

que el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria tiene en Costa Rica; en el proyecto colabora también el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

El método de la esterilización de machos consiste en criar gran número de insectos para luego esterilizarlos y liberarlos. Los machos esterilizados cubren a las hembras sin engendrar descendientes y la especie se extingue poco a poco. Este método exige un estudio preliminar muy cuidadoso de los hábitos y la naturaleza del insecto, así como el desarrollo de métodos sencillos y económicos de criar, alimentar, esterilizar y dispersar muchos millones de insectos. Las fotografías corresponden a los trabajos que se desarrollan en los laboratorios del OIEA en Seibersdorf (Viena) en relación con este método.

PRODUCCION DE AGUA DULCE MEDIANTE EL EMPLEO DE ENERGIA NUCLEAR

Los programas de desarrollo de la desalinización nuclear, en los que tan intensamente trabajan algunos países industriales a costa de grandes sacrificios económicos y el profundo interés que en los países en desarrollo ha despertado esta posibilidad de obtener agua dulce confieren nueva importancia al papel que puede desempeñar una organización internacional. Desde marzo de 1963, el OIEA ha participado en diversos estudios y ha reunido periódicamente grupos de expertos con objeto de mantener a sus Estados Miembros al corriente de los últimos progresos realizados en este terreno.

En su labor el Organismo tiene que hacer frente a una situación análoga a la que existía hace un decenio respecto a los costos de la energía nucleoelectrónica: confianza en el éxito final pero inseguridad en cuanto a los datos esenciales. Por este motivo no funciona aún ninguna central nuclear de desalinización aunque se espera que muy pronto empiecen a funcionar algunas en diversos países.

En la Unión Soviética, cerca del Mar Caspio, se está construyendo una planta que generará 150 MW de electricidad y producirá 120 000 m³ de agua dulce al día. El reactor es del tipo reproductor y quedará terminado en 1968 o 1969.



Firma del acuerdo trilateral entre el OIEA, México y los Estados Unidos de América relativo a un proyecto conjunto de desalinización del agua. De izquierda a derecha: Dr. S. Eklund (Director General del OIEA), Sr. H. Margain (Embajador de México en los Estados Unidos), Dr. G. Seaborg (Presidente de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos), Presidente Johnson y (sentado) Sr. N.C. Flores (de la Comisión Nacional de Energía Nuclear de México) (Foto United Press International).

Se ha estudiado la posibilidad de construir en California una planta que en principio comenzará a funcionar en 1970. Constará de dos reactores de agua ligera, de 750 MW(e) netos cada uno, y producirá 600 000 m³ de agua al día.

Después de llevar a cabo los estudios preliminares para el proyecto conjunto Estados Unidos-Israel se ha llegado a la conclusión de que la planta puede quedar terminada en 1971. Se ha previsto un reactor de 1 500 MW(t) que producirá 200 MW(e) y 40 000 m³ diarios de agua dulce para empleos domésticos y agrícolas.

Túnez ha recibido ofertas para una planta de doble finalidad que generará 50 MW(e) y producirá 20 000 m³ diarios de agua para fines industriales y domésticos. Esta planta se construirá en la región de Gabès.

En los Estados Unidos se está estudiando un gran prototipo de reactor de unos 1 000 MW(t) de potencia que podría resultar económico si se explotara con una planta de desalinización de 200 000 m³/día. Nunca han funcionado plantas de desalinización de capacidad ni siquiera similar a ésta; esas plantas probablemente permitirían lograr una importante reducción del costo.

En octubre de 1965 el OIEA, los Estados Unidos y México concertaron un acuerdo en virtud del cual un grupo de estudio presidido por un funcio-

nario del Organismo efectuará un estudio preliminar sobre la posibilidad de construir una planta de doble finalidad (producción de electricidad y de agua dulce) para las regiones mexicanas de California, Baja California y Sonora. Ese grupo estudiará las ventajas económicas de plantas de diferentes tamaños, teniendo en cuenta varios tipos de reactor y diferentes métodos de desalinización y de producción de electricidad.

El Organismo ha participado directamente en algunos de los estudios mencionados y ha publicado diversos informes*. Además, sus Estados Miembros le ayudan a desempeñar el papel de centro de acopio y distribución de informaciones. Por ejemplo, en un acuerdo de cooperación en materia de desalinización del agua, concluido en noviembre de 1964 entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, se estipula que "las Partes facilitarán al OIEA copias de las memorias científicas, informes y otros documentos que intercambian y, además, siempre que sea oportuno, invitarán al OIEA a hacerse representar por observadores en los simposios y reuniones científicas que organicen".

FUNCION DEL OIEA

El Grupo de expertos que se reunió en abril de 1965 recomendó que el Organismo actuase como centro informativo y coordinador y siguiera prestando ayuda y asesoramiento. Recomendó también que utilizara en la medida de lo posible la ayuda de sus Estados Miembros, aprovechara los trabajos realizados dentro del marco de los diversos programas nacionales y tratara de obtener datos complementarios por conductos de organizaciones nacionales o llevando a cabo estudios sobre problemas específicos. El Grupo de expertos estimó que el Organismo debería preparar un informe sobre los diversos procedimientos de cálculo de costos, incluidos los costos de inversión y los costos anuales, y sobre las diferencias que resultan del empleo de procedimientos diferentes para la repartición de los costos entre la electricidad y el agua en las plantas de doble finalidad. También estimó que el Organismo debería estudiar continuamente los diferentes tipos de reactor nuclear y su empleo en varias situaciones teniendo particularmente en cuenta los procesos de destilación.

