

PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN LAS FILIPINAS

En un informe sobre las perspectivas de la energía nucleoelectrónica en las Filipinas, publicado recientemente por el OIEA, se analiza la conveniencia de intercalar a fines del decenio 1960-1970 una central nucleoelectrónica de considerable potencia en la red de distribución que abastece una parte importante de la isla de Luzón. La conclusión es que la central podría competir perfectamente con una central hidroeléctrica tradicional de la misma capacidad. En consecuencia, en el informe se recomiendan las medidas que podrían adoptar las autoridades filipinas si desean seguir adelante con este proyecto.

El informe se ha hecho para atender al Gobierno de las Filipinas, que en enero de 1960 pidió al Organismo que le ayudara a estudiar las perspectivas de la energía nucleoelectrónica en el país durante el próximo decenio. En octubre de 1960, el Director General del OIEA envió a las Filipinas una misión compuesta de tres expertos para que recogiesen los datos necesarios para el análisis. Formaban la misión un ingeniero de reactores y un economista especializado en los problemas energéticos, ambos funcionarios del Organismo, y un economista especializado en recursos energéticos, del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

Conveniencia de instalar una gran central térmica en Luzón

El análisis de las perspectivas de la energía nucleoelectrónica en las Filipinas plantea dos cuestiones principales. Primera: ¿la situación de la red de distribución de Luzón será tal hacia fines del decenio 1960-1970 que justifique la instalación de una central termoeléctrica de considerable capacidad? La cuestión se formula así por estimarse que durante este período hay más probabilidades de que las centrales nucleoelectrónicas de gran capacidad den resultados económicos satisfactorios. Suponiendo que la conclusión sea afirmativa, la segunda cuestión estriba en decidir si la central ha de ser nuclear o tradicional.

Para determinar si estaría justificada la instalación de una gran central térmica, la misión estudió las perspectivas de desarrollo de la economía filipina, sus repercusiones sobre la demanda de energía eléctrica, los recursos con que se cuenta para suministrar la electricidad necesaria y los planes para ampliar la capacidad de producción de energía eléctrica.

Se consagra un capítulo a las tendencias más recientes del desarrollo económico en las Filipinas y a las que probablemente se manifestarán durante el próximo decenio. La economía filipina es principalmente agrícola, pero, no obstante, la industrialización progresa a un ritmo relativamente rápido. De

ello se concluye que, pese a algunos problemas comunes a todas las naciones menos desarrolladas, "el desarrollo económico de las Filipinas ofrece en general buenas perspectivas. Debería ser posible mantener durante el próximo decenio el aumento anual del 6 por ciento que la renta nacional real experimentó durante el decenio 1949-1959 (y que equivale aproximadamente al 2,5 por ciento anual per capita), y acelerar los beneficiosos cambios de estructura que vienen produciéndose en la economía filipina como consecuencia de la diversificación y ampliación de sus industrias".

Es bien conocida la relación que existe entre el desarrollo económico y la demanda de electricidad; cuán estrecha es esa relación lo corrobora el caso de las Filipinas. El capítulo titulado "Demanda y suministro de energía eléctrica en Luzón" indica que el suministro de electricidad en la red de distribución de Luzón aumenta cada año en más del 15 por ciento. Entre 1954 y 1960 se duplicó con creces la carga máxima suministrada por la Manila Electric Company, principal distribuidora de la red.

Según las autoridades filipinas, en el decenio que comenzará en 1970 se reducirá el índice de aumento anual a un promedio del 11,7 por ciento en el suministro y del 12,4 por ciento en la demanda máxima. Aun así, el atender a esos aumentos planteará a los suministradores de energía un problema de gran envergadura. De todos modos, el informe del OIEA acepta las previsiones sobre la demanda como elementos de cálculo para análisis subsiguientes, pero da varias razones que hacen que se las califique de "decididamente moderadas".

