

PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

En los últimos años parece haberse modificado la actitud de los expertos ante las perspectivas de una revolución mundial en la producción de energía nucleoelectrica. Las esperanzas de poder utilizar en breve plazola energía atómica como fuente abundante de energía nucleoelectrica en el mundo entero se han moderado un tanto últimamente debido a una visión crítica de los múltiples problemas económicos y técnicos que plantea dicha transformación de la situación energética del mundo. A medida que se perfila con mayor claridad el papel actual y potencial de la energía nucleoelectrica, resulta más evidente que ningún programa encaminado a su utilización puede estar basado en ideas generales sobre la necesidad de compensar la creciente insuficiencia de los recursos energéticos de tipo tradicional.

Una de las cuestiones fundamentales es si la utilización de la energía nucleoelectrica presenta ventajas económicas en una situación dada. Ahora bien, no siempre es fácil decidir esto. En primer término, los factores que intervienen en la economía y la tecnología de la producción de energía nucleoelectrica son complejos y todavía mal conocidos en algunos aspectos. En segundo término, las necesidades y circunstancias de cada situación son tan distintas entre sí que las soluciones que parecen satisfactorias para un caso raras veces son aplicables a otro.

Además, es algo urgente evaluar de la manera más exacta y general posible el estado actual de la producción de energía nucleoelectrica, así como sus perspectivas. En muchas regiones que no cuentan con suministros energéticos suficientes o que se enfrentarán con esta situación a breve plazo, la utilización de la energía nucleoelectrica puede parecer una solución prometedora, y es lógico que muchos países tengan un gran interés en llevar adelante proyectos de energía nucleoelectrica como medio de acelerar la actividad industrial.

Como cabía esperar, la asistencia en esta esfera constituye uno de los objetivos principales del Organismo Internacional de Energía Atómica. También es evidente que necesitarán de un modo especial esta asistencia aquellos Estados Miembros del Organismo relativamente poco desarrollados en las técnicas industriales; así, la Conferencia General del Organismo, en dos reuniones consecutivas, ha pedido que se hagan esfuerzos para atender esa necesidad.

Programa del Organismo

En su reunión de 1958, la Conferencia General aprobó una resolución en la que, entre otras cosas, pedía que se efectuara un estudio de las necesidades de los países menos desarrollados en la producción

de energía nucleoelectrica y un estudio continuo de los aspectos tecnológicos y económicos de los reactores generadores de pequeña y mediana potencia. El pasado año se presentó a la Conferencia General un informe en el que se exponía el programa de trabajo destinado a dar cumplimiento a dicha resolución. Después de examinar el informe, la Conferencia General recomendó a la Junta de Gobernadores en una nueva resolución que, al ejecutar y desarrollar el programa, tuviera especialmente en cuenta la necesidad de facilitar a los Estados Miembros asesoramiento técnico para realizar estudios sobre las posibilidades técnicas y los aspectos económicos de la producción de energía nucleoelectrica, las consecuencias de dichos estudios por lo que respecta al suministro de materiales nucleares y equipo a los Estados Miembros y las posibilidades de desarrollar una labor colectiva en esta esfera. En la resolución se pedía también a la Junta que presentara un informe en la próxima reunión de la Conferencia General sobre los progresos realizados y sobre el programa futuro. Además, se pedía a la Junta que presentara un informe general sobre los aspectos económicos de la energía nucleoelectrica. Esos dos informes se presentaron a la Conferencia General en su cuarta reunión ordinaria, que se inició el 20 de septiembre de 1960.

El programa de trabajo establecido por el Organismo para dar cumplimiento a las dos resoluciones de la Conferencia General presenta dos aspectos. Por una parte, el Organismo pone sus servicios a disposición de los Estados Miembros a fin de prestarles cualquier clase de ayuda que puedan necesitar para el desarrollo de sus planes de producción de energía nucleoelectrica, y especialmente para estudiar los aspectos técnicos y económicos de sus programas energéticos. Por otra parte, el Organismo inicia estudios de carácter general sobre los aspectos económicos de la energía nucleoelectrica y reúne y analiza datos sobre costos a fin de ayudar a los Estados Miembros a comparar y calcular de antemano los gastos de producción de energía nucleoelectrica en relación con sus circunstancias concretas. El OIEA no sólo facilita a sus Estados Miembros los datos técnicos más recientes sobre el costo de las centrales nucleoelectricas, sino que, además, procura establecer métodos para interpretarlos y extrapolarlos. Al mismo tiempo, está siempre dispuesto a asistir a los Estados Miembros que proyectan introducir el empleo de la energía nucleoelectrica en situaciones bien estudiadas.

