



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

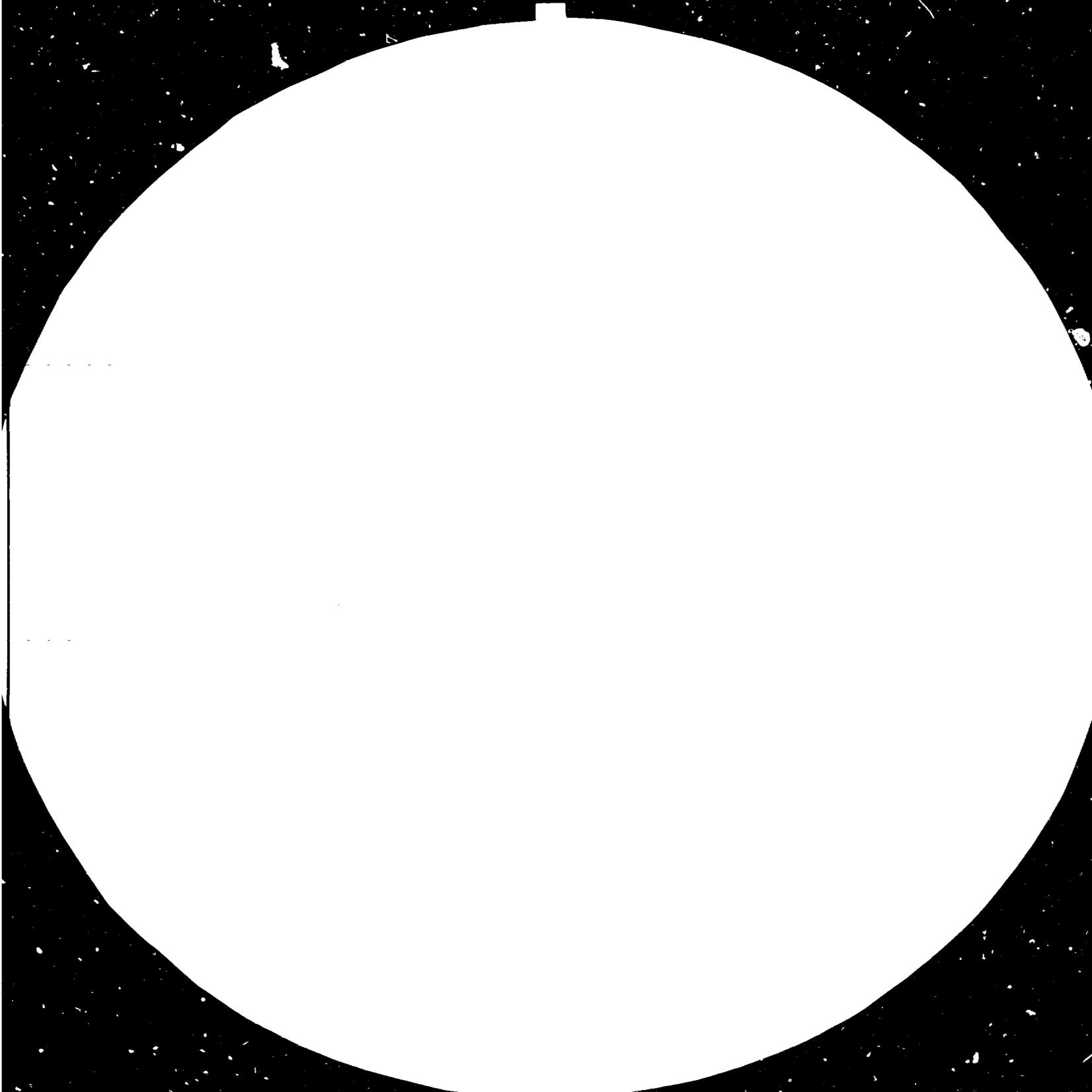
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría.

Las denominaciones empleadas en el presente documento y la forma en que aparecen los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

V.83-58692

INDICE

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| INTRODUCCION | 1 |
| I. OPCIONES EN MATERIA DE SUMINISTROS | 3 |
| A. Combustibles fósiles | 3 |
| El desarrollo de los recursos autóctonos | 3 |
| Competencia técnica y capital de riesgo | 3 |
| Gas natural de producción interna | 4 |
| Carbón nacional | 5 |
| Otros recursos de hidrocarburos | 6 |
| B. Oportunidades brindadas por la energía hidroeléctrica | 7 |
| Recursos mundiales de energía hidroeléctrica | 7 |
| La cuestión de las escalas | - |
| Algunas actividades en marcha en países en desarrollo | 10 |
| Factores económicos de la energía hidroeléctrica | 10 |
| Evaluación de recursos | 11 |
| Desarrollo de proyectos | 11 |
| a) Evaluaciones por países y regionales | 11 |
| b) La cuestión de la fabricación de equipo | 12 |
| c) El vínculo económico con la industria | 12 |
| d) Necesidades de dotación lógica | 13 |
| C. La oportunidad de la biomasa | 13 |
| Necesidad de un enfoque integrado | 13 |
| La base de recursos requerida y su desarrollo | 15 |
| Maduración de las tecnologías de conversión | 15 |
| Incertidumbres económicas | 17 |
| Proyectos en gran escala relativos a la biomasa | 17 |
| Planificación de los recursos de biomasa con criterio social | 18 |
| Algunos enfoques prácticos | 19 |
| D. La fuente de energía solar | 20 |
| Algunas aplicaciones industriales de la energía solar | 20 |
| Demostraciones necesarias | 20 |
| Energía solar fotovoltaica | 21 |
| E. Otras fuentes de energía | 21 |
| a) Energía geotérmica | 21 |
| b) Energía eólica | 22 |
| c) Energía nuclear | 22 |

INDICE (cont.)

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| II. ORDENACION DE LA ENERGIA INDUSTRIAL | 22 |
| A. Ordenación | 22 |
| a) Planificación nacional de la energía industrial | 23 |
| b) Planificación de la energía en el plano de la empresa | 23 |
| c) Medios de facilitar la ordenación | 23 |
| B. Conservación y sustitución | 24 |
| Aumento del rendimiento energético | 24 |
| El cambio de la estructura industrial | 25 |
| La conservación es en parte barata y rápida | 26 |
| Sustitución del combustible | 26 |
| Incentivos económicos | 27 |
| Obstáculos a la conservación | 29 |
| Factores económicos de la sustitución | 30 |
| III. OPCIONES DE POLITICA Y CUESTIONES PRINCIPALES | 30 |
| Antecedentes de políticas económicas y sociales | 30 |
| Política industrial apropiada | 31 |
| Energía e Industria | 31 |
| Cuestiones de política energética | 32 |
| a) Ordenación de la base de recursos | 32 |
| b) Equilibrio entre las importaciones y el abastecimiento interno | 33 |
| c) Flexibilidad | 34 |
| d) Oferta y demanda de diversas fuentes de energía | 34 |
| e) Papel de la conservación de energía | 35 |
| f) Políticas energéticas e industriales | 35 |
| g) Políticas de ejecución | 36 |
| IV. INICIATIVAS DE PROGRAMAS | 37 |
| a) Evaluaciones energéticas concretas | 38 |
| b) Evaluación del sector de la energía industrial | 39 |
| c) Auditorías en relación con la energía en la fábrica | 39 |

INTRODUCCION

1. Los países en desarrollo atraviesan actualmente un período de reajuste en el que han de tomar decisiones en torno a su futuro panorama energético industrial. El reajuste es el paso de la actual dependencia excesiva del petróleo importado a un panorama energético futuro basado en una mayor utilización de los recursos autóctonos, una mejor ordenación de la energía y mejor rendimiento energético. Es, por consiguiente, importantísimo reconocer las opciones de política disponibles, las principales cuestiones con ellas asociadas y las nuevas iniciativas requeridas para seguir por el camino elegido.

2. La interdependencia de la energía y el sector industrial es de gran importancia para los gobiernos de los países en desarrollo al formular sus políticas tanto energéticas como industriales. Dado que la industria es el principal mercado de la energía, al que corresponde directamente del 30 al 50% del consumo total, lo que sucede en la industria afecta íntimamente al sector energético, así como lo que sucede en este sector afecta a su vez a la industria. El tamaño y la estructura del sector industrial determina la cantidad y en cierta medida el tipo de la energía que se necesita. Asimismo la disponibilidad y costo de los suministros energéticos repercuten profundamente sobre el desarrollo industrial.

3. En el presente documento se examinan algunos aspectos de esta doble relación, en la medida en que ésta afecta a la energía y a la industria de los países en desarrollo. En primer lugar se examinan las opciones de suministro energético, con particular referencia a la biomasa y la energía hidroeléctrica. Como el suministro destinado a la industria no puede separarse del suministro energético para la economía en su totalidad, el estudio se efectúa necesariamente en términos generales. Luego se analizan las posibilidades de conservación energética industrial y la sustitución del petróleo por otros combustibles en el sector industrial. Por último se examinan algunas de las consecuencias de la posible evolución del sector industrial para la energía. Tomando como base este análisis general de la energía se puntualizan cuestiones de política industrial y se proponen iniciativas en materia de programas.

4. El estudio se efectúa en un plano de generalidades que no hace justicia a la heterogeneidad de los países del mundo en desarrollo en cuanto a su grado de desarrollo agrícola e industrial, su nivel de vida, su infraestructura social y del medio físico, su dotación de recursos y su filosofía económica. Es preciso tener en cuenta esta advertencia, particularmente al interpretar la aplicabilidad de las iniciativas de programa a países tan diversos como, por ejemplo, Burundi y el Brasil.

I. OPCIONES EN MATERIA DE SUMINISTROS

A. COMBUSTIBLES FOSILES

El desarrollo de los recursos autóctonos

5. El descubrimiento de petróleo de bajo costo en el Oriente Medio, especialmente después de 1950, desalentó el desarrollo de recursos de combustibles fósiles más costosos en otras partes del mundo. Para todos los países, salvo los mejor dotados, resultaba menos costoso recurrir a la importación que exportar los recursos del país. En la actualidad, los precios muchísimo más elevados de todos los combustibles fósiles y el costo global de las importaciones alientan el aprovechamiento de fuentes de energía autóctonas hasta el momento no rentables.

6. De todos los combustibles fósiles, el petróleo es evidentemente el que mejor se presta a ser explotado dentro del país. Como forma de energía agotable, puede ponerse en duda su función en las estrategias energéticas a muy largo plazo, pero, a más corto plazo, sí podría aportar una contribución de importancia. Entre todos los combustibles que se utilizan actualmente es el de mayor flexibilidad, y ya se dispone de un sistema de distribución, así como de la tecnología y la maquinaria basadas en la utilización del petróleo.

7. Un gran número de países en desarrollo importadores de petróleo poseen ciertas reservas probadas o tienen perspectivas geológicas atractivas. Pese a estas circunstancias alentadoras y al gran incentivo económico que los elevados precios del petróleo representan, el número de pozos perforados en los países en desarrollo importadores de petróleo se ha mantenido a un escaso 3% del total mundial en el último decenio. Es importante preguntarse por qué la exploración petrolera ha permanecido a un nivel tan bajo y qué medidas pueden adoptarse para remediar la situación.