Para hacer frente a los aumentos de la demanda previstos, las autoridades filipinas tienen el propósito de incrementar progresivamente la capacidad de producción en un total de 788 MW durante el decenio que terminará el 31 de diciembre de 1970. Según los diversos tipos de central, la capacidad instalada a fines de 1960 y los incrementos proyectados son los siguientes (en megawatios):

	Centrales hidro- eléctricas	Centrales térmicas	Total
Capacidad instalada al 31 de diciembre de 1960	228	219	447
Incrementos netos al 31 de diciembre de 1970	<u>368</u>	<u>420</u>	<u>788</u>
Total de la capacidad instalada al 31 de diciembre de 1970	<u>596</u>	<u>639</u>	<u>1 235</u>

El informe del Organismo concluye que "este programa de suministro es modesto" ya que durante el próximo decenio surgirán diversas ocasiones en que la capacidad de reserva será claramente insuficiente o apenas suficiente para atender a la demanda prevista.

En el capítulo titulado "Recursos energéticos de las Filipinas" se confirma la necesidad de aumentar considerablemente la capacidad térmica para atender al incremento de la demanda de electricidad que se registrará durante el decenio 1960-1970. En dicho capítulo se indican algunas de las causas que impedirán que se pueda hacer frente durante este período al exceso de la demanda mediante la construcción de centrales hidroeléctricas. Una de ellas es la carencia de datos sobre el caudal de la mayor parte de los ríos, carencia que tardará varios años en subsanarse. Otra es el bajo factor de planta de las centrales hidroeléctricas, consecuencia del considerable desnivel de las precipitaciones en Luzón en las distintas estaciones del año y de la limitada capacidad de los embalses. Otra causa es que algunas de las centrales hidroeléctricas se destinan simultáneamente a diversas finalidades, lo que limita su rendimiento. En el resto del capítulo se demuestra que debido a la escasez de recursos nacionales o, por lo menos, a la escasez de información sobre ellos, las centrales térmicas a base de petróleo importado o de combustible nuclear constituyen el único medio de complementar la proporción máxima de energía que las centrales hidroeléctricas pueden suministrar durante este decenio.

En el capítulo siguiente, titulado "Otros programas de suministro de energía", se analiza hasta qué punto podrá incorporarse a la red de distribución de Luzón una central térmica nuclear o de petróleo, cuyas dimensiones permitan obtener energía nucleoelectrica en condiciones económicas. Los criterios fundamentales del análisis son "que la central funcione a un factor de planta elevado sin condenar a otra central de la red a permanecer inactiva, y que se cumplan las normas mínimas aceptables de reserva y seguridad de rendimiento de la red". Se están estudiando dos soluciones: una consiste en instalar una central de 150 MW antes de junio de 1967, y la otra consiste en instalar dos centrales de 100 MW, una de ellas antes de julio de 1967 y la otra antes de julio de 1968.

Basándose en los actuales esquemas de utilización de la energía eléctrica producida y en las previsiones de carga establecidas, se concluye que explotando la central de 150 MW a su carga básica (7 000 horas anuales) se restringiría algo el empleo de las dos centrales relativamente eficaces existentes en 1967 y 1968, y que las dos centrales térmicas previstas para 1969 y 1970 tendrían que transferir también parte de su carga a la central de 150 MW durante un año o dos. Además, la central de 150 MW necesitaría 50 MW más de capacidad de reserva que la prevista en los planes actuales. Ahora bien, las previsiones de carga parecen moderadas y si resultan inferiores a la demanda real en un 5 por ciento,

por lo menos, a partir de 1968, la utilización de todas las centrales de la red será satisfactoria.

El estudio de la utilización de la energía eléctrica producida indica que no existe dificultad alguna para absorber eficazmente en la red una central con dos grupos electrógenos de 100 MW.