Etapas de evolución

Como puede advertirse, la energía nucleoelectrica se encuentra todavía en una etapa inicial de su

evolución, y se están efectuando progresos tanto desde el punto de vista técnico como del económico. En la actualidad, sólo cuatro Estados Miembros del Organismo -Francia, el Reino Unido, los Estados Unidos y la Unión Soviética- tienen en funcionamiento centrales nucleoelectricas, en tanto que Alemania, Bélgica, Canadá, Checoslovaquia, Italia, el Japón y Suecia trabajan activamente en la construcción de reactores generadores. Al margen de Europa y de América del Norte, otros dos Estados Miembros -la India y el Brasil- han anunciado que tienen planes concretos para instalar centrales nucleoelectricas.

La posibilidad de utilizar en breve plazo la energía nucleoelectrica va estrechamente ligada a un grado bastante elevado de industrialización, debido no sólo al hecho de que los países industrializados son los únicos que disponen de los conocimientos técnicos y de los recursos financieros necesarios, sino también a determinados factores técnicos y económicos que caracterizan la etapa actual de construcción y de explotación de las centrales nucleares.

Teniendo debidamente en cuenta los períodos de transición en que tal vez sea preciso efectuar mayores gastos para obtener futuras ganancias, la utilización de la energía nuclear sólo se justifica si con ella se espera abaratar el costo de la energía producida o, cuando menos, reducir los gastos que hayan de efectuarse en moneda extranjera. Al comparar las ventajas económicas de la energía de origen nuclear y de la energía tradicional, deben tenerse presentes diversos factores. Por ejemplo, en el caso de las centrales nucleares, los gastos de inversión por unidad de potencia son más elevados y aumentan rápidamente a medida que disminuye la potencia de la central, por lo cual las centrales nucleoelectricas que exigen grandes inversiones de capital han de funcionar con un factor de carga elevado.

Situación de las regiones menos desarrolladas

Las regiones menos desarrolladas del mundo se caracterizan por su infraestructura industrial limitada y poco especializada, por el escaso consumo de energía producida en centrales aisladas y, a menudo, por la existencia de vastos recursos energéticos de tipo tradicional, sobre todo hidráulicos, que a veces no se han explorado ni evaluado a fondo. Ahora bien, esto no significa que no haya razón alguna para instalar centrales nucleares en los llamados países poco desarrollados. En primer lugar, como puede verse en los casos del Brasil y la India, en algunos de estos países existen regiones que poseen el grado necesario de industrialización. En segundo lugar, existen zonas que poseen una amplia capacidad industrial a causa de la abundancia de materias primas y de mano de obra especializada en el terreno industrial, y que están situadas cerca de mercados relativamente importantes. Aun en circunstancias tan favorables, el desarrollo de la industrialización puede verse dificultado por la escasez de energía debida a la carencia de combustible tradicional, a lo elevado de los gastos de transporte de este combustible hasta el lugar de

consumo y al excesivo desembolso de divisas necesario para importar el combustible.

En tal caso, estaría justificada la producción de energía nucleoelectrica -aunque su costo inicial fuese superior al de producción de energía tradicional- si hubiese motivos concretos para pensar que, en un futuro previsible, la expansión industrial dará lugar a un consumo de tal magnitud que la energía nucleoelectrica resultará económica. Cuando se indique la existencia de esos casos concretos, el Organismo examinará la mejor manera de facilitar la producción de energía nucleoelectrica -tal vez instalando un reactor de pequeña o mediana potencia en calidad de proyecto de demostración, de modo que pueda aprovecharse de sus beneficios un gran número de países. Mientras tanto, la función del Organismo ha de tener por fuerza un carácter más bien preparatorio. Además, ha de ser distinta con respecto a regiones o países que se encuentren en diferentes etapas de industrialización.