Competencia técnica y capital de riesgo

8. Tradicionalmente, las empresas petroleras internacionales han proporcionado gran parte del capital de riesgo y la competencia técnica para la explotación del petróleo en virtud de acuerdos contractuales y fiscales concertados con el gobierno huésped. Parte de la falta de interés de esas

empresas para emprender exploraciones en los países en desarrollo importadores de petróleo en los últimos años se ha debido a la existencia de atractivas posibilidades en otros sitios, particularmente en los Estados Unidos y el Canadá. Entre otras razones están la débil posición de liquidez que ha limitado la magnitud de las actividades exploratorias por efectuarse, los acuerdos contractuales y fiscales que no ofrecen incentivos adecuados, especialmente en el caso de los pequeños campos petroleros que se suele esperar descubrir en este grupo de países, y la falta de libre acceso a la producción de petróleo crudo. De ahí que los países huéspedes deben poner empeño en concebir incentivos adaptados a las nuevas condiciones. Ellos serían, por ejemplo, los incentivos fiscales encaminados a fomentar la exploración y explotación de pequeños campos petroleros y los esfuerzos por atraer a nuevos inversionistas, como, por ejemplo, las pequeñas empresas independientes que aún no han desempeñado un papel de importancia en la exploración petrolera en los países en desarrollo importadores de petróleo.

Gas natural de producción interna

9. En los países que cuentan con una producción interna, el gas es un combustible industrial atractivo capaz de sustituir a los productos del petróleo. Es invariablemente mucho más barato que los productos del petróleo importados, y la tecnología de transformación está bien establecida.

10. Muchos países en desarrollo, incluidos los importadores de petróleo, poseen reservas de gas natural. Como en el caso del petróleo, las perspectivas de explotación dependen de la evaluación sistemática de las reservas y de los incentivos ofrecidos, incluidos precios adecuados de productores. La cantidad de gas que actualmente se quema a falta de incentivos adecuados para su explotación denota la importancia de los precios.

11. La explotación del gas puede asimismo repercutir sobre la estructura del sector industrial. En el caso de los países dotados de abundantes recursos, el gas puede utilizarse como base para iniciar la fabricación de fertilizantes, metanol y urea. También puede ser exportado bajo la forma de gas natural licuado. En todos los casos se trata de inversiones de enorme magnitud que deben ir precedidas de minuciosos estudios de evaluación de recursos y de viabilidad económica.

12. Los países no dotados de recursos internos pueden importar el gas en forma de gas natural licuado. Sin embargo, no es probable que ésta sea una fuente sustitutiva de combustibles en el caso de la mayoría de los países en desarrollo. El costo del gas natural licuado en la actualidad no es considerablemente más bajo que el del petróleo, se requieren instalaciones costosas y complejas de aterrizaje y las cantidades mínimas que se embarcan resultan demasiado elevadas para las necesidades industriales de la mayor parte de dichos países.

Carbón nacional

13. El carbón podría ser un sustituto prometedor del petróleo para usos industriales. Tan sólo hace unos pocos decenios el carbón era un importante combustible mundial objeto de un intercambio comercial internacional bien desarrollado, que representaba bastante más de la mitad de todo el consumo comercial de la energía. Actualmente el carbón ha sido sustituido por el petróleo y es un combustible industrial de importancia únicamente en aquellos países que disponen de abundantes recursos internos, a saber, China, India, Zambia, Zimbabwe y la República Popular Democrática de Corea. La utilización de carbón importado para generar vapor no está muy generalizada, aunque varios países importan carbón coquizable para utilizarlo en la siderurgia.

14. La ventaja de utilizar carbón reside en que es un combustible conocido que dispone de una tecnología desarrollada. Es invariablemente menos costoso que el petróleo en base a una unidad energética, y es abundante a escala mundial. Como en el caso de otros recursos energéticos, no se ha emprendido una exploración adecuada y en general se cree que las estimaciones actuales son por demás conservadoras, si se tiene en cuenta el aumento de los costos de los combustibles sustitutivos durante los últimos diez años.

15. Por otro lado, desarrollar una industria del carbón, o ampliarla considerablemente, es, como muchos países han comprobado, una tarea compleja sujeta a una cuidadosa planificación de la producción y de los servicios de transporte necesarios para garantizar suministros regulares a las industrias consumidoras. Los inversionistas extranjeros tienen poco interés en el carbón, de manera que las principales inversiones requeridas para abrir nuevas minas y ampliar las antiguas han de proceder de fuentes internas, que en la práctica suelen ser las del gobierno. En comparación con el petróleo, el

transporte del carbón es costoso y su manutención difícil y engorrosa, lo cual reduce considerablemente su ventaja comparativa en cuanto a precios. El elemento transporte es particularmente importante cuando se trata de carbón importado. Si bien el transporte marítimo no es costoso sobre una base kilómetro-tonelada, los costos del transporte interno son muchísimo más elevados, lo cual limita en la práctica la utilización del carbón a las regiones costeras o a ubicaciones interiores que disponen de servicios ferrocarrileros particularmente buenos. Ninguno de estos problemas es en sí insuperable, pero se suman y constituyen una lista formidable de limitaciones que para ser superadas requieren la acción firme y conjunta de las entidades de producción, transporte y consumo.

16. Las posibilidades de utilizar carbón en el sector industrial son bastante amplias. Puede emplearse para sustituir al petróleo en la mayor parte de sus funciones, aunque ello supone la transformación de las instalaciones existentes. El carbón ha sido sustituido con frecuencia por el petróleo en las plantas de cemento en que la energía constituye una gran proporción de los costos totales. También en la siderurgia se ha frenado la tendencia a sustituir los combustibles sólidos por el petróleo en los altos hornos. También hay algunas posibilidades de explotar minas de carbón en pequeña escala destinadas a pequeñas industrias locales, con lo que se evita la pesada carga de los costos de transporte. Estas podrían ser, por ejemplo, fábricas de ladrillos, panaderías, restaurantes, etc. En algunos de estos casos, el carbón podría sustituir más bien a la madera que al petróleo, lo cual también sería ventajoso.

Otros recursos de hidrocarburos

17. La turba y el lignito son análogos al carbón en el sentido de que pueden utilizarse o bien en gran escala como parte de una moderna y eficiente instalación industrial o bien en pequeña escala artesanal. La turba y el lignito tienen muchas de las desventajas del carbón y, además, la tecnología pertinente se halla menos desarrollada y las repercusiones ambientales son menos conocidas. Esto se aplica sobre todo en el caso de la turba que tiene alto contenido hídrico, de modo que su explotación minera o excavación en gran escala podría provocar grandes cambios en las estructuras locales de drenaje. Pero en algunos países, como Burundi, es la única fuente de energía, de

manera que en tales circunstancias es menester considerarla como una fuente sustitutiva en potencia. La elaboración in situ de la turba para extraer energía es una esfera interesante de estudio y demostración.

B. OPORTUNIDADES BRINDADAS POR LA ENERGIA HIDROELECTRICA

Recursos mundiales de energía hidroeléctrica

18. La energía hidroeléctrica se halla entre los recursos energéticos renovables más prometedores. Es una fuente limpia de energía que se produce a medida que una corriente de agua acciona una turbina mientras fluye de una elevación más alta a otra menor. En general, los sistemas hidroeléctricos proporcionan la electricidad indispensable para el desarrollo industrial así como para el desarrollo económico general. Fundamentalmente se trata de una tecnología madura que se hallaba descuidada hasta que se produjeron las recientes alzas bruscas de precios de los combustibles fósiles.

19. Hacia fines del siglo XIX funcionaban muchas pequeñas plantas hidroeléctricas; sin embargo, la tendencia registrada en el siglo XX ha sido la de establecer sistemas en gran escala. Entre las instalaciones características de este tipo cabe mencionar las represas de Boulder en los Estados Unidos, de Assuan en Egipto, de Itaipú en el Brasil y de Tarbela en el Pakistán. Tales grandes empresas se han beneficiado de las economías de escala, de costos de funcionamiento bajos y básicamente constantes y de la no dependencia de combustibles fósiles. Su producción se utiliza también para fines múltiples, primordialmente para el riego y para la regulación de inundaciones. En el momento en que estas obras se construyeron, los atributos antes indicados constituyeron los factores clave para que resultaran competitivos frente a las grandes centrales termoeléctricas que quemaban petróleo utilizando combustibles de bajo costo y fácilmente disponibles. Sin embargo, en los últimos años, los elevados costos de la construcción, las preocupaciones ambientales y las prolongadas demoras de planificación y construcción, así como la dificultad de conseguir la financiación de proyectos de esa magnitud, han reducido el atractivo de las grandes empresas.

20. En cambio, los últimos adelantos técnicos en el diseño y rendimiento de las turbinas hidráulicas y las técnicas de construcción, a más de los costos siempre crecientes de los combustibles del petróleo, han mejorado la posición competitiva de los proyectos hidroeléctricos de menor magnitud en relación

con generadores accionados por diesel de capacidad comparable. Las plantas más pequeñas pueden vincularse a una red nacional o regional de energía eléctrica o dar servicio únicamente a un mercado local. Aunque el costo unitario por kilowatio instalado de capacidad de producción de energía es más elevado en el caso de los proyectos en pequeña escala, su financiación es muchas veces más fácil de obtener. Estas características hacen que la energía hidroeléctrica resulte particularmente atractiva para los países en desarrollo cuya industrialización y desarrollo económico general requiere la instalación a corto plazo de sistemas dispersos de generación de energía eléctrica.

21. La Conferencia Mundial de la Energía (CME) ha publicado periódicamente un estudio de los recursos energéticos mundiales, tanto los potenciales como los que se hallan en explotación. En 1974, la Conferencia Mundial de la Energía estableció una Comisión de conservación de la energía a la que se encomendó evaluar los recursos energéticos mundiales a la luz del actual aumento de precios. Sus datos más recientes muestran que en la actualidad los recursos hidráulicos proporcionan el 23% de la energía eléctrica mundial. Esta cifra varía entre el 100% en zonas apartadas y cifras insignificantes en algunos países petroleros ricos del Oriente Medio. Esta contribución ha disminuido desde 1960, en que el 29% de la producción de electricidad en el mundo se hacía a base de la potencia hidráulica. El porcentaje de insumos de combustibles fósiles en la producción de la electricidad era del 71% y el 75% en 1960 y 1970, respectivamente. La Conferencia Mundial de la Energía estima que para el año 2020 se habrá aprovechado un 80% de los recursos de energía hidroeléctrica utilizables.

22. El número de instalaciones hidroeléctricas en funcionamiento en todo el mundo representa aproximadamente un 16% de lo que se considera "razonablemente aprovechable" desde los puntos de vista económico, físico y ambiental. Sin embargo, se estima que los sitios susceptibles de explotación representan tan sólo un 12% de toda la energía que en teoría puede obtenerse con la caída de las aguas de todos ríos y corrientes de agua del mundo. Se ha explotado tan sólo el 9% de la energía hidroeléctrica potencial en los países en desarrollo; en Africa, esta cifra es del 1,5%.

23. Cabe señalar que las estimaciones de las posibilidades de producción de energía hidroeléctrica son aproximadas y en general son de tipo teórico y práctico desde el punto de vista de la economía y la ingeniería. La falta de

datos hidrológicos y topográficos precisos hace que la evaluación de los proyectos de recursos hidráulicos resulte tan sólo aproximada. Actualmente hay necesidad de concebir métodos para evaluar el potencial hidrológico de las cuencas pequeñas y de sus ríos en los planos regional o nacional.

24. Al usuario industrial de energía eléctrica no le preocupa la fuente de producción de energía sino que el servicio sea seguro, la capacidad suficiente y las tarifas razonables. Esto se aplica especialmente en el caso de que el usuario industrial forme parte de una red nacional; sin embargo, si el usuario se halla ubicado en una zona rural, la fuente de generación de energía tiene importancia fundamental porque sus instalaciones dependerán de ella. Por lo tanto, es preciso establecer la vinculación entre la industria y el suministrador de energía.

