

ción condiciona la captación de sustancias nutritivas por las plantas.

Se ha empezado a facilitar formación superior en el servicio a agrónomos de los Estados Miembros.

Instalaciones de conservación y auxiliares

El laboratorio dispone de una sección de electró-

nica que se dedica sobre todo al entretenimiento del material. En esta sección se efectúan también algunos trabajos de perfeccionamiento, sobre todo introduciendo ligeras modificaciones en el equipo corriente que son muy útiles para adaptarlo a ciertos trabajos.

El laboratorio cuenta con taller y biblioteca propios.

PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN EL PAKISTAN

Una parte del programa que ejecuta el Organismo para fomentar el desarrollo de la energía nucleoelectrónica consiste en estudiar las perspectivas de la producción de electricidad por medios nucleares en los Estados Miembros que lo solicitan. El primero de esos estudios se realizó en Finlandia y sus resultados se publicaron en un informe que apareció en diciembre de 1960. En agosto de 1961 se publicó otro informe sobre las perspectivas de la energía nucleoelectrónica en Filipinas. El tercer informe de esa índole -Perspectivas de la Energía Nucleoelectrónica en el Pakistán- apareció en junio de 1962.

Ese último estudio se emprendió a raíz de una petición del Gobierno del Pakistán recibida por el Organismo a principios de 1961. Después de una visita preliminar del Director General Adjunto de Actividades Técnicas del Organismo y del Director de su División de Reactores, que se efectuó en diciembre de 1961, el OIEA envió al Pakistán, en enero de 1962, una misión integrada por tres funcionarios del Departamento de Actividades Técnicas.

La misión permaneció en el Pakistán durante dos semanas, se entrevistó con las autoridades competentes e inspeccionó algunos de los principales centros e instalaciones de producción. Su informe está basado en la información reunida durante esas conferencias y visitas. Para redactarlo se utilizaron también datos sobre diversos aspectos del suministro de energía, contenidos en informes anteriormente preparados por consultores independientes por encargo del Gobierno del Pakistán.

Una de las conclusiones generales del informe sobre el Pakistán es que la energía nucleoelectrónica debe ser considerada como "una de las principales fuentes futuras de energía". Esta afirmación se basa principalmente en el hecho de que los recursos hidráulicos y las reservas de combustibles fósiles de que dispone el país no pueden bastar a la larga

para cubrir "el elevado consumo per capita de electricidad que caracteriza a un país desarrollado". Conviene, pues, disponer de otra fuente de energía para complementar los recursos actuales.

Teniendo en cuenta esta situación, los autores del informe subrayan las ventajas que ofrecería iniciar lo antes posible la ejecución de un proyecto de energía nucleoelectrónica, aunque "durante los primeros años, y en comparación con una central clásica de la misma potencia, la explotación de la primera central nucleoelectrónica resultara poco favorable desde el punto de vista económico". Una de esas ventajas consistiría en atenuar la oscilación de los precios que resulta generalmente de la diversificación de los métodos de producción. En el informe se hace observar, además, que la "construcción de la primera central nucleoelectrónica permitiría que el Pakistán adquiriese la experiencia necesaria en cuestiones de explotación y mantenimiento, seguridad nuclear, responsabilidad civil y seguros, administración del combustible y formación de personal técnico. Gracias a esa experiencia el Pakistán podría tomar una decisión sobre la conveniencia de desarrollar con mayor o menor celeridad su programa de energía nucleoelectrónica".

Al comparar los aspectos económicos inmediatos de la producción de energía nucleoelectrónica y de la obtenida por medios tradicionales, la misión se encontró frente a numerosas incógnitas por lo que respecta tanto a la demanda como al suministro; esas incógnitas suscitaron dificultades mayores que las que generalmente presenta dicha comparación. Respecto a la demanda, el informe dice: "El desarrollo industrial planeado exige la preparación de un gran número de proyectos cuya ejecución está lógicamente sujeta a revisiones y modificaciones; por este motivo las previsiones de consumo varían entre límites más amplios que en el caso de los países

muy industrializados". En cuanto al suministro, el informe declara que la "intensa actividad que se desarrolla en la exploración del país puede conducir al descubrimiento de nuevas fuentes de combustible que modificarían profundamente las previsiones a corto plazo". Tampoco está claro hasta qué punto será posible ejecutar algunos de los proyectos de suministro de energía que se encuentran en la etapa de planeamiento.

El análisis económico comparativo de la energía nucleoelectrica y de la producida por medios tradicionales se efectúa por separado para la zona de Karachi, el Pakistán Occidental y el Pakistán Oriental, porque las redes de suministro de estas regiones no están interconectadas ni es probable que lo estén en un futuro próximo.