Elección entre las centrales nucleares y las de petróleo

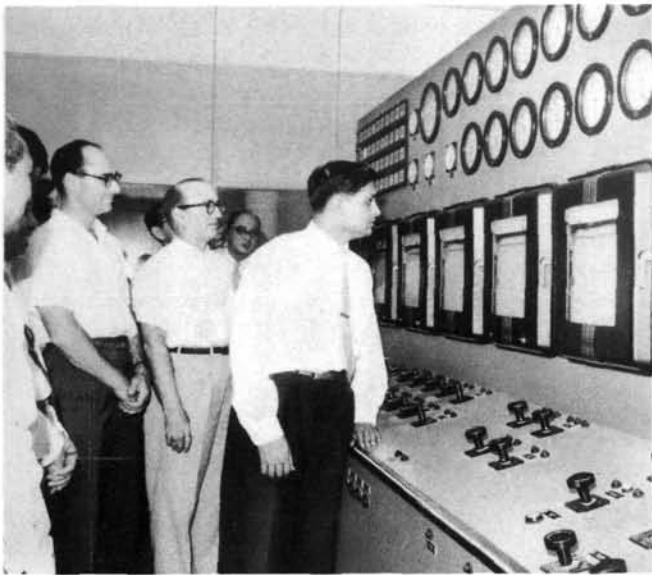
Después de concluir que se justifica el instalar en la red de distribución de Luzón a fines del decenio 1960-1970 una central térmica de gran capacidad, en el informe del OIEA se examina si convendría que la central fuera nuclear o de petróleo. Como primera etapa de esta evaluación, se consagra un capítulo al análisis de las probables tendencias de los precios del petróleo o combustible en Filipinas "durante el decenio 1960-1970 y durante el período, más prolongado, correspondiente a la existencia de la central eléctrica en la que se consumiría el petróleo".

Se llega a la conclusión de que, durante el decenio 1960-1970, es improbable que disminuya el precio que paga ahora la Manila Electric Company, precio que, teniendo en cuenta la necesidad de almacenamiento adecuado, corresponde a un costo de energía de 41 centavos por millón de unidades térmicas inglesas (BTU), sin contar ningún impuesto local ni transferencia interna, a menos que las compañías petrolíferas decidan sacar partido de lo elástica que es su estructura de precios para los productos refinados, y hagan frente a la competencia de la energía nucleoelectrica vendiendo petróleo con menos ganancias e incluso con pérdidas. Para el período -más prolongado- de funcionamiento de la central térmica proyectada, en el informe se concluye que es probable que aumente en las Filipinas el precio del petróleo, debido al incremento del consumo y al aumento de los gastos de producción.

En otro capítulo posterior se llega a una conclusión contraria por lo que respecta a los costos del combustible nuclear: durante la existencia de una planta terminada a fines del decenio 1960-1970 es probable que tales costos se reduzcan, por haber surgido nuevas circunstancias que pueden afectar favorablemente a varios de los elementos que intervienen en el ciclo del combustible nuclear. Así, por ejemplo, se supone que los precios del uranio enriquecido y del uranio natural disminuirán como consecuencia de cambios favorables en el suministro*. A medida que se vaya adquiriendo más experiencia y se haga la producción en mayor escala, se reducirá el costo de fabricación de los elementos combustibles de uranio. Se está estudiando la posibilidad de prolongar la vida útil del combustible antes de su regeneración. Por último, se supone que disminuirá el coste de la regeneración del combustible irradiado.

Se señala, además, que algunos fabricantes han ofrecido garantías sobre el coste máximo del ciclo

* Como se indica en un apéndice, esta previsión se vio corroborada, después de terminado el informe, por la reducción de los precios fijados para el uranio enriquecido por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos.



Miembros de la misión enviada por el Organismo a Filipinas para estudiar las perspectivas de producción de energía nucleoelectrica, visitando el nuevo generador térmico de 65 000 kW instalado en la Central de Rockwell de la Manila Electric Company. De izquierda a derecha: Perry D. Teitelbaum (OIEA); Joseph Barnea, Jefe del Grupo de Explotación de los Recursos Naturales, de las Naciones Unidas, y Munir Khan (OIEA), (Foto USIS)

del combustible nuclear para cada tipo de reactor durante el período que se estudia.

