) en los desplazamientos, usos energéticos finales en los hogares y porcentajes de cada subsector en el valor agregado total de las manufacturas.

Servicios energéticos: Implica los servicios reales para los que se usa la energía: calentamiento de un espacio cerrado concreto a una temperatura normalizada por un periodo de tiempo, etc. Aquí, se obtiene una medida de la demanda de un servicio de energía en un sector a partir de medidas combinadas de actividad y estructura.

Para el análisis de políticas, es indispensable discriminar entre los impactos que repercuten sobre el uso de energía y los que se deben a cambios en la actividad, en la estructura o en la intensidad, ya que la mayoría de las políticas relacionadas con la energía tienen puesto su punto de mira en las intensidades y eficiencias energéticas, a menudo mediante la promoción de nuevas tecnologías. Un seguimiento preciso de los cambios en las intensidades ayuda a medir los efectos de esas nuevas tecnologías. Para separar el efecto de los diversos componentes a lo largo del tiempo, se ha utilizado una descomposición factorial en la que se analizan los cambios en el uso de la energía en un sector mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E} = \mathbf{A} \sum_j \mathbf{S}_j \times \mathbf{I}_j . \quad (\text{A3.1})$$

En esta descomposición,

- E representa la energía total usada en un sector;
- A representa la actividad sectorial global (por ejemplo, el valor agregado en la manufactura);
- S_j representa la estructura sectorial o la combinación de actividades dentro de un subsector j (por ejemplo, los porcentajes que le corresponden en el producto al subsector de las manufacturas j); y
- I_j representa la intensidad energética de cada subsector o uso final j (por ejemplo, la energía usada/dólar estadounidense de valor agregado real),

mientras que el índice j representa a subsectores o usos finales dentro de un sector, como se muestra en la segunda columna de la Tabla A3.1.

Si se establecen índices para los cambios en cada uno de estos componentes a lo largo del tiempo, pueden considerarse como índices de ‘a igualdad de los demás factores’. Describen la evolución del uso de la energía que habría tenido lugar si todos los factores, excepto uno, hubieran permanecido constantes en sus valores para el año base ($t = 0$).³

De aquí se puede calcular el *efecto actividad* como el impacto relativo en el uso de la energía que podría haber ocurrido entre el año $t = 0$ y el año t si la estructura y las intensidades energéticas para un sector hubieran permanecido constantes en sus valores para el año base, mientras que la actividad agregada hubiese seguido su evolución real:

$$\mathbf{A}_t / \mathbf{A}_0 = \mathbf{A}_t \sum_j \mathbf{S}_{j,0} \times \mathbf{I}_{j,0} / \mathbf{E}_0 . \quad (\text{A3.2})$$

³ Hay diferentes técnicas de números-índices que permiten el análisis de estas relaciones a lo largo del tiempo. Aquí, se usa el método de los índices de Laspeyres. El método de Laspeyres ofrece un término residual como resultado de la interacción entre los demás factores en la descomposición. Esto significa que los cambios en los factores de la descomposición no siempre arrojan necesariamente el mismo resultado en relación con los cambios en el uso de la energía. En la mayoría de los casos, el término residual es relativamente pequeño comparado con los efectos de los otros factores.

De manera similar, el cambio hipotético en el uso de energía en el supuesto de una actividad agregada e intensidades energéticas constantes, pero con una estructura sectorial variable – el *efecto estructura* – es

$$\mathbf{S}_t/\mathbf{S}_0 = \mathbf{A}_0 \sum_j \mathbf{S}_{j,t} \times \mathbf{I}_{j,0} / \mathbf{E}_0, \quad (\text{A3.3})$$

y el cambio proporcional en el uso de energía con actividad y estructura constantes, pero con intensidades energéticas variables – el *efecto intensidad* – es

$$\mathbf{I}_t/\mathbf{I}_0 = \mathbf{A}_0 \sum_j \mathbf{S}_{j,0} \times \mathbf{I}_{j,t} / \mathbf{E}_0. \quad (\text{A3.4})$$

Así pues, calculando el impacto relativo sobre el uso de energía a raíz de los cambios habidos en cada uno de estos componentes, los impactos sobre el uso de energía relacionados con la mejora de la eficiencia energética en el uso final (reducciones en las intensidades energéticas) se pueden aislar de los cambios derivados de modificaciones en los componentes de actividad y estructura.