Región de Karachi

Según el informe, la incertidumbre en cuanto a las necesidades futuras de energía no es tan grande en el sistema que suministra a Karachi y sus alrededores como en las demás regiones de suministro de energía del Pakistán. Además, esa región posee las características más apropiadas a corto plazo por lo que respecta a la energía nucleoelectrica.

Como la región de Karachi sufre una grave escasez de energía y se prevé que las cargas de pico seguirán aumentando rápidamente es indudable que la capacidad de generación tiene que ser notablemente ampliada. Para 1965 está prevista la instalación de dos centrales de 66 MW alimentadas con gas, y poco después se necesitarán probablemente otras centrales térmicas de la misma o de mayor potencia. Para este último grupo de centrales se está efectuando un estudio comparativo de los costos de producción. De ese estudio se desprende que una central nucleoelectrica de 132 MW instalada en 1967 podría competir con una central de potencia equivalente alimentada con gas si se supone un interés del 4 por ciento y que los costos del combustible nuclear disminuirán durante la vida útil de la central. Otros cálculos indican que una central nucleoelectrica de 66 MW, instalada en 1967, produciría energía a un costo ligeramente superior al de la obtenida mediante una central de la misma potencia alimentada con gas e instalada al mismo tiempo, pero que si la instalación se demorara tres años más y se mantuvieran los supuestos sobre el tipo de interés y el costo del combustible nuclear más arriba mencionados, la central nucleoelectrica de 66 MW podría competir económicamente con la de tipo tradicional.

Para reforzar la tesis de la utilización de la energía nucleoelectrica en la red de suministro de Karachi se citan dos hechos que pueden producirse durante el período de vida útil de las centrales eléctricas que se terminen a fines del decenio de 1960. Uno de ellos es la posibilidad de interconectar la región de Karachi con la actual red de suministro del Pakistán Occidental. Es lícito esperar que esta interconexión permita el funcionamiento de centrales térmicas a los elevados factores de carga que son

relativamente favorables al costo de la energía nucleoelectrica. La otra posibilidad es que la construcción de una central nucleoelectrica en lugar de una central alimentada con gas natural permita hacer economías demorando la fecha en que será necesario instalar una nueva conducción para transportar hasta la región de Karachi mayores cantidades de gas natural para diversos fines industriales. Se aduce también que Karachi, "importante puerto de mar y principal centro industrial del Pakistán, dispone de los medios necesarios para recibir y despachar el material pesado y el equipo especial que requiere la construcción de una central nucleoelectrica".

Pakistán Occidental

La red de suministro de una gran parte del Norte y de la zona central del Pakistán Occidental se alimenta hoy principalmente con centrales hidroelectricas, pero en el informe se declara que para poder lograr el aumento de carga previsto será necesario recurrir a la construcción de centrales térmicas, porque los recursos hidráulicos son limitados y presentan además el inconveniente de que su capacidad disminuye en invierno, cuando se producen los picos de carga.

Es difícil indicar en este momento hasta qué punto será necesario aumentar la capacidad de producción, porque existen varias incógnitas importantes. La primera es la medida en que se llevará a cabo el programa de avenamiento de unos 29 millones de acres de tierras pantanosas en los diez próximos años. Si se realiza en su totalidad, la demanda de energía para pozos entubados y centrales de bombeo se elevará a unos 800 MW.

Otra de las incógnitas es la potencia hidráulica que se instalará en un proyecto muy importante (Mangla) que se espera terminar en 1968. Existen dos propuestas: según la primera se instalarían 300 MW; según la otra se instalarían 900 MW. Si se adoptara la primera solución habría que ampliar la capacidad de producción térmica durante el decenio 1960-1969. Un consultor del Gobierno del Pakistán estima, además, que en esas condiciones las centrales térmicas podrían trabajar con factores de carga suficientemente altos para que las centrales nucleoelectricas pudieran competir económicamente. Uno de los motivos es que al calcular los gastos de inversión que requiere la instalación para centrales alimentadas con gas en esa región hay que tener en cuenta un factor muy importante: los costos de construcción de conducciones de gas natural. Este factor elimina la importante diferencia que generalmente existe entre los gastos de inversión de las centrales nucleoelectricas y de las centrales de tipo tradicional.