Teniendo presentes las conclusiones a que se ha llegado en cuanto a los futuros precios del combustible, se establece seguidamente una comparación global entre los costos de producción de las centrales nucleares y de las de petróleo. Se calculan los costos nucleares correspondientes a un reactor de agua hirviente, haciéndose constar que no se da preferencia a este sistema de reactor sobre los otros tipos antes mencionados como adecuados técnicamente para su empleo en las Filipinas. Si se efectuaran análisis similares "para otros sistemas mencionados, especialmente los más desarrollados (refrigeración por gas y agua a presión), los costes de generación para grupos electrógenos de 100 a 200 MW no serían probablemente muy distintos de los obtenidos para el sistema de agua hirviente".

La comparación de los costos se basa en la hipótesis de que las centrales nucleares y las de petróleo funcionarían con un factor de carga del 80 por ciento durante un período útil de 25 años. Los gastos de capital se calculan en ambos casos partiendo del supuesto de que se empleará equipo de los Estados Unidos, si bien se señala que las licitaciones internacionales podrían conducir en cada caso a obtener equipo de otras procedencias a precios inferiores.

Los gastos de capital de las centrales de petróleo se basan en los cálculos facilitados por la empresa que construyó la mayor central térmica de las

Filipinas. Puesto que al parecer no existen pruebas concluyentes que permitan predecir a largo plazo los precios del petróleo, se supone una serie de precios correspondientes a costes de energía de 35, 40 y 45 centavos por millón de BTU.

Los cálculos de los costos de las centrales nucleares "están basados en los datos facilitados al Organismo por Estados Miembros como resultado de estudios efectuados concretamente con este fin". No obstante, "los costos definitivos y exactos de una planta nuclear para el cliente sólo puede determinarse definitivamente si se reciben ofertas con precios fijos y garantías adecuadas sobre el rendimiento y los costes del ciclo de combustible". Los costos medios de combustible, tanto los iniciales como los correspondientes al período completo, se calculan basándose en un análisis anterior según el cual los costes del combustible nuclear disminuirán probablemente en los 30 próximos años.

Se comparan los costos correspondientes a centrales de 4 capacidades de generación diferentes: plantas con un solo grupo de 100 MW, de 150 MW o de 200 MW, y plantas con dos grupos de 100 MW. La comparación conduce a las conclusiones siguientes:

- "1. Una central nuclear de 100 MW sólo será rentable si el promedio de los precios del petróleo es igual o superior a 45 centavos por millón de BTU.
2. Las perspectivas de rentabilidad de una central con dos reactores de 100 MW sólo serán buenas si el promedio de los precios del petróleo es igual o superior a 40 centavos por millón de BTU.
3. Una central nuclear con un solo reactor de 150 MW podrá competir con una central de petróleo si el combustible cuesta 37 centavos por millón de BTU, o más.
4. Una central nuclear de 200 MW podrá competir con una central de petróleo si el combustible cuesta 35 centavos por millón de BTU o más."

"Partiendo de las suposiciones indicadas, en la red de distribución de Luzón las centrales nucleoelectricas con dos reactores de 100 MW o uno de 150 MW pueden competir con las centrales de petróleo si el coste medio del combustible durante el período de funcionamiento es de 40 centavos por millón de BTU o de 2,40 dólares por barril. Si el precio del petróleo rebasa esa cifra, la rentabilidad de la energía nucleoelectrica aumentará considerablemente. Por tanto, teniendo en cuenta que el precio actual del petróleo es de 38 centavos aproximadamente por millón de BTU, es muy digna de estudio la posibilidad de utilizar energía nucleoelectrica en la red de distribución de Luzón hacia fines del decenio 1960-1970".

Para reforzar esta conclusión se señalan seguidamente otras tres ventajas de la energía nucleoelectrica. Primera: las Filipinas podrían liberarse de su total dependencia de una sola fuente de combustible -el petróleo- para el suministro de electricidad térmica. Segunda: el costo de la energía nucleoelectrica puede resultar más estable en lo futuro que

el de las centrales de petróleo, que están subordinadas a las fluctuaciones de los precios de este combustible. Por último, "la construcción de una central nuclear, al fomentar la competencia, puede frenar los aumentos de precio del petróleo".