La cuestión de las escalas

25. Las instalaciones hidroeléctricas son de todo tamaño y configuración física. En general, los sistemas con capacidades menores a los 100 kW se denominan instalaciones microhidráulicas, aquellas que se sitúan entre los 100 kW y los 1.000 kW se denominan miniinstalaciones hidráulicas, las de 1 MW a 25 MW, pequeñas instalaciones hidráulicas, etc. La altura de la caída o sea la diferencia de elevación entre la corriente aguas arriba y aguas abajo es un punto importante de especificación. Las plantas de pequeño salto, generalmente de menos de 20 m, se encuentran a lo largo de los ríos anchos o en estructuras de riego; las plantas de gran salto se encuentran en valles de regiones montañosas, tienen más de 150 m y suelen disponer de algún tipo de retención de aguas. La acumulación por bombeo es una variación de las plantas de gran salto, en las que la capacidad no utilizada de un sistema energético se utiliza para bombear agua a un reservorio de acumulación que se utiliza durante las horas de máxima carga.

26. En zonas aisladas, que se encuentren alejadas de la red nacional de energía eléctrica pero que posean recursos hidrológicos cercanos, puede resultar más oportuno y conveniente para los propios intereses del consumidor industrial instalar un generador de energía eléctrica diesel. Sin embargo, desde un punto de vista más amplio, una instalación de energía hidroeléctrica, que bien podría ser la opción preferida, requeriría análisis más complejos, consultas y recursos financieros.

Algunas actividades en marcha en países en desarrollo

27. El aprovechamiento de los recursos hidráulicos para la producción de energía, en la mayor parte de los países en desarrollo, se efectúa bajo la supervisión de las entidades locales encargadas de los servicios energéticos y de utilidad pública. Se hallan en marcha importantes programas de aprovechamiento de recursos hidráulicos para la instalación de centrales pequeñas y minicentrales hidroeléctricas en el Perú (Estados Unidos, República Federal de Alemania), el Ecuador (Estados Unidos, República Federal de Alemania), Filipinas (la República Popular de China), Malasia (Banco Mundial y el Banco Asiático de Desarrollo) y varios otros países.

28. La República Popular de China ofrece un buen ejemplo de cooperación entre la industria y las entidades energéticas. Habiendo construido unas 90.000 pequeñas plantas y miniplantas hidroeléctricas desde 1949, la mayoría de las cuales utilizan enteramente recursos locales, existe actualmente una pequeña industria ubicada en zonas rurales para fabricar pequeños componentes para plantas hidroeléctricas. El gran número de plantas, la disponibilidad de recursos locales, la falta de divisas y la organización social han facilitado el desarrollo de una pequeña industria de energía hidroeléctrica extensamente dispersa. Ultimamente se ha hecho un esfuerzo en el plano nacional por centralizar la fabricación de equipo con fines comerciales.

Factores económicos de la energía hidroeléctrica

29. Los factores económicos dominantes de la energía hidroeléctrica son: elevados costos de capital, larga duración y bajos costos de explotación. Los costos totales de explotación de los sistemas hidroeléctricos suelen permanecer constantes, independientemente del porcentaje de capacidad utilizado, porque la recuperación de la inversión en bienes de capital es el principal componente del costo. El costo anual total de un sistema diesel no utilizado, por ejemplo, es decir que no produzca electricidad, se limita al costo de recuperación de la inversión efectuada, que es reducido y se calcula en base al kilowatio unitario de producción. Sin embargo, cuando se produce electricidad, el costo operacional anual del grupo diesel aumenta en proporción lineal con el consumo de combustible. Por lo tanto, los costos a largo plazo de la generación de energía con un grupo diesel están subordinados al precio del combustible.

30. El suministro de energía eléctrica para una empresa industrial requiere el estudio de una diversidad de opciones, a saber: ampliación de la red nacional de energía eléctrica; un generador diesel; y la energía hidroeléctrica, si se dispone de ella. En muchas ubicaciones descentralizadas, la ampliación de la red nacional no resulta práctica ni económica. La opción económica entre la energía hidráulica y el generador diesel puede verse influida en gran medida por el factor carga. Si se requiere energía tan sólo por unas pocas horas, se favorecería el equipo diesel. Si se requiere un suministro de 24 horas que funcione con una capacidad fija, el sistema hidroeléctrico resultaría óptimo.

31. En los desembolsos de capital para una instalación hidroeléctrica suelen dominar los factores específicos de la localidad, como la topografía, la acumulación de agua, la elección de turbinas y los factores ambientales. Por otro lado, puede determinarse fácilmente el costo de capital de una instalación diesel. Por ello se produce cierta incertidumbre cuando se trata de instalar pequeñas centrales hidroeléctricas. Para estimar los costos de una pequeña planta hidroeléctrica característica es necesario enviar ingenieros sobre el terreno con el propósito de evaluar los diversos factores que pueden repercutir sobre el costo; en cambio, el costo de una planta diesel puede determinarse a base de los catálogos de los fabricantes.

Evaluación de recursos

32. Para la ubicación de pequeñas plantas hidroeléctricas es necesario contar con una serie excepcional de ventajas físicas, como caudales permanentes durante todo el año o capacidad de acumulación de agua y una altura de caída considerable. Aunque estos factores y su repercusión sobre el diseño y sobre los factores económicos propios de las pequeñas plantas hidroeléctricas son bien conocidos, poco empeño se ha puesto en concebir criterios metodológicos para la evaluación de ubicaciones concretas para pequeñas instalaciones y miniinstalaciones. En la actualidad se hallan en marcha nuevos trabajos en esta esfera.

Desarrollo de proyectos

a) Evaluaciones por países y regionales

33. Para efectuar evaluaciones pueden utilizarse muchas tecnologías nuevas recientemente desarrolladas. Por ejemplo, es bien conocido el empleo de la teleobservación unida a sistemas de información geográfica para vigilar los

los proyectos de recursos agrícolas e hídricos. Si bien se han efectuado algunas evaluaciones regionales, éstas no son uniformes y a menudo no proporcionan información suficiente para el desarrollo de un proyecto. Es necesario elaborar enfoques metodológicos uniformes para las evaluaciones nacionales, las investigaciones de previabilidad y los estudios de viabilidad. Estos enfoques metodológicos deben ponerse a disposición de diversos posibles proponentes de proyectos sobre bases computadorizadas, utilizando los sistemas de microcomputadoras y de dotación lógica más recientes.

34. En esas evaluaciones regionales es preciso tener en cuenta la ubicación tanto de la industria existente como de la proyectada. El emplazamiento óptimo de pequeñas centrales hidroeléctricas o la extensión de la red de energía han de ser de tal índole que estimulen el desarrollo industrial donde se disponga de materias primas, de energía y de mano de obra calificada.

b) La cuestión de la fabricación de equipo

35. En los países bien dotados de recursos hídricos, el desarrollo de un gran número de pequeños emplazamientos hidroeléctricos requerirá una cantidad apreciable y una diversidad de equipo electromecánico. La elaboración local podría ahorrar las escasas divisas, ya que el equipo puede representar la mitad de los gastos de capital. Sin embargo, el desarrollo de sólo unas pocas, quizá de decenas de emplazamientos, no estimularía, por ejemplo, la fabricación de turbinas por la industria local, a menos que hubiera oportunidades de exportación. Sin embargo, esto supondría un mercado vecino cerca del cual no se estén ya fabricando.

36. Un enfoque racional sería la fabricación de este equipo en centros regionales de propiedad de intereses industriales locales y vecinos, y explotados por ellos. Las ventas, y por consiguiente los beneficios, correspondería proporcionalmente a las organizaciones participantes. Las posibles ubicaciones de ese tipo de actividad podrían ser, por ejemplo, la región del Pacto Andino, la región de la ASEAN y Africa oriental. Sería necesario, evidentemente, la concertación de acuerdos comerciales y la participación equitativa en los beneficios e inversiones.

c) El vínculo económico con la industria

37. El desarrollo de la energía hidroeléctrica en pequeña escala podría incrementar las oportunidades industriales. Por otra parte, el desarrollo de grandes proyectos de energía hidroeléctrica generalmente está a cargo de ingenieros

consultores extranjeros con un equipo de tal tamaño que debe ser importado. Mientras menor sea el tamaño medio de las centrales, mayores oportunidades habrá para la participación local en todas las fases del proyecto. Esto fomentaría la proliferación de minicentrales hidroeléctricas en zonas rurales vinculada al desarrollo de la industria rural.

38. En las comunidades pequeñas existen otras oportunidades para acoplar unidades industriales a un servicio de utilidad pública local por medio de la energía hidroeléctrica. El perfil de carga podría ajustarse de tal modo que el consumo de energía por la comunidad venga a complementar el consumo de energía por la industria, incrementando así el factor de carga y reduciendo el costo por kilowatio-hora. En condiciones óptimas, la mayor parte del consumo industrial de energía sería por la noche, cuando el consumo residencial es bajo.

d) Necesidades de dotación lógica

39. A fin de organizar un programa hidroeléctrico pequeño es necesario disponer de diversas informaciones y de apoyo analítico. Al comienzo, durante la fase de evaluación regional, deben obtenerse datos hidrológicos y geofísicos localmente o de organismos internacionales, como la UNESCO o la Organización Meteorológica Mundial. Los datos de teleobservación pueden obtenerse de la NASA, pero la interpretación al elaborar estos datos requiere de expertos y de equipo especializado.

40. La información fundamental que se necesita es el caudal, de preferencia sobre una base mensual o diaria. En los Estados Unidos de América y en Europa se han desarrollado técnicas para sintetizar el caudal a partir de escasos datos. Sin embargo, muchos países en desarrollo necesitan mejores datos del caudal, y estas técnicas especiales para evaluar factores de riesgo y de probabilidad pueden ser utilizadas por los países en desarrollo con la introducción de la microcomputadora y con una dotación lógica debidamente desarrollada.

C. LA OPORTUNIDAD DE LA BIOMASA

Necesidad de un enfoque integrado

41. La utilización de la biomasa como energía es tan antigua como la especie humana y subsistirá durante mucho tiempo. Los combustibles de la biomasa como la leña, la paja y el estiércol siguen siendo las fuentes principales de

energía para millones de habitantes de las zonas rurales. La biomasa puede definirse sencillamente como residuos vegetales y animales que satisfacen diversas necesidades de energía y de materias primas. Entre éstas se incluyen corrientemente la madera, la paja, el estiércol, los pastos, los desechos sólidos domésticos, las plantas acuáticas y un sinnúmero de residuos agrícolas e industriales. Las limitaciones clave para su utilización económica son su disponibilidad a bajo costo y la capacidad para convertirlos en una forma de energía útil que pueda oxidarse fácilmente. Hay diversos procesos que afectarán esta conversión, cuyos factores económicos dependerán de la facilidad técnica, el consumo interno de energía y el nivel de inversión de capital.

42. Evidentemente, algunos procedimientos de conversión son bien conocidos y practicados durante milenios. Entre éstos están el procedimiento termoquímico de combustión y gasificación directas y el procedimiento bioquímico de fermentación. Otros procedimientos más avanzados, como la licuación y la fermentación lignocelulósica están aún en etapa de desarrollo. Actualmente esa conversión es posible, pero sólo en pequeñas cantidades en medios controlados de alta tecnología y a un costo elevado. Queda por definir su aplicación en países en desarrollo para que constituya una contribución energética importante. Los procedimientos que pueden tener ahora mayor repercusión son la combustión directa de biomasa de la madera, la fermentación del alcohol, la digestión anaeróbica y la gasificación de toda clase de residuos.

