



Consejo Económico y
Social

Distr.
GENERAL

E/C.13/1994/6
10 de enero de 1994
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITE DE FUENTES DE ENERGIA NUEVAS
Y RENOVABLES Y DE ENERGIA PARA EL
DESARROLLO

Primer período de sesiones
7 a 18 de febrero de 1994
Tema 3 c) del programa provisional*

ENERGIA Y DESARROLLO SOSTENIBLE: UTILIZACION EFICIENTE
DE LOS RECURSOS ENERGETICOS

Transferencia de técnicas poco contaminantes de uso
del carbón a los países en desarrollo

Informe del Secretario General

Resumen

La expresión "técnicas poco contaminantes de uso del carbón" abarca una variedad de métodos que reducen las cantidades de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas generadas durante la combustión en centrales eléctricas que queman carbón, o que reducen las emisiones de esos contaminantes. Estas emisiones deben reducirse porque producen un aire ambiental nocivo para la salud, contribuyen a la formación de "lluvia ácida" y promueven la formación de "smog" en la superficie y el agotamiento del ozono a gran altitud. Actualmente existen técnicas poco contaminantes de uso del carbón de probada eficacia en condiciones comerciales que pueden aplicarse en centrales eléctricas existentes. En el presente informe se examinan cuestiones relacionadas con la transferencia de estas técnicas a los países en desarrollo y los obstáculos a dicha transferencia.

* E/C.13/1994/1.

INDICE

	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1 - 9	3
I. TECNICAS POCO CONTAMINANTES DE USO DEL CARBON . .	10 - 20	4
A. Técnicas de precombustión	11 - 14	5
B. Técnicas de combustión y postcombustión . . .	15 - 19	6
C. Técnicas de conversión	20	7
II. CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA	21 - 44	7
A. Consideraciones de planificación	21 - 28	7
B. Consideraciones técnicas	29 - 38	9
C. Consideraciones económicas y de política . .	39 - 44	12

INTRODUCCION

1. El carbón es una fuente abundante de energía que ha contribuido a satisfacer las necesidades de la humanidad desde los comienzos de la era industrial. Hoy en día, la preocupación por un posible calentamiento de la Tierra y por la lluvia ácida hace que el carbón sea a menudo blanco de críticas, ya que se lo considera una importante fuente de degradación ambiental a nivel local, nacional y mundial. Sin embargo, para muchos países en desarrollo el uso del carbón para su desarrollo energético y económico es la única alternativa viable en el futuro previsible. La pregunta que se plantean esos países no es "¿Debemos usar carbón? sino "¿Cómo usaremos el carbón?".

2. En primer lugar, cabe señalar que muchos de los problemas ambientales mencionados ya se han resuelto. Sin embargo, la integración de técnicas de uso del carbón inocuas para el medio ambiente en la planificación energética en los países en desarrollo exige reconsiderar los verdaderos costos y beneficios del uso del carbón y adoptar nuevos métodos de transferencia de tecnología y financiación de proyectos energéticos. En particular, las empresas de servicios públicos y los ministerios de energía conexos deben elaborar nuevos mecanismos para la participación de los sectores privados nacional y extranjero.

3. El término "técnicas poco contaminantes de uso del carbón" se refiere a una nueva generación de técnicas modernas de utilización del carbón que son menos contaminantes y, en muchos casos, más eficientes y menos costosas que los procesos habituales. Estos nuevos sistemas de generación de energía y reducción de la contaminación son el resultado de años de investigación y desarrollo en centenares de laboratorios estatales y privados en todo el mundo. Varios países industrialmente avanzados, a saber, el Japón, los Estados Unidos de América y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, están llevando a cabo programas de investigación para demostrar y evaluar técnicas poco contaminantes del uso de carbón. Estos programas abarcan la química del carbón, la combustión del carbón y la reducción de la contaminación. El paso fundamental es la transferencia de los resultados de los ensayos de laboratorio al mercado, particularmente en los países en desarrollo. Si su viabilidad pudiera demostrarse, las técnicas poco contaminantes de uso del carbón ofrecerían la posibilidad de un medio ambiente más limpio y de costos más bajos, al contribuir a resolver problemas relacionados con la lluvia ácida, el cambio climático mundial, las necesidades futuras de energía y la seguridad energética.

4. Las técnicas poco contaminantes de uso del carbón comprenden métodos para reducir las cantidades de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas generadas durante la combustión en las centrales eléctricas alimentadas con carbón, y para reducir la emisión de esos contaminantes. Las Naciones Unidas han adoptado una definición más amplia, que abarca todas las innovaciones tecnológicas que reducen los efectos en el medio ambiente en cualquier punto del ciclo del uso del carbón. Comprende las actividades de extracción y transporte, además de las técnicas de precombustión, la combustión, la postcombustión y la conversión.