Medidas destinadas a la introducción de la energía nuclear

En el último capítulo del informe se indican "las medidas sucesivas que conviene adoptar para proseguir el estudio de las perspectivas de la energía nucleoelectrica y, en caso de que se tome una decisión positiva, para instalar una central nuclear". Se sugieren diversas medidas preliminares de carácter público, entre ellas la promulgación de normas legislativas sobre la responsabilidad civil y la seguridad de los reactores. También convendría investigar más detallada e intensivamente algunos de los temas a que se hace referencia en el informe del OIEA, especialmente las futuras necesidades energéticas, los programas necesarios para cubrirlas, nuevas comparaciones entre las ventajas de las centrales nucleares y las de petróleo, y los procedimientos para obtener combustible nuclear. Habría que adoptar disposiciones administrativas y financieras para construir una planta nuclear, seleccionar uno o más emplazamientos, y fijar las condiciones de la licitación acerca de las centrales nucleares y las de petróleo. A continuación se tomaría una importante medida, que es cursar invitaciones para participar

en un concurso con precios fijos, para el que habrían de darse garantías de funcionamiento adecuadas. Como la evaluación de las ofertas es una labor compleja, podría recurrirse a la ayuda de un grupo internacional de expertos.

Se examina el papel que podrían desempeñar la Comisión de Energía Atómica de Filipinas, los principales servicios públicos y otros grupos interesados. Se señala la necesidad de coordinar la explotación de las centrales hidroeléctricas y térmicas integradas en la red de distribución de Luzón.

Se formulan sugerencias con respecto a la formación del personal que ha de explotar la planta nuclear. Por último, se enumeran los tipos de asistencia que podría obtenerse del OIEA y que son los siguientes:

- a) Análisis detallado de los diversos sistemas de reactores que se acomodan a las condiciones existentes en las Filipinas;
- b) Medidas en materia de seguridad y protección de la salud;
- c) Preparación de legislación y reglamentaciones atómicas;
- d) Preparación de las especificaciones de la central nuclear;
- e) Evaluación de las ofertas;
- f) Selección del emplazamiento;
- g) Formación de personal;
- h) Obtención del combustible necesario y de créditos del exterior.

PROGRAMA DE REACTORES RAPIDOS

En un seminario celebrado por el OIEA en el pasado mes de agosto, hombres de ciencia de 22 países y de dos organizaciones internacionales examinaron problemas de física de los reactores de neutrones rápidos y de neutrones intermedios.

Los reactores rápidos son reactores nucleares en los que los neutrones emitidos durante el proceso de fisión no son "moderados" o frenados, mientras que en los reactores intermedios los neutrones son parcialmente "moderados". Cuando no son frenados, los neutrones poseen una especial eficacia para convertir el abundante isótopo uranio-238, que constituye más del 99 por ciento del uranio natural, pero que que no es fisionable, en plutonio-239, el cual, lo mismo que el uranio-235, es fácilmente fisionable. En un reactor rápido es posible, por lo tanto, "reproducir" nuevo combustible nuclear incluso en cantidades superiores a la del combustible consumido.

Esta ventaja de los reactores rápidos, que pueden llegar a constituir el medio más adecuado de producir energía rentable a partir de la fisión nuclear, ha determinado que en muchos países se establezcan importantes programas de investigación y desarrollo. Algunos de estos programas nacionales fueron estudiados durante las últimas sesiones del seminario del OIEA. (No obstante, la parte principal de la reunión fue consagrada a la física de dichos reactores.) En los párrafos que siguen se exponen los puntos más salientes de este examen.

Francia

El Doctor G. Vendryes (Francia) dijo que el programa de su país en este campo fue iniciado hace cuatro años con la esperanza de que durante el decenio 1970-1980 los reactores reproductores de neutrones rápidos se transformasen en una fuente rentable