43. La utilización eficaz de los recursos de la biomasa, sin agotar los recursos naturales de una región, requiere de planificación y de una utilización y producción sensatas de material biológico. La utilización de la biomasa por la industria para sustituir los combustibles fósiles debe ser cuidadosamente administrada para no agotar los recursos de la biomasa y elevar su valor económico hasta el punto de que quienes han dependido tradicionalmente de ellos no puedan costearse los. Por ejemplo: si una empresa industrial proyecta utilizar carbón vegetal, deben establecerse plantaciones energéticas para asegurar un abastecimiento suficiente. La industria del hierro y el acero del Brasil ha venido utilizando carbón vegetal en lugar de coque durante varios años. El cultivo y la elaboración están a cargo de intereses privados, quienes velan por la conservación y ampliación de los recursos. Sin embargo, en este marco particular no hay ninguna utilización competitiva por grandes poblaciones locales para cocinar, como sería el caso de algunos países africanos.

44. Para satisfacer las necesidades industriales mediante la sustitución de recursos de la biomasa se requerirá un enfoque integrado del cultivo, la cosecha, la conversión y la utilización de materias primas. A fin de hacer viable esa sustitución, se ha de disponer de cantidades suficientes de materiales que constituyen recursos sobre bases sostenibles en el lugar donde esté ubicada la fábrica. Esto puede requerir de coordinación entre partes que normalmente no actúan de consuno, como ministerios de agricultura, de bosques, de recursos naturales, con ministerios de energía, de planificación y de industria. Sólo un enfoque integrado a los más altos niveles, con apoyo gubernamental, puede mitigar los posibles desastres ambientales así como las tensiones sociales que podrían resultar de un agotamiento rápido y grave de los recursos de la biomasa.

La base de recursos requerida y su desarrollo

45. Para uso industrial, los recursos de la biomasa más probables en la actualidad serían madera, bagazo, caña de azúcar, mandioca, residuos de la fabricación de alcohol y, en menor medida, estiércol y plantas oleaginosas. Para que la energía de la biomasa sea una opción real del petróleo en aplicaciones industriales en gran escala, será necesario disponer de grandes cantidades de materias primas de la biomasa. Este material podría provenir de un "establecimiento agroenergético" dedicado exclusivamente a este fin. Sin embargo, deben evaluarse los costos de sustitución que supone una producción reducida de alimentos o de cultivos destinados a la exportación. En esto radica la decisión política que debe adoptarse a los más altos niveles. Debe existir voluntad política para seguir un camino beneficioso para la industria, pero que no vaya en detrimento del desarrollo social.

46. A fin de desarrollar una estrategia para la utilización de los recursos de la biomasa en la industria es preciso efectuar un estudio completo del consumo de energía industrial y de la biomasa existente. Esto puede hacerse a niveles de previabilidad para determinar simplemente qué opción particular de conversión-abastecimiento-biomasa merece una investigación ulterior. Las necesidades energéticas de la industria deben satisfacerse, pero no de forma que repercutan negativamente en algún sector de la sociedad.

Maduración de las tecnologías de conversión

47. Los grandes aumentos del precio del petróleo en 1973-1974 y en 1979 han fomentado en gran medida la investigación del cultivo de la biomasa y las

actividades de investigación y desarrollo de tecnologías de conversión. Se han redescubierto muchos procedimientos antiguos, por ejemplo, la gasificación, después de complejas investigaciones y ensayos. Sin embargo, la maduración técnica de estos procedimientos tradicionales no ha avanzado mucho, aparte de una mejor comprensión de la microbiología en la digestión anaeróbica y de la cinética de las enzimas en la fermentación del alcohol. Lamentablemente, esta investigación no ha llevado a un funcionamiento más fácil o más flexible de los sistemas de combustión o gasificación de las plantas de biogás. En consecuencia, el éxito o el fracaso de un sistema de energía de la biomasa para la industria se basa en una evaluación realista de lo que es económica y técnicamente posible. Es necesario estimular las actividades de investigación y desarrollo, pero si una empresa industrial desea adoptar medidas inmediatas para reducir los combustibles sólidos y sustituirlos por un combustible de la biomasa, en ese caso sólo podrá aplicarse una tecnología probada.

48. Es posible que aún transcurra algún tiempo antes de alcanzar la maduración técnica y económica de procedimientos avanzados, tales como la licuefacción a alta temperatura y a alta presión, la fermentación lignocelulósica y la pirólisis pura. Los países en desarrollo pueden optar por participar en este esfuerzo de investigación y desarrollo o vigilar su progreso en otros países.

49. El sistema concreto de conversión de la energía de la biomasa que se elija dependerá del tipo de materia prima disponible, la forma deseada del producto energético, los factores económicos y la base local de calificación técnica operacional. Por ejemplo, los residuos de la madera pueden convertirse mejor en energía térmica por vía de la combustión directa y en un gas hipoenergético por vía de la gasificación; los residuos orgánicos líquidos pueden convertirse en metano por vía de la digestión anaeróbica; los desechos sólidos domésticos pueden quemarse directamente o convertirse en composte o utilizarse como un aditivo para la digestión anaeróbica; los cultivos de almidón pueden ser convertidos enzimáticamente en azúcar y fermentados para producir alcoholes, etc. Estos procedimientos básicos bien conocidos están entre las opciones más viables. Un examen de la historia de la investigación en materia de conversión de la biomasa revelará un gran volumen de trabajos de primera época en que se señalan las limitaciones técnicas hoy superadas como resultado del progreso reciente de la biotecnología.

50. Debe alentarse la investigación de aplicaciones de tecnologías conocidas en nuevos medios o con nuevos tipos de materias primas de la biomasa. El trabajo podría efectuarse sobre bases de demostración, apoyado financieramente, quizá, por organizaciones aportantes y entidades industriales.

Incertidumbres económicas

51. La incertidumbre económica que va unida a la aplicación de una tecnología específica relativa a energía de la biomasa puede reducirse por medio de un minucioso análisis de proyecto de los costos y beneficios. Es de importancia decisiva que en dicho análisis se consideren todos los costos y no sólo los contables directos. Para efectuar una evaluación realista deben considerarse los costos de sustitución y puede ser necesario fijar precios de cuenta. Al determinar el costo de la producción y conversión de la biomasa, deben considerarse el agotamiento de recursos y la pérdida de oportunidades de exportación. Si la independencia energética y otros aspectos generales de política son de primordial importancia, los costos pasan entonces a ser un factor secundario.

52. A fin de sustentar dicha opinión, es necesario desarrollar metodologías perfeccionadas de análisis económico. Las técnicas tradicionales fueron concebidas con el propósito de comparar opciones semejantes. Actualmente suele ser necesario enfrentarse al problema de comparar opciones diferentes. Un ejemplo de esto último lo constituye el análisis comparativo de un sistema con alto costo de capital y bajo costo de explotación, con otro que tenga bajos costos de capital pero altos costos de explotación. En los dos casos el agotamiento de recursos puede manifestarse en forma diferente. Para dicho análisis podría ser más adecuado un enfoque de los costos del ciclo vital. En consecuencia, todos los costos y beneficios deben evidentemente evaluarse en forma objetiva.

Proyectos en gran escala relativos a la biomasa

53. Los proyectos relativos a la biomasa que alcanzaron tal vez mayor éxito fueron los desarrollados naturalmente por medio de la iniciativa local sin intervención de expertos extranjeros. Entre los ejemplos están los digestores de biogás en la República Popular de China, que cumplieron el doble objetivo de eliminar en forma higiénica los desechos y producir energía. Las fuerzas que causaron su desarrollo fueron la gran densidad de población, la

organización social estructurada y la determinación de utilizar todos los recursos fácilmente disponibles. La ausencia de estos factores en una ubicación posible para un proyecto de biogás debe ser motivo de preocupación.

54. Los sistemas grandes, como las calderas alimentadas con leña, pueden construirse o explotarse sin tener mayormente en cuenta las condiciones sociales locales, ya que se impartirá capacitación al personal de explotación en la tecnología adecuada para el funcionamiento de la planta.

55. La utilización de bagazo en los ingenios de azúcar y de árboles de rápido crecimiento en un proyecto de energía para zonas rurales en Filipinas confirma todo lo anterior. Del mismo modo, el éxito técnico del programa sobre el alcohol llevado a cabo en el Brasil indica lo que puede hacerse a escala industrial con personal capacitado. En cambio, el escaso éxito de los pequeños programas de biogás emprendidos en muchas partes del mundo indica la importancia de tener en cuenta las condiciones sociales locales cuando se trata de proyectos rurales en pequeña escala.

56. Tal vez el mayor éxito con respecto a la biomasa se haya registrado en la industria de productos forestales en todo el mundo. Por ejemplo, en los Estados Unidos esta industria es autosuficiente por lo menos con respecto al 50% de la energía que necesita. Sin embargo, la diferencia entre una gran industria establecida y las unidades de biogás establecidas en aldeas es clara. Otra empresa de biomasa realizada con éxito es la que utiliza los residuos de alcohol procedentes de la fabricación de ron de la destilería Bacardi, en Puerto Rico. Toda la fábrica es autosuficiente en energía gracias a la obtención de metano a partir de un solo digestor de gran tamaño que tiene un diámetro de 150 pies (unos 50 metros). Entre otros proyectos satisfactorios de biomasa industrial cabe citar los que aprovechan mediante digestores los restos de los lugares de alimentación de animales y de las granjas de ganado porcino y vacuno.

Planificación de los recursos de biomasa con criterio social

57. La utilización industrial de la biomasa podría producir una catástrofe ecológica o una crisis de las poblaciones rurales pobres que dependen de sus recursos locales. Ello puede evitarse mediante la planificación y la coordinación entre las entidades oficiales competentes. Es evidente que la industria posee la fuerza económica necesaria para adquirir los recursos locales de la biomasa, pero si no emplea estos recursos en beneficio de todos, la propia industria sufrirá a la larga las consecuencias.

58. La industria pequeña, dispersa en zonas rurales, puede beneficiarse en mayor medida que la gran industria centralizada de la utilización de los recursos de la biomasa, sin por ello agotarlos. Por ejemplo, la producción centralizada de carbón vegetal en una zona sin supervisar acarrearía riqueza para unos pocos empresarios pero podría agotar muchos otros recursos biológicos de la zona, en especial la fauna. Para coordinar la utilización racional de los recursos de la biomasa deberían efectuarse investigaciones a fondo de la capacidad de producción de la tierra. La máxima eficacia puede conseguirse con la pequeña industria dispersa que trabaje en colaboración para preservar los recursos de la biomasa.

Algunos enfoques prácticos

59. Para aprovechar plenamente los recursos de la biomasa es preciso adoptar un enfoque integrado de todas las fases de su producción y utilización. Un procedimiento racional incluirá evaluaciones nacionales y regionales de la biomasa, la evaluación de los sistemas de almacenamiento y entrega y revisiones de la energía industrial con objeto de que los recursos de la biomasa concuerden con las necesidades existentes de energía industrial.

60. Las necesidades de energía industrial incluyen las materias primas para trabajos mecánicos y la producción de calor, de electricidad y de hidrocarburos. Entre las industrias de tipo general de los países en desarrollo figuran las cervecerías, fábricas de cemento, instalaciones embotelladoras, fábricas de elaboración de alimentos, plantas de fertilizantes, refinerías, hornos de ladrillos, panaderías, industrias del metal y gran variedad de actividades de la construcción. Cada una de ellas puede tener diversas necesidades de energía, algunas de las cuales podrían atenderse mediante materia prima procedente de la biomasa. Por ejemplo, en las pequeñas instalaciones térmicas, los hornos de ladrillos, las panaderías y las fábricas de alimentos, la madera u otro agente celulósico podrían sustituir al gas natural. En las industrias más grandes esto es más difícil debido a la gran cantidad de biomasa necesaria y a la termodinámica del propio proceso. Es decir, en las fábricas de cemento y las plantas de fertilizantes no es posible sustituir el gas natural por cualquier otro elemento energético. En cambio el empleo de estiércol de pollo para calentar las incubadoras, cada vez más popular en Egipto, resulta muy apropiado. No existen fórmulas para identificar las aplicaciones perfectas de la biomasa a la industria. Se trata de una cuestión que requiere un detenido análisis técnico.