5. Las emisiones indeseables de las centrales eléctricas que se procura eliminar o reducir con esas técnicas se limitaban inicialmente a los óxidos de

azufre (principalmente SO_2) y de nitrógeno (N_2O , NO , NO_2 , etc., denominados colectivamente NO_x), y a las partículas. Recientemente se ha añadido a esa lista el monóxido de carbono. El Organismo para la Protección del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos ha establecido recientemente límites para varias otras emisiones indeseables de oligoelementos contenidos en el carbón o generadas en pequeñas cantidades durante la combustión, que se denominan a veces colectivamente "sustancias tóxicas atmosféricas".

6. Las emisiones de SO_2 y NO_x son contaminantes que reducen la calidad del aire ambiental, dañan la vegetación y agravan las enfermedades de las vías respiratorias. Actúan también como precursoras en la formación de lluvia ácida, cuya mitigación fue el objetivo que impulsó el desarrollo de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón. Por ahora no está claro si los métodos propuestos para reducir las emisiones de CO_2 (un "gas de efecto invernadero" que puede estar contribuyendo al calentamiento del clima terrestre mediante su absorción de radiación infrarroja reflejada) deben considerarse técnicas poco contaminantes de uso del carbón.

7. Debe señalarse que las técnicas poco contaminantes de uso del carbón surgieron debido a un descontento general con el alto costo y el bajo rendimiento de los sistemas de desulfuración de los gases de combustión (denominados comúnmente lavadores) disponibles en el mercado en aquel momento. Sin embargo, la expresión "técnicas poco contaminantes de uso del carbón" tal como se usa actualmente, abarca también los sistemas de desulfuración de los gases de combustión, tanto por vía humedad como en seco con cal y caliza, que el programa de técnicas poco contaminantes de uso del carbón se propuso reemplazar o mejorar.

8. Muchas de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón que se han seleccionado con fines de investigación no se han probado aún en la práctica. Otras técnicas, tales como la inyección de sorbentes en conductos, si bien se encuentran aún en las primeras etapas de demostración, parecen ser muy prometedoras y, en vista de su bajo costo previsto y de su aplicación relativamente sencilla, podrán transferirse fácilmente a los países en desarrollo.

9. Los sistemas para el control de partículas que ya existían en el momento de iniciarse los programas de técnicas poco contaminantes de uso del carbón, tales como los precipitadores electrostáticos y las cámaras de filtros de bolsa, se incluyen a veces en la actual definición amplia de dichas técnicas. En vista de que el diseño y el funcionamiento de esos sistemas se describen en textos corrientes de ingeniería, no se los considerará en el presente informe. Sin embargo, se examinarán los efectos en su rendimiento de otras técnicas poco contaminantes de uso del carbón.

I. TECNICAS POCO CONTAMINANTES DE USO DEL CARBON

10. Las técnicas que se describen brevemente a continuación pueden clasificarse según la etapa en que se apliquen, a saber, precombustión, combustión y

postcombustión, o conversión. En el cuadro se proporciona una lista de todas las técnicas poco contaminantes de uso del carbón.

A. Técnicas de precombustión

11. La depuración del carbón es una técnica beneficiosa de precombustión que puede usarse para reducir el contenido de cenizas y azufre en el carbón. El carbón, al ser extraído, contiene diversas formas de carbono y azufre, humedad, gases combustibles, nitrógeno, a menudo sodio y potasio, materiales inertes que producen principalmente cenizas después de la combustión, y una variedad de elementos indeseables, tales como mercurio, que pueden encontrarse en las cenizas o que se vaporizan durante la combustión. La depuración del carbón se empleó inicialmente para reducir los materiales inertes en el carbón usado en la siderurgia y el costo del transporte del carbón a larga distancia. También mejoraba el rendimiento y reducía las necesidades de conservación de las calderas alimentadas con carbón. El lavado de carbón con agua es el método más común de depuración del carbón. Puede usarse aire cuando no se dispone de agua. Es importante señalar que el lavado del carbón elimina también un porcentaje importante del azufre pirítico (FeS_2) contenido en el carbón. El carbón puede depurarse en diversas medidas.

12. La depuración del carbón ha evolucionado hasta el punto en que actualmente abarca diversas técnicas modernas que incluyen la adición de productos químicos (depuración química del carbón) u otras formas de energía. Varios de estos métodos, tales como la aglomeración selectiva y la flotación avanzada por espuma, están siendo estudiados actualmente por laboratorios y empresas privadas. Son aplicables a procesos de conversión del carbón en combustibles líquidos o gaseosos. Consumen mucha energía, son bastante costosos y no se examinarán en el presente documento.