Si la potencia instalada en Mangla fuese de 900 MW, durante algunos años las centrales térmicas servirían principalmente como refuerzo para los períodos de carga de pico. Trabajarían, pues, con

factores de carga bajos. Como los gastos de inversión para una central nucleoelectrica y para una central alimentada con gas (incluidos los gaseoductos) serían comparables y el costo de funcionamiento con un factor de utilización bajo sería relativamente insignificante, la decisión entre ambas soluciones podría depender del rendimiento técnico. A este respecto el informe dice: "La experiencia adquirida con la explotación de la central nucleoelectrica de Shippingport (Estados Unidos) empleada como central auxiliar en los momentos de carga de pico demuestra que un reactor puede adaptarse a todas las alteraciones de la carga de un sistema siempre que queden dentro de su capacidad de producción. Es posible, además, pararlo y ponerlo en marcha en condiciones perfectamente controladas con mayor rapidez que cualquiera de las centrales modernas de tipo tradicional".

Refiriéndose a la situación a largo plazo, el informe hace observar que si una parte razonable del gas natural se reserva para otros usos industriales, la limitación de la parte que quede disponible y la falta de potencial hidroeléctrico obligará a importar combustibles dentro de 25 a 40 años. En estas circunstancias es muy probable que las centrales nucleoelectricas puedan competir favorablemente con las de tipo tradicional. En consecuencia, el informe concluye así: "El análisis de los costos indica que en la actualidad la energía nucleoelectrica podría ser interesante para cubrir en parte la demanda de energía de origen térmico en el Pakistán Occidental. Se espera que sus perspectivas sean aún más favorables a largo plazo. Convendría, por tanto, iniciar un pequeño programa de energía nucleoelectrica, incluso en condiciones económicas desfavorables, a fin de tener ciertas garantías ante las incertidumbres del futuro."

Pakistán Oriental

Esta región, que es la más densamente poblada, está dividida por dos grandes ríos en dos partes aproximadamente iguales. Actualmente no existen interconexiones eléctricas entre ambas mitades, pero se considera posible establecerlas. En consecuencia, el informe del Organismo trata por separado de las zonas Este y Oeste del Pakistán Oriental sin suponer interconexión alguna y examina, además, la situación que se produciría si se establecieran dichas interconexiones.

La mayor parte de la capacidad instalada en la zona Este es de origen hidráulico, pero las reservas hidroeléctricas son muy escasas. Las previsiones indican que probablemente en 1967 será ya necesario construir una o dos centrales térmicas de 40 MW, y una tercera dos años después. En el informe se

indica que una central nucleoelectrica de 50 MW construida para cubrir este segundo déficit podría trabajar con factores de carga del 80 por ciento a partir de 1970 y que podría competir económicamente con las centrales de tipo tradicional si se mantuviese el elevado precio actual del aceite diesel en el Pakistán Oriental y si los precios del gas natural siguiesen siendo paralelos a los de este combustible. Esta comparación debería revisarse si los precios del gas disminuyeran al bajar los costos de producción, de transporte y de distribución.

Refiriéndose a la zona Oeste del Pakistán Oriental, el informe hace observar que para 1970 se prevé un déficit de 90 MW; esto podría constituir una oportunidad para la energía nucleoelectrica, ya que los costos de los combustibles fósiles en esta región son particularmente elevados. Mucho dependerá, no obstante, de que se instalen nuevos medios de transporte y de distribución que permitan suministrar a una zona mayor desde una sola central.

En el informe se hace observar que la oportunidad más favorable para la energía nucleoelectrica en el Pakistán Oriental surgiría si se estableciesen interconexiones entre las zonas Este y Oeste. Esto daría para 1970 una demanda total de más de 400 MW y haría posible la instalación de una central nucleoelectrica de 100 MW cuyas ventajas económicas serían particularmente interesantes.

Medidas que podrían adoptarse

Según el informe "la misión del OIEA opina que la Comisión de Energía Atómica y las autoridades nacionales del Pakistán que se ocupan de la energía deberían estudiar la cuestión de la energía nuclear". Termina indicando algunas de las medidas que podría adoptar el Pakistán "una vez que se haya tomado la decisión de principio de emprender la ejecución de un proyecto de central nucleoelectrica". Sugiere que se estudie la posibilidad de constituir un grupo encargado de reunir información y de asegurar la continuidad. También subraya la importancia de seguir formando ingenieros y técnicos nucleares, para lo cual pudiera ser útil el reactor de investigación que actualmente se construye en el Pakistán. Recomienda que se pidan ofertas para poder así obtener datos más exactos sobre los costos.

Seguidamente enumera los aspectos del proyecto para los cuales podría el Organismo prestar asistencia. Entre ellos cabe mencionar la preparación de las especificaciones, la selección del emplazamiento, la evaluación de la seguridad del reactor, la preparación de las normas de seguridad y protección de la salud, el estudio de las ofertas, la formación del personal y la obtención del combustible y del capital extranjero.