61. Aunque se ha escrito mucho acerca de la energía renovable, todavía se necesitan muchas publicaciones sobre el empleo de combustible biológico en la pequeña industria de tipo general. Por ejemplo, existe poca información acerca de la construcción de los diferentes hornos para cocer ladrillos y del modo cómo podrían utilizarse combustibles sustitutivos. Asimismo, hay pocos datos sobre el diseño adecuado de gasificadores alimentados con materiales específicos y sus tasas de producción. Este tipo de información práctica tiene interés para la pequeña industria de los países en desarrollo y debería encontrarse la manera de proporcionarla.

D. LA FUENTE DE ENERGIA SOLAR

Algunas aplicaciones industriales de la energía solar

62. Una noción generalmente aceptada es que la energía solar sólo se utiliza actualmente como fuente de energía dispersa que proporciona baja cantidad de calor para una gran variedad de aplicaciones rurales. Este concepto limita la posibilidad de su empleo en la industria. Baste con citar unos pocos ejemplos de aplicación como forma de energía complementaria en diversos procesos industriales. Calentadores de agua sencillos de termosifón con colectores de plancha plana pueden producir agua de baja temperatura, de 30 a 70 grados Celsius, mientras que con colectores de concentración pueden alcanzarse temperaturas más altas, de hasta 150 grados Celsius. Esta variedad de temperaturas sirve para muchos usos industriales, tales como lavado de recipientes, utilidades sanitarias, hervido, etc. Sistemas más complicados utilizan la energía solar para refrigeración y enfriamiento mediante un sistema de refrigeración continua por absorción. También puede procederse a la destilación solar por medio de alambiques sencillos o procesos instantáneos. Se sabe que estos sistemas son competitivos económicamente en zonas áridas remotas alejadas de una red nacional de energía eléctrica o carentes de abastecimiento de agua. El secado solar constituye una práctica establecida para la elaboración de fruta seca y en otras industrias agrícolas. Una mejor divulgación de la información técnica y de las ventajas económicas fomentaría una mayor utilización de estas técnicas en los países en desarrollo.

Demostraciones necesarias

63. Debería emprenderse diversos proyectos de demostración para comprobar que las diferentes tecnologías solares tienen valor económico para la industria. Entre algunos de estos posibles proyectos cabe citar el precalentamiento

solar del fueloil para las fábricas de cemento, el calentamiento de agua para cocinar, lavar y sistemas sanitarios, y la refrigeración solar para el almacenamiento de productos perecederos en zonas apartadas.

Energía solar fotovoltaica

64. Las fuentes de energía solar fotovoltaica producen directamente, a partir de la energía solar, corriente eléctrica directa; sus necesidades de mantenimiento son mínimas y la interrupción de una sola unidad no impide el funcionamiento de todo el sistema. A diferencia de lo que ocurre con todas las demás fuentes de obtención de electricidad, el costo unitario de la energía eléctrica generada no depende radicalmente de la capacidad de la unidad de energía fotovoltaica instalada. Otra característica importante de esta energía es que el usuario puede independizarse de los organismos externos en lo relativo a combustible y mantenimiento. Todas estas ventajas hacen que las fuentes de energía solar fotovoltaica resulten eminentemente aptas para su utilización en zonas remotas. Consideradas desde esta perspectiva, las fuentes de energía solar fotovoltaica pueden ser muy interesantes para los países en desarrollo. El que el empleo de la energía fotovoltaica no se limite a lugares remotos dependerá de que siga reduciéndose su costo y de que llegue a ser económicamente competitivo con las fuentes de tipo tradicional.

E. OTRAS FUENTES DE ENERGIA

65. Además de las fuentes de energía esbozadas, existen varias otras que los países en desarrollo deben tener en cuenta al preparar sus planes concretos en materia de energía. Este grupo de fuentes es más limitado en lo que se refiere al número de países en desarrollo que puedan aprovecharlo, pero no por ello debe prestársele menos atención.

a) Energía geotérmica

66. La energía geotérmica puede utilizarse como fuente de calor de aprovechamiento directo o para obtener electricidad, lo que en uno y otro caso tiene aplicaciones industriales. Debido al elevado costo de la perforación y la explotación de los recursos geotérmicos, éstos tienden a relacionarse con los proyectos industriales en gran escala. En la actualidad, aproximadamente una docena de países en desarrollo participan en actividades de carácter geotérmico. Un número igual de países tiene posibilidades de explotar esa energía. Los países que tienen la fortuna de estar dotados de recursos

geotérmicos deben proseguir el desarrollo de esta opción, teniendo en cuenta adecuadamente las consideraciones de carácter económico, ambiental e institucional que supone.

b) Energía eólica

67. La energía eólica se ha utilizado durante muchos años para bombear agua, moler grano y otros usos agrícolas. Estas aplicaciones se han desarrollado en pequeña escala y no son muy adaptables a los usos industriales. La energía eólica puede utilizarse para obtener electricidad y actualmente se están desarrollando nuevas tecnologías para hacerlo en gran escala. Estas actividades podrían conducir a su conexión con la red de energía eléctrica. Debe reconocerse, no obstante, que la energía eólica es una fuente que depende enormemente de lugares concretos y requiere vientos constantes de gran velocidad.

c) Energía nuclear

68. La energía nuclear es otra opción que pueden considerar los países en desarrollo para generar electricidad. La opción nuclear se caracteriza por lo siguiente: fuentes de energía relativamente grandes que deben incorporarse a una red; necesidad de un cuadro numeroso de personas altamente capacitadas y calificadas para hacer funcionar y mantener las instalaciones; necesidad de adoptar medidas para un funcionamiento seguro y una buena disposición de los desechos radiactivos; y necesidad de una infraestructura industrial de apoyo. En la actualidad varios países en desarrollo tienen programas nucleares y algunos otros están iniciando modestas actividades en materia de energía nuclear. Se opina en general que para el año 2000 la energía nuclear suministrará menos del 10% de la electricidad en los países en desarrollo.

69. En los últimos 30 años varias naciones industrializadas han investigado la energía de fusión. Sus perspectivas pueden resumirse diciendo que el mundo no puede permitirse hacer caso omiso de ella en su investigación de las fuentes de energía, pero que tampoco puede permitirse depender de su disponibilidad para preparar sus planes futuros.

II. ORDENACION DE LA ENERGIA INDUSTRIAL

A. ORDENACION

70. Durante muchos años la ordenación de la energía ha sido motivo de primordial interés en las operaciones industriales prósperas. Sin embargo, en

los últimos años el problema se ha agudizado de tal manera que esta actividad recibe ahora mucha más atención por parte de industrias y gobiernos.

71. La ordenación de la energía industrial puede considerarse dentro de tres esferas principales:

a) Planificación nacional de la energía industrial

72. La mayoría de los países en desarrollo ya planifican la energía con el fin de alcanzar unos suministros y consumos nacionales óptimos con arreglo a sus recursos naturales, las prioridades asignadas a los diferentes sectores de consumo, consideraciones de índole financiera, la balanza de pagos y otros factores. Como se pone de relieve en otro lugar del presente documento, la función primordial de la industria en lo relativo al problema de la energía significa que la planificación nacional de la energía está directa e inextricablemente relacionada con la planificación industrial. La planificación sectorial de la energía es parte esencial de su planificación nacional y se requieren nuevos conceptos y programas en relación con el desarrollo de nuevas estructuras industriales, con especial atención a las disponibilidades en materia de energía. La utilización máxima y efectiva de las fuentes de energía autóctonas constituye una prioridad evidente de los países en desarrollo al preparar sus planes industriales nacionales.

b) Planificación de la energía en el plano de la empresa

73. En este plano la finalidad es utilizar de manera óptima la energía, entre otras cosas mejorando la determinación y el control de los balances energéticos de las fábricas; conservando y sustituyendo energía; efectuando el mantenimiento preventivo del equipo energético y los accesorios conexos; diversificando las fuentes; optimizando los calendarios de funcionamiento, etc.

c) Medios de facilitar la ordenación

74. La ordenación de la energía industrial debe incluir los planes y programas relativos a los medios necesarios para llevar adelante con éxito la explotación energética, la utilización de la energía y la industrialización. Entre estos medios cabe citar las actividades científicas y tecnológicas, la enseñanza y capacitación, el establecimiento del mecanismo financiero apropiado para fomentar y mantener el esfuerzo de desarrollo energético e industrial, y un marco legislativo, material y de promoción que estimule y apoye la expansión de la producción y el consumo de energía y la industrialización.

75. Toda expansión importante del aprovechamiento energético y la industrialización requerirá evidentemente una expansión científica y tecnológica: la ciencia y la tecnología locales necesarias para asegurar la investigación y el desarrollo en cuestiones relacionadas con la energía; la tecnología industrial, incluidos los aspectos energéticos de la ingeniería de procesos y productos; los servicios de ingeniería industrial de apoyo a nuevas iniciativas industriales y los sistemas de información general para apoyar las actividades científicas, tecnológicas e industriales.

76. Existe ahora un reconocimiento generalizado de que los recursos humanos son uno de los aspectos más importantes del desarrollo industrial. Hay una clara necesidad de personal de planificación, gestión y explotación, a todos los niveles, que sea capaz de abordar los problemas asociados con el aprovechamiento de la energía y la industrialización. Es igualmente claro que la iniciativa debe centrarse en los programas de capacitación y enseñanza para fomentar la preparación de las personas en esas esferas, y en la actualidad existen diversos programas de ese tipo. Las necesidades de personal pueden resumirse como sigue:

Planificadores y encargados de la ordenación de la energía (especializados en la planificación, programación y racionalización generales de la energía);

Economistas expertos en energía (especializados en los aspectos económicos de comercialización, fijación de precios y costos, etc. de la energía);

Ingenieros expertos en energía (especialmente capacitados para esta profesión, a nivel universitario);

Técnicos en energía (capacitados para la ejecución de diversas tareas especializadas, de nivel intermedio);

Operarios y trabajadores especializados (para producir, manejar y explotar equipo especializado, como, por ejemplo, los hornos de carbón vegetal, generadores de biogás, etc.)

B. CONSERVACION Y SUSTITUCION

Aumento del rendimiento energético

77. Una de las principales conclusiones que se desprenden de los últimos estudios sobre consumo de energía industrial en los países en desarrollo es que las posibilidades de aumentar el rendimiento de la energía utilizada son enormes. Esta opinión se funda en el hecho de que para fabricar productos análogos (tales como hierro y acero) se utilizan cantidades diferentes de energía en los distintos países y, hecho todavía más demostrativo,

que las distintas empresas dentro de un mismo país utilizan cantidades diferentes de energía para producir productos análogos. Las visitas de inspección a instalaciones industriales de diversos países en desarrollo han permitido observar casos manifiestos de derroche de energía.

78. Por ejemplo, se estima que en las industrias con un alto índice de utilización de energía (tales como la siderurgia, el aluminio) se puede ahorrar hasta un 10% del consumo total de energía mediante la sola introducción de mejoras de gestión u otros pequeños cambios que suponen una inversión mínima. Tales inversiones tienen un rendimiento considerable y se amortizan a corto plazo.

79. Se puede lograr un ahorro todavía mayor (de hasta 30%) en un período más largo (de dos a tres años o un poco menos) gracias a la modernización del equipo, la instalación de controles y sencillos cambios en los procesos. A largo plazo, se pueden lograr ahorros todavía más importantes aplicando procesos completamente nuevos (tales como el proceso por vía seca en lugar del proceso por vía húmeda de fabricación del cemento). Incluso antes de que comenzaran a subir los precios de la energía, el consumo de energía por unidad de producción industrial había disminuido gracias a la introducción de nuevas tecnologías y equipo destinados a reducir los costos. El aumento de los precios de la energía aceleró este proceso.