13. La utilidad de la depuración física del carbón para reducir emisiones y mejorar el rendimiento de las centrales eléctricas alimentadas con carbón se conoce desde hace tiempo. La reducción del contenido de materia inerte que se encuentra habitualmente en el carbón permite mejorar el rendimiento de las calderas, reducir los gastos de conservación y limitar la necesidad de pulverizadores. La reducción de las cenizas, que provocan el desgaste del equipo y la erosión de los conductos y que, una vez que se depositan en los conductos, pueden obstaculizar la transferencia de calor, limita la necesidad de precipitadores y de manipulación de las cenizas.

14. La depuración física del carbón ya era un método bien establecido antes de que se comenzara a hacer hincapié en las técnicas poco contaminantes de uso del carbón, aunque actualmente se sigue desarrollando equipo nuevo y mejorando el existente. Sin embargo, hasta hace poco no se había valorado debidamente la contribución de la depuración del carbón a la reducción de emisiones de las centrales eléctricas. Un motivo para ello puede haber sido el hecho de que la depuración física del carbón sólo elimina el azufre vinculado con las piritas en el carbón y no el azufre "orgánico". Aparentemente, no se había reconocido la frecuente presencia del azufre pirítico, la magnitud de su contribución a la generación de emisiones de SO_2 y la relativa facilidad con que se lo podía

eliminar. El carbón pirítico se encuentra, e incluso predomina, en muchas partes del mundo, y contribuye significativamente a las emisiones de SO_2 . Eso ocurre en los Estados Unidos, donde un estudio de la EPA realizado en 1983 determinó que en 24 centrales eléctricas de capacidad superior a los 500 MW, que quemaban carbón con un contenido de azufre superior al 1% y carecían de sistemas de desulfuración de gases de combustión, el lavado del carbón había permitido una reducción media del 29% en las emisiones de azufre.

B. Técnicas de combustión y postcombustión

15. Las técnicas de combustión y postcombustión pueden dividirse en categorías, según el contaminante que procuran reducir: por ejemplo, técnicas de reducción de SO_2 , técnicas de reducción de NO_x , o técnicas combinadas de reducción de SO_2 y NO_x .

16. Las técnicas de reducción de SO_2 comprenden principalmente los sistemas de desulfuración de gases de combustión. Eliminan el azufre mediante una reacción química con sorbentes alcalinos (generalmente cal o caliza) que se inyectan en la corriente de gases luego de la combustión. Estos sistemas de desulfuración también se conocen como "lavadores" porque la depuración de los gases de combustión se puede comparar con un "lavado". Los lavadores pueden eliminar más del 90% del SO_2 de los gases de combustión de las centrales eléctricas que queman carbón con un alto contenido de azufre. Se puede alcanzar una eficiencia superior al 95% con reactivos mejorados.

17. Entre las técnicas de reducción de NO_x figuran los quemadores de baja emisión de NO_x , la combustión por etapas, el requemado (con gas natural o con carbón), la reducción catalítica selectiva y la reducción no catalítica selectiva. Entre los procesos de reducción de emisiones de NO_x durante la combustión cabe mencionar modificaciones de la combustión que reducen las emisiones de NO_x mediante la introducción de aire o de combustible en diversos momentos durante la combustión ("combustión por etapas" y "alimentación de combustible por etapas", respectivamente). También se usan el requemado de combustible y otros métodos. Cada uno de esos métodos, usado por sí mismo, puede lograr por lo general reducciones de hasta un 50% en las emisiones de NO_x y, en combinación con otros métodos, de hasta un 90%. Para que la reducción de las emisiones de NO_x tenga éxito, es necesario contar con instrumentos precisos para la medición y el control del flujo de combustible y aire, y para la medición de las temperaturas y el nivel de NO_x . La reducción de la cantidad de NO_x luego de la combustión puede realizarse por diversos métodos. Uno de ellos, la reducción no catalítica selectiva, consiste en inyectar y mezclar amoníaco, urea u otros compuestos de nitrógeno en la corriente de gases de combustión, a la concentración y temperatura apropiadas. Otro método, la reducción catalítica selectiva, también utiliza la inyección de un compuesto de nitrógeno, pero la reducción de NO_x ocurre principalmente después de la combustión en una matriz de catalizadores tales como vanadio, platino o titanio.

18. Entre las técnicas para el control conjunto de SO_2 y NO_x figuran la combustión en lecho fluidizado (a saber, la combustión atmosférica en lecho fluidizado, la combustión en lecho fluidizado circulante y la combustión en

lecho fluidizado a presión) la depuración del carbón y técnicas complementarias. Además de poder quemar carbón de baja calidad de diversas características, las calderas de combustión en lecho fluidizado tienen la ventaja de generar niveles reducidos de NO_x y eliminar la necesidad de lavadores. El SO_2 puede eliminarse durante el proceso de combustión añadiendo sorbente al material del lecho, para absorber el SO_2 a medida que éste se forma durante la combustión.