Para cada uno de los sectores definidos *supra*, los índices resultantes pueden, además, combinarse nuevamente y ponderarse a los valores de la energía utilizada en el año base para medir el impacto de los cambios, tanto en las intensidades energéticas como en la actividad económica en sentido amplio y en los componentes estructurales sobre el uso global de energía. En este caso, \mathbf{E} representa el uso de energía a nivel nacional y las ecuaciones de descomposición adoptan la forma

$$\mathbf{E} = \sum_i \mathbf{A}_i \times \sum_j \mathbf{S}_{i,j} \times \mathbf{I}_{i,j}. \quad (\text{A3.5})$$

donde el índice i denota los sectores enumerados en la primera columna de la Tabla A3.1. Reagregando los términos de la descomposición a nivel nacional, pueden realizarse interesantes comparaciones de las innovaciones en materia de energía por unidad de producto interno bruto (PIB). Si se dividen ambos miembros de la ecuación (A3.5) por el PIB, nos dará

$$\mathbf{E}/\text{PIB} = \left(\left(\sum_i \mathbf{A}_i \times \sum_j \mathbf{S}_{i,j} \right) / \text{PIB} \right) \times \sum_{i,j} \mathbf{I}_{i,j}. \quad (\text{A3.6})$$

El producto del efecto actividad (A) y el efecto estructura (S) puede definirse como el *efecto servicios de energía*. Así, la ecuación (A3.6) ayuda a explicar cómo la energía por unidad de PIB se ha modificado a consecuencia de los cambios en la ratio de los servicios de energía respecto del PIB y debido a las variaciones en las intensidades de la energía de uso final. El primer factor refleja el hecho de que la evolución estructural de las economías y las actividades humanas puede ocasionar modificaciones en la demanda de servicios de energía y, por ello, un consumo que resalta o compensa las alteraciones causadas por los cambios en las intensidades energéticas. Por ejemplo, en muchos países el transporte aéreo, medido en pasajeros/km, ha crecido más rápidamente que el PIB, compensando por lo general con creces el descenso en la intensidad del transporte aéreo (energía por pasajero/km), con el resultado de un incremento en el uso de energía del transporte aéreo por unidad de PIB. Por otra parte, los cambios estructurales que han supuesto el abandono de las

industrias de manufacturas que consumen mucha energía han potenciado el efecto de unas intensidades sectoriales reducidas en muchos lugares, acelerando así la pérdida de energía por unidad de PIB. Por ello, resulta imprescindible medir el impacto de estos cambios en la relación entre servicios de energía y PIB para entender cómo la ratio de uso de energía respecto del PIB va modificándose con el tiempo.⁴

La evolución en el indicador de servicios de energía con referencia al PIB contribuye a mostrar hasta qué punto el cambio en la energía por unidad de PIB es debido a factores distintos de las modificaciones en las intensidades energéticas. Por otra parte, el índice de intensidad energética a escala del país (el término I en la ecuación A3.6) refleja el impacto de las intensidades a nivel nacional. A este resultado se llega ponderando los efectos de la intensidad energética sectorial (ecuación A3.4) al valor del uso de energía en el año base.

La discriminación entre los efectos de los servicios de energía y los efectos de la intensidad energética es importante desde la perspectiva de las políticas, ya que muy pocas veces la restricción de la demanda de servicios de energía se ha convertido en un objetivo de las medidas. Este método de descomposición permite observar los impactos de los elementos de las políticas relacionados con la intensidad energética, aislándolos de los cambios en los componentes de estructura y actividad del uso de energía. Ésto ayuda no sólo a determinar en qué aspectos pueden ser más efectivas las políticas, sino también a supervisar los progresos logrados una vez que se hayan aplicado.