El cambio de la estructura industrial

80. Los ejemplos anteriores demuestran que es posible utilizar menos energía para fabricar unidades de productos análogos. En el sector industrial se pueden lograr nuevos ahorros de energía introduciendo cambios en la estructura de ese sector que reduzcan las actividades de gran densidad de energía, siempre que dichos cambios estén en armonía con las políticas más generales. La gama de densidades de energía en la industria es muy amplia y, al menos en teoría, es posible reducir la cantidad de energía utilizada por unidad de producción industrial modificando la composición del grupo de industrias que integra el sector industrial.

81. La disponibilidad de petróleo barato hasta 1973 hizo posible que países que no tenían mayores recursos energéticos nacionales se industrializaran y desarrollaran incluso una industria pesada de gran densidad de energía a base de petróleo importado. Ejemplos al respecto son el Japón, entre los países industrializados, y la República de Corea y el Brasil, entre los

países en desarrollo. A medida que aumenten los costos de la energía importada, los países sin mayores recursos energéticos tenderán a dejar de lado en sus futuras estrategias industriales, y tanto por razones de costo como de seguridad, las industrias de elevada densidad de energía, tales como las industrias de productos químicos, productos plásticos, siderurgia, cemento, pulpa y papel y aluminio. Existen sin embargo algunas excepciones a esta regla. Debido a los altos costos del transporte, es probable que el cemento siga produciéndose cerca de los mercados consumidores a pesar de su alto costo en energía. La explotación del gas natural en algunos países puede fomentar el establecimiento de una industria de fertilizantes y productos químicos. Las propias industrias de energía son las que tienen el índice más elevado de utilización de energía de todas las industrias, de manera que la expansión de la producción nacional de energía supondrá un aumento del consumo industrial de energía, aunque es de esperar que no se trate del petróleo, que es escaso y caro.

82. En el caso de otras industrias en que los costos de la energía equivalen a una parte menor del costo total, es probable que la energía no influya de manera decisiva en las estrategias de desarrollo industrial. Después de todo, en la planificación industrial debe tenerse en cuenta todos los factores de producción.

La conservación es en parte barata y rápida

83. El principal atractivo de la conservación como política de energía industrial radica en que se pueden aplicar diversas medidas de conservación tendientes a ahorrar energía con un costo en general más bajo que el que supone utilizar una unidad energética adicional, medidas con las que se pueden lograr ahorros considerables a corto plazo. Normalmente, el tiempo necesario para disponer de otras fuentes de abastecimiento es considerable, como lo es también en el caso de las posibilidades de conservación que entrañan un cambio de estrategias del sector industrial y la introducción de procesos absolutamente nuevos. Sin embargo, existen muchísimas otras posibilidades menos drásticas que se amortizan a muy corto plazo.

Sustitución del combustible

84. Dado el nivel cada vez más elevado de los costos de la energía, es lógico que se deben hacer todos los esfuerzos por conservarla; sin embargo, el aumento particularmente pronunciado de los precios del petróleo subraya

la necesidad de conservarlo no sólo en la forma ya descrita sino también mediante su sustitución por otras fuentes de energía más abundantes. (Esto podrá incluso aumentar el consumo energético total, pero siempre que se reduzca el costo total de la energía, esa estrategia será conveniente desde el punto de vista económico.) Como se ha visto, la conservación de la energía industrial se aplica en gran medida al petróleo y la electricidad, salvo en aquellos países que tienen abundantes recursos de carbón o gas. Otra posibilidad es aumentar la parte correspondiente a la electricidad, especialmente dado que muchos países tienen un gran potencial hidroeléctrico. La medida de la sustitución del petróleo por la electricidad dependerá del tipo y la importancia del papel funcional que cumpla el petróleo dentro del sector industrial. No todas las actividades industriales pueden efectuarse satisfactoriamente utilizando electricidad. Un estudio reciente del sector industrial de Costa Rica indica que es técnicamente posible que la mitad de toda la energía industrial necesaria sea energía eléctrica. Pero para que ello suceda, tendrían que reducirse las tarifas de la electricidad a niveles muy bajos, lo que podría hacer peligrar la viabilidad financiera del sector productor de electricidad. A largo plazo, la sustitución económicamente viable sería considerablemente menor.

85. El carbón puede ser un sustituto para una variada gama de actividades industriales, como lo demuestra el hecho de que el sector industrial centralizado de la India y China depende casi completamente de la utilización del carbón. En términos semejantes, el gas puede reemplazar al petróleo en el sector industrial, como ha sucedido en México. Algunas industrias, especialmente las situadas en las zonas rurales, pueden tratar de emplear leña y carbón vegetal, pero esto podría ocasionar importantes problemas ambientales si no se tiene el cuidado de proteger los recursos forestales básicos. El calentamiento o precalentamiento del agua y el petróleo mediante la energía solar puede producir un ahorro considerable de petróleo y parece ser actualmente un método eficaz en función de los costos.

Incentivos económicos

86. El logro de un ahorro de energía en general, y del petróleo en particular, dependerá de diversos factores. Uno de los principales es quizá el incentivo económico a la conservación.

87. El incremento del precio del petróleo crudo registrado en el último decenio ha llevado a un aumento pronunciado de los precios de los productos del petróleo utilizados por la industria. Sobre este particular cabe señalar diversos puntos. En primer término, el incremento de precio de los combustibles industriales ha sido más rápido que el de los productos del petróleo consumidos por otros sectores, como el sector de la economía doméstica, en que se han hecho esfuerzos por mantener bajos los precios mediante subvenciones, y el sector del transporte, en que la gran importancia del componente fiscal diluye el efecto del precio del petróleo crudo sobre los precios pagados por el consumidor. Por consiguiente, el sector industrial tiene una motivación aún mayor para conservar la energía.

88. En segundo término, la experiencia en materia de precios ha sido muy diferente en los distintos países. Entre los países en desarrollo se pueden distinguir tres grupos: los que importan todo el abastecimiento de petróleo, los países productores que importan parte del abastecimiento y los exportadores netos. En el primer grupo, el aumento de precio del petróleo se ha traspasado por lo general en su totalidad a los consumidores. De hecho, había poquísimas posibilidades que no causaran efectos negativos en el presupuesto. Es probable que este grupo de países no se haya beneficiado de la reciente caída de los precios del petróleo debido a la fortaleza del dólar estadounidense que ha contrarrestado con creces la baja de los precios del petróleo al producir un alza sostenida de los precios del petróleo importado expresados en moneda local.

89. Los países que son a la vez productores e importadores de petróleo mantuvieron por lo general bajos los precios del petróleo producido en el país durante los años posteriores a 1973 y, de este modo, en esos países el precio medio de la oferta, incluidas las importaciones, fue inferior a la media registrada en los países importadores e inferior a la media mundial. Los países exportadores netos mantuvieron normalmente los precios muy por debajo de los niveles internacionales, a pesar de la fuerte alza registrada en los últimos años.

90. No existen datos suficientes sobre la evolución de los precios de otros combustibles utilizados en el sector industrial. Pese a los recientes aumentos de las tarifas de la electricidad, los costos de ésta han seguido siendo probablemente constantes o incluso han caído en términos reales en los últimos diez o quince años. Es probable que los precios del carbón y

el gas utilizados por la industria hayan seguido también esta misma tendencia. El estímulo a la conservación en el sector industrial es por lo tanto mucho mayor en aquellos países que están obligados a importar todo su combustible industrial -de hecho el petróleo- que en los demás países.

Obstáculos a la conservación

91. Si bien el precio elevado de la energía induce necesariamente a su conservación, puede que no baste para lograr a corto plazo las metas deseadas. Estudios recientes sobre el potencial de conservación y los progresos logrados en determinados países indican que incluso si el precio es alto existen diversos obstáculos que impiden una conservación efectiva. Por ejemplo, la motivación que supone el alto costo de la energía puede quedar contrarrestada totalmente porque el costo del equipo de mayor rendimiento energético es elevado debido a los fuertes derechos de importación y las elevadas tasas de interés que conlleva la financiación de dicho equipo. En materia de conservación así como en otros aspectos, es importante que la política pública sea estable. En ese sentido, suele haber un desconocimiento generalizado acerca de la utilización de la energía y de los medios técnicos para lograr su conservación. Aun cuando éste no sea el caso, la conservación de la energía puede no tener sino una escasa prioridad dentro de la gestión industrial dado que existen otros problemas técnicos más importantes y poco personal para solucionarlos. Es posible que esa baja prioridad esté en parte vinculada a la proporción del costo de la energía en el costo total de la producción. Como se señaló anteriormente, en unas pocas industrias ese costo representa una proporción muy alta del costo total, que se sitúa probablemente entre el 20 y el 30%. Tales industrias tienen por consiguiente fuertes razones para introducir ahorros de energía. Sin embargo, para muchas industrias la energía no representa más que un 3 a un 5% del costo total de la producción. En este caso, los sectores directivos de la industria pueden considerar que, desde el punto de vista de la economía general de las operaciones, el escaso personal calificado y la capacidad de gestión están mejor empleados en otras esferas.

92. Otro factor que inhibe probablemente la conservación de la energía es el carácter protegido del mercado en el que operan muchas de esas industrias. Si no existe competencia, es bastante fácil traspasar el costo adicional que una energía más cara representa, particularmente cuando dicho costo es una

pequeña parte del precio total al consumidor. Estos son obstáculos importantes y a ellos puede deberse en gran medida la reacción conservacionista relativamente modesta en apariencia a los elevados precios del petróleo.

Factores económicos de la sustitución

93. Los precios relativos de las diferentes fuentes de energía son importantes si se quiere efectuar la sustitución del petróleo. En términos generales, los precios del carbón y el gas son inferiores a los del petróleo debido en gran medida a que ambos se producen en el país y tienen escasas posibilidades de exportación. La electricidad es corrientemente más cara que el petróleo en función de la magnitud calorífica suministrada, lo que, sumado a consideraciones de orden técnico, limita la posibilidad de que sustituya al petróleo.

94. Aunque las diferencias de precio entre el petróleo y otros combustibles indican que la sustitución es perfectamente factible, otros factores no relacionados con el precio pueden constituir un obstáculo. La modernización o la instalación de equipo nuevo, y especialmente las altas tasas de interés correspondientes, pueden anular los ahorros logrados por los menores precios de la energía. Además, las limitaciones de la oferta de energía han sido un problema permanente de los países en desarrollo. Por ejemplo, la escasez de carbón en la India dificulta la sustitución del petróleo y en ciertos casos ha llevado incluso a un aumento del consumo del petróleo.

III. OPCIONES DE POLITICA Y CUESTIONES PRINCIPALES

Antecedentes de políticas económicas y sociales

95. Aunque la planificación energética ha atraído una gran atención en los últimos años, debe reconocerse que la energía no es un fin en sí mismo, sino un medio de lograr objetivos económicos y sociales más amplios. Debe subordinarse a la planificación del desarrollo global, pero al mismo tiempo debe reconocerse que los cambiantes factores económicos de la energía pueden imponer nuevas limitaciones a la política de desarrollo global. El propósito de la política energética es por lo tanto determinar las políticas más eficaces para lograr el desarrollo menos costoso posible del sector energético en armonía con las estrategias de desarrollo general.