Por lo que respecta a los países adelantados en los aspectos industrial y técnico, la función más útil del Organismo consiste en estimular un intercambio de información técnica y económica lo más completo y extenso posible. Esto contribuirá a que puedan compararse las diversas orientaciones de desarrollo y descubrirse los "puntos débiles" en los que debe concentrarse la atención para mejorar la tecnología y reducir los gastos.

En cuanto a las zonas relativamente industrializadas de los países menos desarrollados, el Organismo puede prestar ayuda en forma de asesoramiento y otros servicios técnicos para la ejecución de los proyectos nucleares en estudio. Es oportuno mencionar aquí el proyecto brasileño de construir una central nucleoelectrica de 150 a 200 MW en la región Río de Janeiro-Sao Paulo (Mambucaba), en relación con la cual el Brasil ha pedido al Organismo que facilite expertos en responsabilidad civil y seguridad en materia nuclear. En cuanto a los proyectos futuros de esta índole, es posible que el Organismo tenga que desempeñar un papel más activo, preparando, por ejemplo, invitaciones para la presentación de pliegos de ofertas de carácter internacional.

Estudio conjunto en Finlandia

Cuando se trata de países que aún no han decidido instalar su primera central nucleoelectrica, pero que poseen ya una vasta experiencia industrial, el Organismo podrá prestarles ayuda analizando las condiciones en las que se podría incluir una primera central nucleoelectrica en la red de centrales existentes, de modo que resulte rentable. El Organismo está prestando asistencia de este carácter a Finlandia, país en el que se está realizando un estudio para determinar en qué grado será necesario utilizar energía nucleoelectrica en el próximo decenio y qué medidas habrán de adoptarse para llevar a cabo un proyecto de energía nucleoelectrica. A petición del Gobierno de Finlandia, el Organismo ha participado en el estudio iniciado por la Comisión de Energía Atómica de este país, en colaboración con la mayor empresa productora de electricidad finlandesa.

Finlandia no cuenta con recursos de carbón ni de petróleo, y su red de distribución está basada principalmente en la fuerza hidráulica. En la actualidad, la energía eléctrica de origen térmico, obtenida de combustible de importación, sólo se utiliza cuando disminuyen los recursos hidráulicos, o sea en invierno o en años de sequía. La capacidad hidráulica está calculada en 18 000 millones de kWh al año, de los cuales se viene explotando hasta ahora la mitad aproximadamente. Dado que la explotación de la otra mitad puede ser antieconómica, se estima que el empleo de energía de origen hidráulico irá disminuyendo a medida que se vayan creando centrales térmicas.

La cuestión principal que hay que decidir es el lugar que ocupará la energía nucleoelectrica en la red global de distribución de energía de origen térmico, para lo cual es necesario en primer término realizar un estudio sobre el carácter de la energía de origen térmico dentro de la economía del país. Es evidente que la energía nucleoelectrica no presentará perspectivas ventajosas hasta que la totalidad de la energía de origen térmico posea un factor elevado de utilización, en vez de seguir siendo, como hasta ahora, una fuente energética suplementaria a la que sólo se recurre en períodos en que escasean los recursos hidráulicos.

La primera fase de los estudios realizados en Finlandia ha consistido, por tanto, en una evaluación de los recursos energéticos del país y un análisis de la demanda futura de energía eléctrica. De un modo especial, se ha procurado determinar las condiciones en que un grupo electrógeno posee un factor elevado de utilización. Una vez determinadas esas condiciones, podrá evaluarse el posible papel de la energía nucleoelectrica, apoyándose en un análisis de los costos relativos de la producción de energía eléctrica basada en procedimientos tanto nucleares como tradicionales.

Estudios que se realizarán en las Filipinas

Es posible que en los países menos adelantados no se pueda prever con tanta exactitud el desarrollo de la energía eléctrica. Cualquier proyecto relativo a la introducción de energía nucleoelectrica en una red de distribución ya existente sólo puede basarse en un conocimiento adecuado de las disponibilidades y costo de la energía eléctrica suministrada por fuentes tradicionales y en previsiones bastante precisas de las futuras necesidades energéticas. Cualquier investigación del papel que puede representar la energía nucleoelectrica en estos países tendrá que estar fundada en un estudio preliminar de los datos mencionados.