19. Las técnicas poco contaminantes de uso del carbón también se denominan "de modernización" o de "sustitución" del equipo de generación. Las técnicas de modernización reducen las emisiones sin aumentar sustancialmente la capacidad de la planta, mientras que la sustitución del equipo de generación permite en general lograr una capacidad superior a la anterior.

C. Técnicas de conversión

20. Ciertos procesos convierten al carbón en combustibles líquidos o gaseosos menos contaminantes, es decir, combustibles que no contienen azufre o nitrógeno. Otros procesos permiten eliminar los compuestos de azufre o nitrógeno en una etapa intermedia antes de la combustión. Entre esas técnicas figuran diversos procesos patentados de conversión, varios procesos de depuración de los combustibles líquidos o gaseosos obtenidos, y varios procesos de gasificación integrada en ciclo combinado, en los que el carbón se convierte en un combustible gaseoso de poder calorífico bajo a elevado mediante la combustión con inyección de vapor (y el uso de oxígeno en vez de aire, si se requiere un gas con alto poder calorífico). En los procesos de gasificación integrada de ciclo combinado, el gas sintético no se almacena ni se transporta, sino que se depura y se alimenta inmediatamente a turbinas de gas para generar energía eléctrica. La gasificación y la generación de electricidad están integradas para minimizar las pérdidas que acompañan por lo general a la gasificación. Estos procesos han sido adecuadamente estudiados y están listos para su comercialización.

II. CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

A. Consideraciones de planificación

21. La selección de una técnica poco contaminante de uso del carbón para modernizar una central eléctrica no es un procedimiento sencillo, porque entran en juego numerosos factores económicos y técnicos, y no se puede hacer en forma aislada, considerando únicamente la central de que se trate y las diversas técnicas disponibles. Por lo general, estas decisiones se realizan en el contexto de una estrategia de cumplimiento de la reglamentación ambiental, a fin de respetar los límites concretos fijados mediante leyes u otros acuerdos para las emisiones de diversas fuentes o para las tasas de emisión globales de toda una región a lo largo de cierto período de tiempo. Como mínimo, debe considerarse la contribución de cada central a la composición y al nivel de las emisiones generadas en el país. Por ejemplo, si una central eléctrica funciona infrecuentemente, aunque desde el punto de vista técnico los lavadores podrían constituir una opción adecuada entre las técnicas poco contaminantes de uso del

carbón, su elevado costo inicial sugiere que sería más conveniente cerrar definitivamente la planta o explotarla infrecuentemente quemando un combustible poco contaminante de alto costo como gas natural o fuel óleo de bajo contenido de azufre. Los lavadores podrían ser preferibles en el caso de una central eléctrica de carbón relativamente nueva de carga base, cuya explotación continua a factores de capacidad elevados permitiría reducir el costo adicional por kilovatio/hora debido a la instalación del lavador.

22. Otro factor que complica la selección de una técnica menos contaminante de uso del carbón es el hecho de que, en el caso de una central eléctrica antigua, será conveniente modernizar la central (y posiblemente aumentar su capacidad) al instalar dicha técnica, para poder ampliar la vida útil de la planta. El elevado costo de la instalación de la mayoría de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón no se justifica a menos que pueda amortizarse a lo largo de varios años de explotación de la planta.

23. Por otra parte, cuando se desea mantener las emisiones de varias centrales eléctricas en toda una región por debajo de ciertos límites, es más económico reducir drásticamente las emisiones de SO₂ mediante la instalación de lavadores en las centrales de carga base más grandes, sin modificar las demás centrales, y dejando que éstas sigan funcionando como antes sin dispositivos de reducción de emisiones. Si se dispone de sorbente de buena calidad (cal o caliza) de origen local y de bajo costo, los lavadores pueden eliminar el SO₂ de los gases de combustión a un costo razonable y con una eficiencia del 98%. Los sistemas de inyección de sorbente en los conductos tienen un costo de instalación menor que los lavadores pero son menos eficientes para eliminar SO₂. En el caso de varias centrales eléctricas, el análisis técnico-económico, dejando de lado los demás factores, puede ser bastante complicado. Conviene realizarlo en computadoras con hojas de cálculo electrónicas que permiten ajustar constantemente las diversas variables.