96. En los decenios de 1950 y 1960 existía una unanimidad mucho mayor que en la actualidad respecto de los objetivos y estrategias de desarrollo. La mayoría de los países siguieron, o se propusieron seguir, una política de industrialización moderna rápida orientada hacia las exportaciones o la sustitución de las importaciones. Estas políticas estaban asociadas a tasas aceleradas de crecimiento económico, pero en muchos países dejaron un legado de penosos problemas económicos y sociales, como un elevado desempleo continuo, la excesiva urbanización, un sector agrícola atrasado, una costosa dependencia de las importaciones de alimentos y, después del alza de los precios del petróleo del decenio de 1970, un costo global de las importaciones de petróleo inaceptablemente elevado para los países en desarrollo importadores de ese producto. Incluso los exportadores de petróleo, aunque se beneficiaron con los precios más elevados del petróleo, tuvieron que encarar muchos de los demás problemas y, al igual que los países importadores de petróleo, buscaron otras posibles estrategias de desarrollo para tratar de superarlos.

Política industrial apropiada

97. La gama de posibles estrategias de desarrollo examinadas era bastante amplia y dependía en gran medida de las características particulares de cada uno de los países. Sin embargo, había ciertos elementos comunes. Entre ellos, un mayor hincapié en el desarrollo agrícola y una descentralización de las actividades industriales, tanto para promover el desarrollo rural, como para ayudar a rectificar los desequilibrios regionales que se habían producido durante el régimen de industrialización anterior. Además de estas consideraciones generales de desarrollo, el rápido aumento de los precios del petróleo restó gran parte de su atractivo al desarrollo industrial de gran densidad de energía basado en el petróleo importado.

Energía e Industria

98. Estas circunstancias tienen repercusiones importantes para la cantidad, el tipo y la forma de energía industrial que ha de utilizarse. Los cambios estructurales representados por un mayor desarrollo agrícola y una industria con menor densidad de energía podría conducir a una disminución de la densidad energética general de la economía. El consumo total de energía seguirá aumentando, pero menos rápidamente que en otras circunstancias. En los países en que no hay un sistema de distribución nacional de energía, la

descentralización de las actividades industriales podría ir acompañada de una descentralización de las instalaciones y servicios energéticos. Por último, el desarrollo de las industrias rurales y agrícolas podría conducir a un mayor aprovechamiento de las fuentes de energía renovables disponibles localmente como la madera y los desechos agrícolas.

99. El vínculo entre la energía y la industria se establece en dos direcciones. El desarrollo industrial tiene efectos importantes sobre el sector energético, pero la evolución de este último también puede afectar a la industria. El drástico aumento de los precios del petróleo y su costo global tendrá repercusiones negativas sobre el nivel de participación de algunas industrias de gran densidad de energía. Para los países que tengan una infraestructura industrial razonablemente desarrollada, la aparición de nuevas tecnologías energéticas (como los combustibles del alcohol en el Brasil) podría conducir al desarrollo de nuevas industrias abastecedoras de energía. La explotación de depósitos de gas para reemplazar el petróleo podría dar origen a toda una gama de industrias que utilizaran el gas como combustible.

100. Los vínculos entre el desarrollo industrial y el sector energético son tan estrechos, los recursos financieros y de otra índole necesarios para el aprovechamiento de la energía son tan grandes y el tiempo requerido tan largo, que es esencial reconocer esta interdependencia oficialmente en el proceso de planificación a fin de que los planes de los sectores energético e industrial puedan ponerse en mutua armonía.

Cuestiones de política energética

a) Ordenación de la base de recursos

101. Los países en desarrollo están, en diverso grado, bien dotados de fuentes de energía renovables, recursos hidráulicos y biomásas. La explotación de estos recursos puede desempeñar un papel central en el abastecimiento de energía al sector industrial. Sin embargo, es preciso planificar racionalmente el aprovechamiento de estas fuentes de energía, que después de todo son renovables solamente en el sentido limitado de que son susceptibles de sustitución. Los elementos de esta planificación incluyen una cuidadosa evaluación de la magnitud y la calidad de la base de recursos renovables y una determinación de la tasa óptima de explotación, teniendo en cuenta las consecuencias ecológicas y sociales conexas y su valor para otros usos

posibles. La rápida explotación de los combustibles de madera para usos industriales, por ejemplo, podría conducir a una deforestación generalizada con graves repercusiones para el drenaje de superficies, la productividad agrícola y el abastecimiento de madera a otros usuarios (la población urbana y rural de escasos medios y los constructores). Una solución sería obligar a las empresas consumidoras a obtener sus propios suministros de madera de zonas especialmente proyectadas para el efecto.

b) Equilibrio entre las importaciones y el abastecimiento interno

102. La experiencia de los últimos diez años ha convertido a la autosuficiencia energética en una opción muy atractiva para los planificadores de energía de los países importadores de petróleo. El marcado aumento de los precios del petróleo importado exige una revaluación cuidadosa de los recursos energéticos internos para determinar cuáles podrían explotarse en forma rentable en las nuevas circunstancias. Ya se han logrado algunos progresos en el aumento de la producción interna de energía en los países en desarrollo y el Banco Mundial estima que la tasa de aumento de esa producción se acelerará en el futuro.

103. Para cada uno de los países la cuestión importante de política que se plantea es el grado de autosuficiencia energética que ha de lograrse. Al igual que la flexibilidad, la autosuficiencia se obtiene a un precio (representado por subsidios y otros estímulos a los productores) que aumenta a medida que aumenta el grado de autosuficiencia.

104. Para muchos países importadores la opción entre combustibles importados y locales puede reducirse, de hecho, a elegir entre combustibles comerciales (importados) y renovables (locales). Una vez más, ésta es una esfera en que los factores económicos pueden servir de orientación en la medida en que se incluyan los costos y los beneficios totales de la explotación de los combustibles renovables -incluidos beneficios tan importantes como el empleo de la mano de obra subutilizada y el ahorro de divisas.

105. Si el impulso a la autosuficiencia obedece a la preocupación por el alto costo global del petróleo, una alternativa o complemento de la autosuficiencia energética es el de utilizar recursos para fomentar las exportaciones necesarias para pagar las importaciones de petróleo. La experiencia del decenio de 1970 puso de manifiesto el extraordinario poder de recuperación económica de aquellos países que estuvieron en condiciones de aumentar sus ingresos de exportación.

c) Flexibilidad

106. La flexibilidad en el suministro de combustible y en la capacidad de utilización de combustible es una valiosa protección contra las interrupciones físicas del suministro o los cambios no previstos en los precios de la energía. Uno de los elementos de un sistema de abastecimiento flexible es un programa equilibrado de investigación y desarrollo energético en que se haga hincapié en la evaluación y viabilidad de distintas opciones de suministro para el consumo local. Por el lado del usuario industrial, la flexibilidad puede asegurarse estableciendo servicios e instalaciones que utilicen una multiplicidad de combustibles, de modo que el usuario pueda cambiar de combustible cuando lo exijan las circunstancias.

107. La incorporación de flexibilidad en un sistema entraña costos que tenderán a aumentar a medida que aumente el grado de flexibilidad. La cuestión de política que se plantea es: dados estos crecientes costos ¿qué nivel de flexibilidad es el apetecible? Aunque parte de esta pregunta será respondida en el mercado, hay cuestiones amplias de vulnerabilidad económica nacional que podrían sugerir la conveniencia de lograr un mayor grado de flexibilidad que el que permiten espontáneamente los usuarios industriales considerados individualmente.

d) Oferta y demanda de diversas fuentes de energía

108. El petróleo ha demostrado ser una fuente de energía excepcionalmente versátil, capaz de ser utilizada no solamente en los tres principales sectores de consumo, el transporte, el hogar y la industria, sino también en una gran variedad de procesos dentro del sector industrial. Mientras el petróleo era el combustible predominante en el sector industrial, se corría poco riesgo de incompatibilidad entre el suministro y las necesidades de energía industrial.

109. El papel reducido del petróleo en la industria podría resultar en un desequilibrio entre la oferta y la demanda. En general, las propiedades de los distintos recursos de energía y su adaptabilidad a los diversos procesos industriales son bien conocidas. El punto débil es aquí la falta de conocimiento de la importancia relativa de los distintos procesos industriales. ¿Qué proporciones, por ejemplo, tiene la demanda de la calefacción de baja temperatura que puede proporcionarse mediante calentadores solares de agua?

La respuesta a ésta y otras preguntas similares variará de país en país, pero debe saberse en términos generales si se quiere que el sistema de abastecimiento de energía esté bien acoplado a la demanda de energía industrial.

e) Papel de la conservación de energía

110. El sector industrial ofrece un grado potencial para la conservación de energía. Hay en este sector un gran número de oportunidades para desarrollar métodos rápidos y económicos de conservación de energía. A plazos mediano y largo se dispone de una gama aún mayor de opciones de conservación con procesos y equipos nuevos.

111. Una cuestión de política importante es la determinación del grado de intervención de las municipalidades locales y los gobiernos nacionales en la esfera de la conservación de energía industrial. Los gobiernos pueden proporcionar incentivos, prestar servicios y estimular la conservación en muchas formas.

112. Las técnicas de conservación de energía industrial utilizadas en los países industrializados pueden ser estudiadas para su aplicación en los países en desarrollo. Sin embargo, esas aplicaciones requieren que se tengan en cuenta factores como la escala de las operaciones y los procesos tecnológicos concretos.

f) Políticas energéticas e industriales

113. Deben estudiarse las consecuencias que el desarrollo de nuevos tipos de energía industrial puede acarrear para el tipo de desarrollo industrial y para su localización. En muchos países en desarrollo, especialmente en los que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo, la actividad industrial tiende a estar centralizada y vinculada a un emplazamiento concreto, debido a la limitada infraestructura, incluidas las instalaciones y los servicios de abastecimiento de energía. El desarrollo de formas nuevas y descentralizadas de energía deja entrever la posibilidad de una industria descentralizada que pueda promover un desarrollo regional más equilibrado. Sin embargo, la falta de una infraestructura auxiliar (como la red de caminos) puede limitar esta posibilidad. Debe observarse también que las fuentes renovables de energía no son la única forma de energía descentralizada. Una extensa red nacional de energía eléctrica y una buena red ferroviaria y vial que pueda abastecer de energía a una gran variedad de localidades podría también permitir la descentralización de la industria.

114. Una extensión de esta idea es la promoción de una industria de tipo y escala más adaptados a estas nuevas fuentes de energía. Las energías de la biomasa, por ejemplo, están característicamente dispersas y es necesario reunir las y concentrarlas antes de poder utilizarlas eficazmente en procesos industriales. Por lo tanto, los costos del transporte para su recolección tienen mucha importancia entre los factores económicos de la biomasa y limitan el tamaño de las instalaciones y por ende la escala de la industria usuaria y, posiblemente, su tipo.

115. Esto plantea importantes problemas de política industrial, como el de determinar cuáles son las industrias más apropiadas para la descentralización y si las fomenta lo suficiente (o no se las inhibe) en los actuales regímenes de política industrial.

g) Políticas de ejecución

116. Hasta ahora el examen de las cuestiones de política se ha expresado en términos de objetivos y decisiones de política. Igual importancia revisten los medios de ejecutar esas políticas, incluido el aprovechamiento de los recursos energéticos locales, la promoción de la conservación y la dirección de la política industrial, en forma mutuamente armónica.

117. Los gobiernos tienen una serie de instrumentos de política a su disposición para influir el suministro y la demanda de energía. Pueden hacer variar el curso normal de los precios, aumentándoles o disminuyéndoles mediante la aplicación de impuestos o subvenciones a las diversas formas de energía. La repercusión de los impuestos o de alza de precios consiste en desalentar el consumo y estimular la producción. Los subsidios o la baja de precios desalientan la producción y estimulan el consumo, por lo que son lógicamente incompatibles con los objetivos de conservación y el desarrollo de fuentes de abastecimiento. Sin embargo, los subsidios para productos como el queroseno y para la electrificación de zonas rurales fomentan la consecución de objetivos sociales y económicos amplios, que, a juicio de los encargados de la política nacional, pueden compensar con creces los efectos nocivos para el aprovechamiento de la energía. De todos modos, es importante comprender que esos subsidios desalientan notablemente la explotación de fuentes renovables de energía. A la mayoría de los combustibles industriales no se les aplican impuestos o éstos son de mínima cuantía.