En las Filipinas se llevará a cabo una investigación de este tipo; el Gobierno ha pedido al Organismo que le ayude a estudiar el posible papel de la energía nucleoelectrica en el próximo decenio. A fines del año en curso se enviarán a las Filipinas dos especialistas encargados de iniciar este estudio. La primera

fase versará principalmente sobre los aspectos económicos y técnicos de la posible instalación de una central nucleoelectrica en la zona de Manila, que es alimentada mediante una red general de distribución. Se tendrán en cuenta la demanda de energía en dicha zona y los factores económicos e industriales de todo el país. Además, tal vez sea posible iniciar una encuesta previa para estudiar seguidamente las condiciones económicas y técnicas en las que una central nucleoelectrica podría contribuir al desarrollo de los recursos naturales de una región aislada en una de las muchas islas del archipiélago filipino.

Se estima que los estudios de este carácter ofrecerán también una orientación útil para otros Estados Miembros. Descubrirán los problemas que pueden plantearse a un país en una etapa determinada de industrialización cuando proyecte la instalación de centrales nucleoelectricas en lo futuro, y los constructores de reactores generadores podrán apreciar más claramente en qué condiciones será posible que participen en la instalación de centrales nucleoelectricas en otros países.

Al llevar a cabo estos estudios, el Organismo procurará también satisfacer las necesidades conexas en materia de asistencia técnica y formación profesional; convendría que las peticiones en materia de formación formuladas por los Estados Miembros estuviesen debidamente sincronizadas con sus programas de producción de energía nucleoelectrica. A este respecto, el Organismo está tratando de averiguar la posibilidad de enviar algunos becarios seleccionados para que colaboren en la ejecución del programa de desarrollo de reactores de pequeña y mediana potencia iniciado por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos.

Estudios técnicos y económicos

Además de estas actividades, que redundarán directamente en beneficio de determinados Estados Miembros, el Organismo ha iniciado un programa continuo de estudios generales en los planos técnico y económico, relativos a la energía nucleoelectrica. Con miras a acopiar datos correspondientes al mundo entero, ha pedido a los Estados Miembros que le faciliten información de carácter técnico y económico sobre los tipos de reactores de que disponen y que probablemente se prestarán a satisfacer las necesidades de los países insuficientemente desarrollados. También se ha procedido a la evaluación de los distintos tipos de reactores generadores atendiendo a su grado de desarrollo tecnológico, a la experiencia obtenida en cuanto a su funcionamiento, a las perspectivas de su futuro perfeccionamiento y a cualquier requisito especial para su utilización en las regiones insuficientemente desarrolladas.

Habiendo sido invitado por los Estados Unidos a participar en el diseño, construcción y explotación de reactores generadores de mediana y pequeña potencia, el Organismo ha establecido estrecho contacto con la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos y se han tomado las disposiciones necesarias para que el personal científico del Organismo siga de cerca

el desarrollo de esos proyectos. Además de acopiar la información técnica pertinente, el Organismo podrá así indicar a los proyectistas de reactores algunos de los problemas concretos con los que pudieran enfrentarse los países insuficientemente desarrollados al construir y explotar esos reactores generadores.

En una conferencia internacional patrocinada por el Organismo y que tuvo lugar en Viena hace unas pocas semanas, se estudiaron los problemas técnicos y económicos planteados por los reactores de mediana y pequeña potencia*. Su finalidad era averiguar y estudiar las informaciones más modernas existentes sobre la tecnología, los aspectos económicos y la posible utilización de centrales nucleoelectricas de mediana y pequeña potencia y examinar principalmente tres cuestiones:

- a) Los aspectos técnicos de los reactores generadores de mediana y pequeña potencia, teniendo en cuenta su estado actual de desarrollo y las perspectivas de empleo de diversos sistemas y conceptos de reactores; la experiencia adquirida en la construcción, explotación y conservación de las centrales ya existentes; los problemas de la seguridad en las centrales nucleares; el ciclo de transformación del combustible, y las necesidades de personal para las centrales nucleoelectricas, así como los problemas que plantea la formación profesional de dicho personal.
- b) Evaluación de costos y aspectos económicos de la energía nucleoelectrica, teniendo especialmente en cuenta los procedimientos de cálculo de costos, el desglose de los gastos de diversas centrales, y la posible disminución del costo de dicha energía.
- c) La importancia de los reactores generadores de mediana y pequeña potencia para resolver los problemas energéticos, en especial por lo que respecta a casos concretos en países insuficientemente desarrollados.