24. Sin embargo, el cumplimiento de la reglamentación ambiental no se limita en general a un análisis económico y técnico de todo el sistema de generación de electricidad. La adopción de una estrategia para la reducción de emisiones de las centrales eléctricas puede afectar gravemente la economía de un país. Por ejemplo, en los países menos desarrollados que dependen de carbón local de baja calidad, su sustitución por carbón de mejor calidad (menos contaminante) o por otros combustibles podría significar no sólo el uso de divisas escasas, sino también la clausura de minas locales y un aumento considerable del desempleo.

25. La planificación de una estrategia para la reducción de emisiones es pues una tarea multifacética y compleja. No sólo deben tenerse en cuenta los recursos de combustible, el sector de generación de energía eléctrica y el sector industrial del país (y su crecimiento previsto) sino también sectores tales como el transporte y la calefacción y refrigeración residenciales y comerciales. A menudo un programa global que use métodos apropiados para cada sector puede alcanzar reducciones considerables en las emisiones totales, a un costo menor que programas sectoriales aislados.

26. Es imposible exagerar la importancia de disposiciones legislativas concretas para la selección de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón

que se han de usar en un país (y para el costo total de un programa de reducción de las emisiones). Estas disposiciones pueden indicar la manera en que se han de medir, registrar y promediar las emisiones a lo largo del tiempo, la edad y el tamaño de las calderas a las que se aplicarán los límites para las emisiones, la manera en que se han de promediar las emisiones por superficie, etc. Por ejemplo, si la legislación permite expresar las emisiones en forma de promedios mensuales o anuales, se podrán lograr economías considerables, ya que se podrá eliminar equipo superfluo que se necesitaría si los límites de las emisiones se expresaran como promedios horarios o diarios.

27. En vista de que las emisiones de las centrales eléctricas no respetan las fronteras nacionales, los programas y la legislación de reducción de emisiones deben planificarse sobre una base regional. En caso contrario, un programa costoso de reducción de emisiones en un determinado país puede beneficiar a su vecino a sotavento, mientras que la calidad del aire dentro de sus propias fronteras puede ser afectada por emisiones no controladas procedentes del lado del viento.

28. A continuación se indican algunas de las normas actuales para los niveles admisibles de emisiones de centrales eléctricas en los Estados Unidos y en Alemania. En los Estados Unidos, las emisiones de SO₂ de centrales eléctricas existentes de más de 100 MW deben reducirse a menos de 2,5 libras por millón de BTU de insumo energético (aproximadamente 4,5 kg por millón de kcal) para 1995 y a 1,2 libras por millón de BTU (aproximadamente 2,2 kg por millón de kcal) para el año 2000. Para 1995, deberán instalarse en estas centrales quemadores con niveles reducidos de emisión de NO_x. Las centrales eléctricas nuevas en los Estados Unidos deberán reducir las emisiones de SO₂ en un 70% a un 90%, según el contenido de azufre del carbón. En Alemania, que tiene la legislación ambiental más estricta de Europa, las emisiones de SO₂ de las centrales eléctricas de más de 110 MW deben ser inferiores a las 0,3 libras por millón de BTU (aproximadamente 0,5 kg por millón de kcal) y las emisiones de NO_x deben ser inferiores a las 100 partes por millón en volumen.

B. Consideraciones técnicas

29. La depuración física del carbón no ha recibido mucha atención porque, en la mayoría de los casos no puede, por sí misma, eliminar azufre suficiente como para cumplir con las actuales normas en materia de emisiones de los países desarrollados. Sin embargo, es una técnica particularmente indicada para los países en desarrollo y los países de Europa oriental que dependen actualmente del carbón para generar energía eléctrica y no pueden permitirse el alto costo de los lavadores. La depuración física del carbón es sencilla y económica, y usa equipo sencillo que puede producirse localmente. Aunque no es tan eficaz como los lavadores, puede reducir las emisiones lo suficiente como para permitir que se siga utilizando carbón local que dejaría de ser económicamente viable si se usaran otras técnicas. Además, si se combina con otras técnicas de bajo costo, tales como la combustión de la corriente de desechos de la planta de depuración de carbón en una caldera de lecho fluidizado o la inyección de sorbentes antes y después de la combustión, la depuración física del carbón puede reducir aún más las emisiones de SO₂.