118. Por altos que sean actualmente los precios, éstos pueden aun así, no ofrecer incentivo suficiente para alcanzar los objetivos de una política energética por razones como la falta de información, de capacitación, la escasez de capital, los controles de precios en otros mercados, la complejidad y, en consecuencia, el costo más elevado de establecimiento de nuevas actividades. En este caso, para superar esos obstáculos, se necesitarán medidas gubernamentales adicionales. También debe resolverse la cuestión de quién se encargará de explotar las nuevas fuentes de energía, de las fuentes de financiación y de los mecanismos de planificación y coordinación, especialmente en cuanto éstos afectan el desarrollo interdependiente.

119. Otro aspecto de la formulación de una política energética es asegurar el desarrollo gradual del sector de la energía. Las opciones energéticas antes descritas toman períodos de tiempo diferentes para desarrollarse. A corto y mediano plazo (es decir hasta 5 años) pueden lograrse economías importantes de energía y en el mismo lapso podría alcanzarse cierto grado de sustitución. Un aprovechamiento de envergadura de nuevas fuentes de suministro demorará normalmente más.

IV. INICIATIVAS DE PROGRAMAS

120. El valor de esta reunión se juzgará en gran medida por las iniciativas de programas que de ella surjan. Las sugerencias siguientes pretenden sólo proporcionar ejemplos de iniciativas de programas y servir de base de estudio.

Los países en desarrollo necesitan fortalecer sus metodologías para desarrollar y aplicar políticas energéticas industriales

121. Puesto que la experiencia que más viene al caso se encuentra dentro de los países en desarrollo, debe prestarse atención a los mecanismos para intercambiar experiencias en la integración de las políticas de desarrollo, industriales y energéticas. A este fin pueden ser adecuados cursos prácticos, seminarios y otras modalidades.

122. Esta actividad se centraría en el proceso de la formulación de políticas energéticas o industriales, incluso la identificación de las opciones principales, en los criterios y su importancia relativa para establecer prioridades y elegir entre los cursos posibles, en los factores que supone el lograr la comprensión y la aceptación de nuevas políticas y en las técnicas para modificar políticas frente a cambios considerables en las circunstancias.

Las decisiones de política energética o industrial requieren una mejor información básica

a) Evaluaciones energéticas concretas

123. A fin de proporcionar una base sólida para la formulación de una política energética deben emprenderse evaluaciones concretas por países del suministro de energía, particularmente de recursos renovables. Estos estudios deben centrarse en la disponibilidad y disposición actual de los recursos de la biomasa e hídricos, insolación solar, diversos tipos de depósitos de hidrocarburos y su afluencia a los sectores de demanda. Para tener evaluaciones a fondo y exactas se sugiere que sean efectuadas por un experto en esa esfera y no mediante procedimientos de enumeración general. Concretamente, los recursos de la biomasa deben ser evaluados por un silvicultor con conocimientos especializados cuantitativos, los recursos hídricos por un ingeniero civil o un hidrólogo, los recursos de hidrocarburos por geólogos, etc. En muchos casos es dable que no se disponga localmente de la base de datos y puede haber necesidad de desplegar un esfuerzo para reunir datos primarios.

b) Evaluación del sector de la energía industrial

124. Además de diversas consideraciones generales, la preparación de una política industrial/energética requiere el conocimiento de la forma, calidad y cantidad de energía que necesitan sectores industriales específicos. Esta información debe reunirse y analizarse en una evaluación de la demanda de energía, incluso de los costos de la energía, para las principales industrias. Por ejemplo: en Bolivia podrían examinarse las industrias minera y azucarera; en Egipto, la industria textil; en Kenya, la industria cafetera; etc. Las políticas industriales/energéticas podrían desarrollarse entonces basadas en las necesidades de energía, en la posibilidad de sustituir combustibles y en la disponibilidad de recursos energéticos locales.

125. Por otra parte, ya que algunas de estas industrias existen también en los países desarrollados, deberían buscarse medios para conocer las orientaciones de la política de energía industrial de esos países y su aplicación por su posible utilidad para los países en desarrollo. Para llevar a cabo esas evaluaciones podría recurrirse a las asociaciones de industria y comercio dentro de cada país o a órganos industriales semejantes que funcionen en el plano internacional. Por medio de estos grupos, un analista podría obtener datos y lograr acceso a lo que algunos pueden considerar información privada.

c) Auditorías en relación con la energía en la fábrica

126. Las políticas y medidas energéticas eficaces en el plano de la fábrica requieren una auditoría en relación con su energía. Esta auditoría consiste en un análisis de todos los flujos de energía y masa que entran y salen de la fábrica, así como de los flujos del proceso dentro de ella. Son parte de la auditoría los datos del costo de todos los combustibles. En esta forma pueden determinarse la eficacia de la conversión, los gastos conexos y las pérdidas de energía. Una vez que existe un cuadro completo del balance de la energía de las fábricas, pueden elaborarse estrategias para mejorar su rendimiento energético. Esto podría incluir un mejor aislamiento alrededor del equipo térmico, una programación más corta del proceso, lo que reducirá las pérdidas al ponerse en marcha, y el empleo de combustibles sustitutivos. Las medidas que deban adoptarse y que requieran modificaciones o modernizaciones del equipo antiguo, necesitarán de análisis de costo-beneficio para determinar si la inversión adicional puede recuperarse en ahorros del costo de la energía.

127. Deben desarrollarse técnicas de análisis documentado en que se utilice, por ejemplo, la microcomputadora, de forma que puedan aplicarse fácilmente en situaciones locales. Deben elaborarse manuales sobre las exigencias técnicas generales de fábricas dedicadas a procesos concretos, fabricación de cemento, por ejemplo, y que indiquen de qué manera puede ahorrarse energía.

En los países en desarrollo, los recursos hidrológicos, que representan una excelente oportunidad para satisfacer las mayores necesidades de energía, son relativamente abundantes y en ellos sólo se ha aprovechado el 9% de este potencial

128. Los países en desarrollo deben iniciar un programa importante y dinámico para emprender actividades que lleven a nuevas y acertadas inversiones destinadas a instalaciones de energía hidroeléctrica. Estas actividades deben ser de carácter integrado y cooperativo e incluir: evaluaciones de recursos hidrológicos, manuales de diseño y de otro tipo, exigencias tecnológicas, ingeniería, capacitación, y vínculos con la industrialización. Se recomienda que los países en desarrollo dotados de un potencial de recursos hídricos adopten las medidas bien definidas necesarias para una aplicación satisfactoria de la inversión de capital.

129. Como parte de este importante programa, deben establecerse nuevas estructuras institucionales para:

- el desarrollo y la demostración de la energía hidroeléctrica;
- la capacitación;
- la fijación de normas sobre diseños y equipo.

130. Centro regional de investigación y capacitación de Asia y el Pacífico para la producción de energía hidroeléctrica en pequeña escala ubicado en Hangzhou (República Popular de China) fue establecido en 1982 y puede ser un modelo útil para la creación de instituciones semejantes en otras regiones.

Los recursos de energía de la biomasa son muy grandes y están ampliamente distribuidos, y con el desarrollo de las tecnologías necesarias podrían llegar a ser una fuente importante de energía industrial en los países en desarrollo

131. En consecuencia, se recomienda que se adopte una acción concertada en dos planos:

- a) Intensificar los programas de investigación, desarrollo y demostración sobre energía de la biomasa y sus repercusiones industriales en los países en desarrollo, lo cual supondría actividades nacionales y regionales;
- b) El intercambio de información y experiencia sobre el desarrollo y utilización de energía de la biomasa por medio de redes regionales e internacionales. Estas redes, formadas por las instituciones nacionales competentes, facilitarían el intercambio de información y experiencia sobre cuestiones de política energética de la biomasa, estudios de recursos y nuevas tecnologías.

El suministro de bienes de capital y de servicios por los países en desarrollo para el sector de la energía representa una oportunidad comercial y un paso hacia una mayor independencia

132. El aprovechamiento de fuentes de energía en los países en desarrollo requerirá cantidades importantes de materiales y equipo. Cada país debe abocarse a una decisión sobre esta materia en el contexto de sus políticas nacionales energéticas/industriales, incluidos factores como la independencia, la balanza de pagos, el tamaño del mercado y sus capacidades.

133. Por ejemplo, la prevista expansión de las centrales hidroeléctricas pequeñas requerirá una gran cantidad de equipo eléctrico y mecánico nuevo que podría fabricarse internamente. Del mismo modo, una mayor producción de bioenergía podría crear una oportunidad de producción industrial de generadores de biogás y de otros aparatos necesarios en un sistema energético descentralizado o de centrales nuevas completas en los sistemas energéticos centralizados.

134. Esta situación del mercado lleva en sí misma a un acuerdo comercial regional entre países en desarrollo, en virtud del cual cada país obtendría una cuota equitativa de los mercados de sus vecinos para bienes y servicios concretos destinados al sector de la energía.

La conservación de la energía industrial representa una oportunidad de ahorro considerable a bajo costo

135. La ordenación de la energía industrial, incluida la utilización sensata y eficaz de la energía, debe ser una característica fundamental de la industrialización de los países en desarrollo. Ya no se enfoca la conservación como una situación de privaciones y sacrificio, sino más bien como un medio de producir más bienes y servicios con una determinada cantidad de energía, contribuyendo así al crecimiento económico. En muchos casos la conservación de energía puede generar empleos; por ejemplo, la mayor utilización de material de aislamiento térmico en el equipo industrial conduce a más trabajo para los fabricantes de sistemas de aislamiento.

136. Se recomienda la aplicación sobre una base nacional y regional de un programa amplio, integrado y orientado a los resultados en materia de conservación de la energía industrial. El programa debe ser amplio en el sentido de que incluiría aquellos sectores industriales que representan el mayor consumo de energía y la mayoría de los países de una región determinada, si no a todos ellos. El programa debe ser integrado para que reúna todos los elementos esenciales de una actividad eficaz, incluso la formación y capacitación de administradores, ingenieros y trabajadores; la preparación de manuales; las metodologías para llevar a cabo verificaciones y evaluaciones de la energía; la utilización de cursos prácticos, seminarios y visitas de fábricas; la creación de centros de información; y los vínculos entre organizaciones e instituciones de los países participantes. El programa debe estar orientado hacia los resultados a fin de que se centre en el logro

de un mejoramiento importante del rendimiento energético industrial. A este respecto se sugiere que la primera fase del programa esté destinada concretamente a ahorrar un 10% de energía, unido esto a un sistema de vigilancia e información para medir el progreso logrado.

137. Los países en desarrollo deben considerar la idea de establecer su propia entidad colectiva para la conservación de la energía industrial. La entidad cumpliría servicios para explotaciones industriales clientes a base de honorarios. Estos servicios incluirían auditorías en relación con la energía de la fábrica y recomendaciones de dos clases: medidas que pueden aplicarse de inmediato y que a menudo representan un ahorro anual del 10% y medidas a un plazo más largo que suponen inversiones relacionadas con procedimientos y equipo nuevos. Los servicios prestados por la entidad incluirían la capacitación de personal seleccionado de la fábrica durante la actividad de conservación. Este enfoque podrían emprenderse sobre una base internacional, regional o nacional, en que se daría prioridad a los sectores industriales elegidos por los países en desarrollo participantes.