En lo que se refiere a los estudios económicos, el Organismo se propone preparar una serie de documentos relativos principalmente al costo de la energía nucleoelectrica. Se proyecta que esos estudios comprendan:

- a) Un estudio de los métodos actuales de presentación y descomposición de los costos de las centrales nucleoelectricas y de determinación de los costos de producción unitarios;
- b) Una investigación de los posibles métodos de comparación entre los costos de las centrales nucleoelectricas y los de las centrales tradicionales que alimentan una red de distribución interconectada;

- c) Un estudio de los problemas económicos que plantea la comparación de los gastos totales exigidos por los programas de desarrollo de la energía de origen nuclear y tradicional en un país determinado.

En marzo del presente año se reunió un grupo de estudio para examinar el primero de estos problemas. Los expertos estuvieron de acuerdo respecto de una larga lista de partidas de gastos en los que probablemente incurriría un país insuficientemente desarrollado al introducir la energía nucleoelectrica, y manifestaron su opinión sobre los costos y los procedimientos para determinarlos. Se subrayó la existencia de ciertos factores de incertidumbre que intervienen todavía en el cálculo de los costos de la energía nucleoelectrica y se pusieron de manifiesto determinadas diferencias de criterio en cuanto a los métodos y gastos de construcción, a los tipos de red a los que se conectaría una primera central nucleoelectrica, y a los gastos de capital tanto en moneda nacional como en divisas. El grupo de estudio volverá a reunirse en noviembre para examinar el proyecto de un primer informe sobre "los métodos actuales de cálculo del costo de la energía nucleoelectrica".

Estudio de los costos actuales

Mientras tanto, el Organismo ha preparado un informe sobre los aspectos económicos de la energía nucleoelectrica en la actualidad, basado en los datos de que se dispone. El informe que la Junta de Gobernadores del Organismo presentará a la Conferencia General en su cuarta reunión ordinaria constituye un primer paso hacia la realización de investigaciones más amplias y se ha circunscrito a los costos actuales de las centrales nucleoelectricas y de los combustibles nucleares con alguna extrapolación de esos datos con miras a prever cuáles serán las tendencias más probables en lo futuro.

El informe sólo se refiere a aquellos tipos de reactor cuya tecnología está relativamente bien desarrollada y que funcionan o están a punto de funcionar en escala industrial; figuran entre ellos los reactores de agua a presión y de agua hirviendo, los refrigerados por gas, los reactores con moderador orgánico y los de agua pesada. Por el contrario, no se trata en el informe de los reactores muy perfeccionados tales como los reproductores de neutrones rápidos y los reactores homogéneos, ni se establecen en él comparaciones entre los aspectos económicos de los distintos tipos de reactores. No obstante, se hace observar que la utilización de uranio enriquecido da una considerable flexibilidad al diseño de los reactores y, en particular, al de los reactores más pequeños, puesto que los cuerpos de menores dimensiones requieren inversiones de capital más reducidas; el enriquecimiento del combustible aumenta el grado de combustión y permite escoger entre un mayor número de materiales para el cuerpo del reactor. Ahora bien, las desventajas de este sistema son el costo del enriquecimiento, el mayor costo de fabricación de los elementos combustibles y el hecho de que se depende de la fuente de enriquecimiento. De ahí el

* En el próximo número del Boletín se publicará un informe sobre esta Conferencia.

interés en utilizar reactores que funcionen con uranio natural, tales como los reactores refrigerados por gas y moderados por grafito, y los reactores de agua pesada. Por lo general, estos reactores requieren gastos de capital más elevados que los de los reactores que utilizan uranio enriquecido, pero el costo del combustible es menor.