30. Los planificadores del sector energético y los dueños y operadores de las compañías de electricidad de los países en desarrollo deben escoger frecuentemente entre la instalación de nueva capacidad (basada en técnicas poco contaminantes de uso del carbón) y la rehabilitación de equipo existente (con la posibilidad de instalar controles de proceso que reduzcan la contaminación). En el Programa 21 se indica que las actividades para promover el desarrollo sostenible de la energía deben prestar "especial atención a la rehabilitación y la modernización de los sistemas de generación de energía, en particular en los países en desarrollo"¹. Desde los puntos de vista técnico y financiero, particularmente a corto plazo, para las compañías de electricidad es más interesante promover soluciones de alto rendimiento energético que utilicen mejor la capacidad existente que aumentar la capacidad (aún si dicho aumento se basara en una técnica poco contaminante. El costo adicional de mejorar la eficiencia es menor que el costo de la capacidad nueva, y es posible prolongar la vida útil de una central eléctrica existente o reemplazar su equipo generador en un plazo relativamente breve. La instalación opcional de controles de proceso que reduzcan la contaminación se debe evaluar a la luz del impacto ambiental y de los recursos financieros disponibles.

31. Los criterios habituales de planificación basados en el cálculo de los costos mínimos están complementando y, en algunos casos, reemplazando con otros métodos tales como hipótesis, optimización estocástica, valoración financiera y selección estratégica entre diversos riesgos. Aunque muchos de estos instrumentos de planificación tienen la capacidad intrínseca de incorporar consideraciones ambientales en el proceso de decisión, la imposibilidad de obtener suficientes datos ambientales de referencia puede impedir una evaluación completa de los costos y beneficios ambientales. En tales casos será imposible evaluar adecuadamente las técnicas poco contaminantes de uso del carbón elaboradas en respuesta a normas o directrices ambientales.

32. Para analizar las ventajas y desventajas de las distintas opciones se han elaborado y usado modelos cada vez más complejos, incluidos modelos que incorporan el análisis de los costos y beneficios ambientales en el proceso de planificación. Sin embargo, su uso por las empresas eléctricas de los países en desarrollo ha sido limitado. Tres de los factores que limitan su uso son los costos de adquirir información cuantitativa suficiente y fiable, los aspectos subjetivos de la aplicación de factores de ponderación y la falta de aceptación por parte de los planificadores.

33. En el pasado, el término "información cuantitativa" se refería a las especificaciones técnicas del equipo, incluidos los costos de capital y los costos de explotación previstos, la eficiencia técnica y las proyecciones del costo del combustible. Si bien esta información puede obtenerse hoy en los países en desarrollo más fácilmente que en el pasado, actualmente se está prestando más atención a la obtención de datos ambientales de referencia que se puedan medir (y que por consiguiente, sean teóricamente cuantificables). Pocos países pueden iniciar y mantener al día inventarios ambientales detallados. Cuando se los ha usado, su utilidad ha sido cuestionable en vista de su costo. Los encargados de la planificación energética, los inversionistas, los proveedores de equipo y otros organismos públicos se beneficiarían del uso de un enfoque único de evaluación ambiental que tuviera en cuenta la utilidad de

criterios de diagnóstico inicial y de normas sustitutivas; además de las metodologías de cuantificación.

34. Las empresas de servicios públicos se resisten a hacer inversiones que entrañen gastos iniciales importantes en un clima de incertidumbre legislativa, incluida la posibilidad de impuestos sobre el uso del carbono a consecuencia de convenciones internacionales sobre el clima encaminadas a combatir el calentamiento de la Tierra. Si bien no existe una solución inmediata, este hecho señala la necesidad de tener presente el factor de la incertidumbre en los pronósticos y los análisis financieros.

35. Las compañías de electricidad, tanto en los países en desarrollo como en los países industrializados son, por su propia naturaleza, muy cautelosas, y su principal objetivo es asegurar la fiabilidad del suministro de electricidad. Por consiguiente, para poder atraer el interés de los empresarios o inversionistas, las técnicas "nuevas" deben primero demostrar plenamente su utilidad. El problema radica en gran medida en la percepción del riesgo, y por ello conviene dar seguridades de que las nuevas técnicas podrán aplicarse con éxito en toda situación. Una solución posible es que los creadores o vendedores demuestren primero cabalmente la viabilidad de la técnica en un país desarrollado y no se apresuren a transferirla a los países receptores. Es más económico y menos riesgoso para el sector privado comprobar primero la viabilidad de la técnica en un ambiente más controlado y evitar así el fracaso de programas costosos de demostración.

36. Los fundamentos técnicos de la adopción de decisiones en materia de técnicas poco contaminantes de uso del carbón son intrínsecamente complejos y exigen además una profunda capacitación en la evaluación financiera de proyectos. Sin embargo, en muchos países en desarrollo es a menudo bastante difícil que el personal técnico y profesional tenga acceso a tal capacitación. En primer lugar, existe la impresión de que la energía no es una esfera "prestigiosa", así como el temor de que los profesionales que hayan recibido capacitación sean más propensos a cambiar de puesto en busca de mejor sueldo y de mayores oportunidades en otra parte. Además, frecuentemente el personal superior no tiene tiempo para participar en programas prolongados de capacitación. Si bien se están considerando nuevos métodos, tales como el intercambio de personal entre la organización que imparte la capacitación y la organización receptora, y se están usando nuevos instrumentos de capacitación (por ejemplo, transmisiones de televisión en vivo a distancia y videocintas especializadas), es necesario prestar más atención a comunicar los beneficios de la capacitación a la empresa o al ministerio correspondiente.