⁴ Cabe ampliar la descomposición presentada en este anexo para abordar los cambios en las emisiones de CO₂, mediante la introducción de la dimensión de la combinación de combustibles. Este enfoque puede utilizarse para evaluar cómo descomponer los cambios en las emisiones de CO₂ por PIB en cambios en la eficiencia del suministro y combinación de combustibles, combinación de combustibles en la energía final, efecto de intensidad en el uso final y ratio de servicios de energía respecto del PIB. El enfoque proporciona pues, un marco para cuantificar el impacto relativo que cada uno de estos factores tiene sobre las tendencias de las emisiones de CO₂ por PIB. Dado que todos estos factores, con la excepción de la ratio de servicios de energía respecto del PIB, están representados por alguno de los indicadores ECO presentados en esta publicación, este enfoque de descomposición puede contribuir a ponderar el impacto sobre las tendencias globales de las emisiones de CO₂ en relación con los indicadores ECO pertinentes. Para más detalles sobre cómo descomponer las emisiones de CO₂, ver: *AIE, 2004 Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*. París, Francia: Agencia Internacional de Energía.

ANEXO 4: UNIDADES Y FACTORES DE CONVERSIÓN¹

Tabla A4.1: Factores generales de conversión para la energía

A:	TJ	Gcal	Mtep	MBtu	GWh
De:	Multiplicar por:				
Terajulio (TJ)	1	238,8	$2,388 \times 10^{-5}$	947,8	0,2778
Gigacaloría (Gcal)	$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163 \times 10^{-3}$
Millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep)	$4,1868 \times 10^4$	10^7	1	$3,968 \times 10^7$	11 630
Millones de unidades térmicas británicas (MBtu)	$1,0551 \times 10^{-3}$	0,252	$2,52 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Gigavatio-hora (GWh)	3,6	860	$8,6 \times 10^{-5}$	3412	1

Tabla A4.2: Factores de conversión para la masa

A:	kg	t	tl	tc	lb
De:	Multiplicar por:				
Kilogramo (kg)	1	0,001	$9,84 \times 10^{-4}$	$1,102 \times 10^{-3}$	2,2046
Tonelada (t)	1 000	1	0,984	1,1023	2 204,6
Tonelada larga (tl)	1 016	1,016	1	1,120	2 240,0
Tonelada corta (tc)	907,2	0,9072	0,893	1	2 000,0
Libra (lb)	0,454	$4,54 \times 10^{-4}$	$4,46 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	1

Tabla A4.3: Factores de conversión para el volumen

A:	gal EE.UU.	Gal Reino Unido	bl	ft ³	l	m ³
De:	Multiplicar por:					
Galón EE.UU. (gal)	1	0,8327	0,02381	0,1337	3,785	0,0038
Galón Reino Unido (gal)	1,201	1	0,02859	0,1605	4,546	0,0045
Barril (bl)	42,0	34,97	1	5,615	159,0	0,159
Pie cúbico (ft ³)	7,48	6,229	0,1781	1	28,3	0,0283
Litro (l)	0,2642	0,220	0,0063	0,0353	1	0,001
Metro cúbico (m ³)	264,2	220,0	6,289	35,3147	1000,0	1

Tabla A4.4: Múltiplos y Submúltiplos Decimales

10 ¹	deca (da)	10 ⁻¹	deci (d)
10 ²	hecto (h)	10 ⁻²	centi (c)
10 ³	kilo (k)	10 ⁻³	milli (m)
10 ⁶	mega (M)	10 ⁻⁶	micro (μ)
10 ⁹	giga (G)	10 ⁻⁹	nano (n)
10 ¹²	tera (T)	10 ⁻¹²	pico (p)
10 ¹⁵	peta (P)	10 ⁻¹⁵	femto (f)
10 ¹⁸	exa (E)	10 ⁻¹⁸	atto (a)

¹ Fuente: Agencia Internacional de Energía.



La presente publicación contiene un conjunto de indicadores energéticos para el desarrollo sostenible y constituye un instrumento analítico versátil para que los países sigan de cerca sus progresos en relación con la energía para el desarrollo sostenible. El marco temático, las directrices, las metodologías y los indicadores energéticos que figuran en esta publicación son reflejo de los conocimientos especializados de cinco organismos y organizaciones internacionales (Organismo Internacional de Energía Atómica, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de la Energía, Eurostat y Agencia Europea de Medio Ambiente) reconocidos en todo el mundo como líderes en estadísticas y análisis de energía y medio ambiente. En el informe se reseñan directrices generales y hojas de metodología específicas para que estadígrafos, analistas, encargados de formular políticas y académicos las utilicen en sus esfuerzos por analizar los efectos de las políticas energéticas en las dimensiones sociales, económicas y ambientales del desarrollo sostenible.