En el informe se estudian minuciosamente los gastos de construcción, de combustible y de explotación y conservación, se resumen e interpretan los datos de que se dispone y se formulan observaciones sobre su significado y sobre los casos en que son aplicables.

Reducción prevista de los costos

Por último, el informe señala que la energía nucleoelectrónica se encuentra aún en la primera fase de su desarrollo y que es de esperar que las continuas investigaciones que se llevan a cabo en diversos campos permitan lograr progresos técnicos suficientes para reducir considerablemente su costo. Se hace constar que los actuales diseños de los distintos tipos de reactores relativamente perfeccionados podrán mejorarse más todavía con la experiencia que se obtenga en las centrales de primera y segunda generación. Además, puede que resulten satisfactorios otros tipos de reactores que actualmente se encuentran en la fase experimental. Especial importancia tendrán las reducciones que puedan lograrse en el costo del ciclo del combustible, reducciones que serán consecuencia de una disminución de los gastos de fabricación y regeneración, de un aumento del grado de combustión y de una baja de los precios del uranio. Se están efectuando importantes trabajos con objeto de producir a bajo precio materiales para reactores con buenas propiedades nucleares y capaces de resistir altas temperaturas. La normalización y el perfeccionamiento de ciertos accesorios de los reactores, tales como bombas, válvulas e intercambiadores de calor, que representan una gran parte de la inversión total, permitirán también efectuar considerables economías. La falta de experiencia suficiente en materia de seguridad ha conducido a la adopción de blindajes, estructuras aisladoras y mecanismos e instrumentos de control muy costosos. Cuando se conozcan mejor los requisitos esenciales de seguridad y se utilicen técnicas perfeccionadas, podrá simplificarse el aislamiento y el control de los reactores sin que disminuya el margen de seguridad necesario para su explotación. Se da el caso de que casi todas las centrales nucleoelectrificadas actualmente en explotación corresponden a sistemas distintos; cuando se construyan

varias centrales prácticamente iguales, los gastos de diseño y de cálculo correspondientes se distribuirán entre todas ellas y, por lo tanto, el costo por central será menor.

Según un estudio realizado por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, en el que se supone un gasto anual de capital de un 14 por ciento, un factor de utilización de la central de un 80 por ciento y que no se modificará la escala de precios del uranio establecida por la Comisión ni el precio de venta del plutonio, el costo de producir energía con un reactor de 200 MW(e) que utilice uranio ligeramente enriquecido, costo que en el estado actual de la tecnología sería de 11 a 14 mills el kWh, podría disminuir hasta 9 ó 10 mills. En esas condiciones, y suponiendo que el rendimiento de las centrales térmicas tradicionales esté estabilizándose, el costo de la energía producida en una gran central nucleoelectrificada que se construyese a fines del próximo decenio podría competir con el de la energía generada en las centrales termoeléctricas en las regiones en que el costo del combustible tradicional fuese superior a 0,55 dólares por millón de BTU* (o sea, 2,20 dólares por millón de kilocalorías).

El informe se refiere principalmente a los reactores generadores de grande y mediana potencia. Los datos técnicos de que actualmente se dispone respecto de los reactores generadores de pequeña y mediana potencia son insuficientes para que los costos puedan calcularse con un grado de aproximación parecido al de aquéllos, pero en el informe se indica que en varios países se procede a realizar estudios sobre estos tipos de reactores. El informe contiene también algunos datos sobre costos e indica algunas extrapolaciones posibles respecto de los reactores de mediana y pequeña potencia. La información intercambiada y estudiada en la conferencia que el Organismo celebró recientemente sobre reactores de mediana y pequeña potencia puede llenar algunas lagunas en los conocimientos que se tienen de la cuestión. La participación del Organismo en el programa de los Estados Unidos relativo a los reactores generadores de mediana y pequeña potencia permitirá también obtener una información de suma utilidad y, con el tiempo, todos estos esfuerzos contribuirán a establecer una base más firme para calcular con garantías de seguridad los costos correspondientes a toda la gama de potencias de los reactores generadores.

* Unidades térmicas británicas. La energía encerrada en un kilogramo de carbón representa aproximadamente 30 000 BTU.