37. La transferencia de tecnología exige también comprender el medio institucional y los aspectos físicos de los proyectos en el país en desarrollo. Desde este punto de vista, la tecnología no consiste únicamente en equipo y conocimientos, sino también en arreglos institucionales de apoyo y estructuras de estímulo. En condiciones ideales, la evaluación de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón debería individualizar todas las instituciones y organizaciones de investigación pertinentes, teniendo en cuenta su capacidad funcional y sus requerimientos estatutarios. Esta información también se

necesita para poder aumentar a largo plazo la capacidad mediante la formación del personal técnico y directivo.

38. La capacidad de evaluar correctamente las técnicas poco contaminantes de uso del carbón se basa en un profundo conocimiento de la química del carbón y de la física de la combustión del carbón. Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo la posibilidad de realizar las investigaciones básicas necesarias está limitada por la falta de fondos y de infraestructura. Otra solución sería establecer mecanismos más constructivos de cooperación entre los países en desarrollo y los países desarrollados, en el espíritu del diálogo entre el Norte y el Sur. Se podrían establecer programas amplios para evaluar técnicas apropiadas de generación de energía a partir del carbón. Desde el punto de vista técnico, trataría de un proceso conjunto intergubernamental o regional. Semejante programa podría incluir las actividades siguientes: individualización de tecnologías, evaluación, clasificación, selección, investigación y desarrollo, demostración de prototipos, comercialización y difusión.

C. Consideraciones económicas y de política

39. Una consideración cada vez más importante para cualquier país en desarrollo, y particularmente para los que se estén industrializando rápidamente, es un abastecimiento seguro de energía mediante la diversificación de las fuentes de energía eléctrica, incluidos los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovable. Las técnicas poco contaminantes de uso del carbón deben evaluarse teniendo presente esta consideración. En el gráfico que aparece más adelante se muestra el aumento en los últimos años de la necesidad de reducir las emisiones de las centrales eléctricas en los países industrializados y el correspondiente aumento en el costo del equipo para reducir las emisiones en centrales eléctricas nuevas (más del 30% del costo total). El costo de instalar y usar técnicas poco contaminantes de uso del carbón en centrales eléctricas existentes es aún más elevado y supera a menudo al costo inicial de las centrales. Cabe señalar que esta nueva inversión, aunque necesaria, no redundará en producción adicional que pueda venderse, y sólo aumenta el costo de la electricidad generada.

40. En el pasado, las estructuras financieras y la reglamentación habituales otorgaban a los gobiernos un papel central en la estructura patrimonial y la gestión de los proyectos. Las nuevas modalidades de financiación de técnicas poco contaminantes de uso del carbón crearán nuevos papeles para los gobiernos. En algunos casos, ese papel se limitará a las etapas técnicas y de explotación del proyecto. Además de la pérdida de control que ello significa, las nuevas estructuras pueden generar oposición institucional entre los directivos y los empleados.

41. Un importante problema administrativo y político es el que plantean las relaciones con los empleados y los sindicatos cuando se adoptan nuevas técnicas de uso del carbón. Una mayor eficiencia lleva inevitablemente a reducciones en la plantilla del establecimiento afectado. Ello, por supuesto, no es un problema exclusivo de los países en desarrollo. En los Estados Unidos, el empleo en el sector de generación de energía eléctrica ha disminuido en un 25%

el año pasado, y se prevén más reducciones. Sin embargo, el mejoramiento de la seguridad en el trabajo hecho posible por muchas de las nuevas técnicas, junto con incentivos financieros para los trabajadores separados de la empresa, traslados, o incluso la venta de la empresa a los empleados, pueden mitigar considerablemente la oposición a los cambios. Idealmente, los promotores de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón deberían tratar de asegurar la participación de socios locales en inversiones conjuntas en el sector privado, lo que ayudaría a determinar y definir las cuestiones estratégicas a largo plazo.

42. Los proyectos privados de generación de energía eléctrica y los productores independientes de electricidad pueden constituir una alternativa interesante, desde el punto de vista financiero y ambiental, a los programas de expansión de la capacidad, y pueden proporcionar incentivos para que las empresas de generación de energía eléctricas estatales y paraestatales modifiquen las tarifas y los procedimientos de explotación existentes. Aun cuando las empresas eléctricas estatales o paraestatales decidan otorgar subsidios a determinados sectores de la población, la determinación de los precios conforme al costo marginal debe ser parte de la evaluación financiera de las técnicas poco contaminantes de uso del carbón.

43. En última instancia, la reforma de las tarifas conforme al costo marginal, para asegurar la solvencia del sector, debe ser una parte integral de una estrategia energética nacional. Más que cualquier otro factor, promoverá la introducción de técnicas poco contaminantes de uso del carbón, cuando ello sea apropiado. Sin embargo, los posibles socios y proveedores de equipo de países desarrollados deben reconocer también que la variedad de condiciones políticas, económicas y sociales en los diversos países subraya la necesidad de adoptar un enfoque especial para cada país.

44. En muchos casos los gobiernos han adoptado una resuelta política de privatización, ya sea conjuntamente con productores independientes de electricidad, o por su propia cuenta. Por lo general, los productores independientes de energía eléctrica o los operadores de una central privatizada tienen acceso a técnicas poco contaminantes de uso del carbón de alto rendimiento energético. Puesto que un alto rendimiento energético se traduce en un incentivo económico para los dueños, todos se benefician. Del mismo modo, los inversionistas extranjeros, al evaluar proyectos, tienen cada vez más conciencia de las directrices internacionales de protección del medio ambiente. El respeto de las reglamentaciones vigentes en el país constituye un requerimiento básico para satisfacer a los inversionistas.

Notas

¹ Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992 (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.93.I.8 y correcciones), vol. I, Resoluciones aprobadas por la Conferencia, resolución I, anexo II, secc. II, párr. 9.12 c).

Cuadro

Técnicas poco contaminantes de uso del carbón

<u>Depuración antes de la combustión</u>	<u>Combustión limpia</u>	<u>Depuración luego de la combustión</u>	<u>Conversión</u>	<u>Otras técnicas</u>
<u>Técnicas físicas</u>	<u>Combustores y quemadores</u>	<u>Inyección en conductos</u>	<u>Gasificación a baja temperatura</u>	<u>Magnetohidrodinámica</u>
Pulverización (micronización)	Combustores para formación de cenizas líquidas	Inyección de sorbente		
Flotación avanzada por espuma	Quemadores de varias etapas con inyección de caliza	Reducción catalítica		Turbinas de combustión directa de carbón
Ciclones de medios densos	Requmado de los gases	<u>Dispositivos luego de la combustión</u>	<u>Gasificación con producción de metanol de paso único</u>	<u>Células energéticas</u>
Micronización con caliza	Quemadores avanzados de baja emisión de NO _x	<u>Inyección de un activador del agua en el hogar de la caldera</u>	<u>Gasificación sub-terránea del carbón</u>	
Flotación por microburbujas	<u>Combustibles</u>	Absorción en lecho fluidizado		
Secado avanzado	Suspensiones acuosas espesas de carbón	Inyección de sorbente/cámaras de filtros de bolsa de alta temperatura	<u>Licucción del carbón</u>	
<u>Técnicas químicas</u>	Coquemado de carbón y gas		Directa	
Lixiviación con líquido cáustico	Coquemado de carbón, agua y gas	<u>Lavadores avanzados/dispositivos de depuración de los gases de combustión</u>	Indirecta	
Solventes orgánicos	<u>Combustión atmosférica en lecho fluidizado</u>	Deshidratadores de aspersión	<u>Coprocesamiento de carbón y petróleo</u>	
<u>Técnicas micro-biológicas</u>	Lecho circulante	Lavadores regenerables		
Biolixiviación	Lecho burbujeante	Lavadores alcalinos dobles	<u>Gasificación de ciclo combinado</u>	
	<u>Combustión en lecho fluidizado a presión</u>	Lavadores de haz de electrones	<u>Gasificación con células energéticas</u>	
	Lecho circulante	Lavadores de membrana de intercambio iónico		
	Lecho burbujeante	Lavadores de oxidación forzada con caliza en módulos de grandes dimensiones		
		<u>Remoción de partículas</u>		
		Agregado de precargadores de los electrodos de los precipitadores		
		Cámaras de filtros de bolsa de alta temperatura		
		<u>Uso de aditivos en los lavadores</u>		
		Inhibidores de la oxidación		
		Amortiguadores		
		<u>Reducción catalítica selectiva</u>		

Fuente: "Clean coal technologies for developing countries" (TCD/NRED/E.19).

Gráfico

Aumento del costo del cumplimiento de la reglamentación ambiental

Porcentaje del control
de los contaminantes

Porcentaje del costo
total de la central

Costos del control

Partículas

SO_x

NO_x

Fuente: "Clean coal technologies for developing countries"
(TCD/NRED/E.19).