Todo esto denota una confianza cada vez mayor y permite esperar que pronto se dispondrá de una sólida información. De todas formas, nada puede sustituir la experiencia adquirida en plantas industriales y, por consiguiente, las evaluaciones económicas deben hacerse con suma cautela. En esta esfera, los que tienen que decidir, en un principio son los ingenieros proyectistas. Varios procesos de purificación del agua, que al parecer pueden dar excelentes resultados, se hallan todavía en la etapa de planta piloto; además, para que se pudiesen explotar en condiciones económicas con reactores de potencia las plantas de desalinización deberían ser mucho más grandes que la mayor de todas las que actualmente funcionan. Por

* «Empleo de la energía tradicional y de la energía nuclear para la desalinización del agua», Colección de Informes Técnicos del OIEA, No 24, 1964;

«Etude sur les possibilités d'utilisation d'un réacteur nucléaire pour l'industrialisation du sud Tunisien», Colección de Informes Técnicos del OIEA, No 35, 1964.

tanto, los primeros cálculos deben efectuarse sobre la base relativamente sólida de los sistemas de eficacia ya demostrada y de las plantas que con mayor probabilidad se desarrollarán industrialmente en el futuro próximo. Así, las consideraciones que siguen se limitan al papel que podrían desempeñar los reactores como fuente de calor para la desalinización del agua por destilación o evaporación, lo que no significa en modo alguno que se dude de las posibilidades de otros procesos como la congelación, la compresión del vapor, la electrodialisis y la ósmosis inversa **.

Un primer modo de comparar a grandes rasgos las ventajas económicas que como fuentes de calor ofrecen las plantas nucleares y las plantas tradicionales consiste en estimar el costo relativo del vapor producido por unas y otras en condiciones de suministro análogas. Desde luego, eso sólo puede conducir a una primera aproximación ya que existen otras variables tan importantes como ésta. Además, el problema de la distribución de los gastos totales entre el agua producida y la electricidad generada es tan complejo que en las plantas de doble finalidad puede ocurrir que los costos de producción de vapor no sean ya equivalentes al costo del calor consumido en la desalinización. Parece sin embargo que para los reactores de agua ligera existe un intervalo de 300 MW(t) a 1600 MW(t) en el que pueden competir con las centrales de combustible fósil. La primera cifra supone un costo de 35 centavos de dólar por millón de Btu para el calor producido con combustibles fósiles, y un 7% de gastos fijos; la segunda supone 25 centavos por millón de Btu y un 14% de gastos fijos. La comparación se ha limitado a los reactores de agua ligera a fin de reducir lo más posible el intervalo en que la competencia económica es posible.

Si se estudia la cuestión pensando en un futuro más lejano habrá que tener en cuenta los costos del combustible nuclear. No parece haber motivo para temer que en los años próximos se produzca una escasez de mineral de uranio; lo único que puede ocurrir es un desplazamiento gradual hacia yacimientos de explotación más cara. Por otra parte, en la elaboración y la regeneración de los elementos combustibles apenas comienzan a notarse los resultados de la normalización, de la producción en serie y de la automatización. La aceleración del desarrollo de los reactores reproductores rápidos con combustible a base de plutonio dará probablemente a este elemento un importante valor. Al mismo tiempo, el mejor aprovechamiento de los combustibles nucleares en la próxima generación de reactores — tanto convertidores como reproductores — reducirá la presión sobre los recursos actualmente conocidos. No es probable, por tanto, que durante la vida útil de los reactores nucleares de tipo bien establecido los costos de combustible resulten más elevados que los que se calcularon para sus primeros años de funcionamiento.

*** La electrodialisis es un proceso de separación de sales disueltas para el que se emplean membranas semipermeables y se utiliza la acción de una corriente eléctrica. Ósmosis es la difusión de un líquido desde una solución diluida a otra más concentrada a través de una membrana semipermeable. Al aplicar a un solo lado de la membrana una presión superior a la propia presión osmótica de la solución concentrada se invierte el sentido del flujo osmótico y el agua dulce se separa del agua salada.*

EL COSTO EN FUNCION DE LAS DIMENSIONES

Las predicciones basadas en reactores de los tipos conocidos indican dos tendencias que, a veces, se combinan: aumento del tamaño y desarrollo de reactores de baja temperatura especialmente adecuados para la desalinización.

No cabe ya la menor duda de que en las plantas nucleares el aumento del tamaño de la instalación da lugar a una reducción de los costos unitarios de capital que rebasa los límites en que dichos costos quedan prácticamente estabilizados en el caso de las centrales nucleares. Al parecer no existe ningún obstáculo técnico que se oponga a la construcción de reactores de más de 10 000 MW(t), por lo menos para ciertos tipos. Por lo que respecta a la sugerencia de que los reactores que producen vapor de baja presión podrían constituir una solución satisfactoria como fuentes de calor, conviene observar que para los tipos bien conocidos de reactor algunos de los componentes más importantes del costo disminuyen muy poco al reducir la temperatura y que, por otra parte, se plantearían graves problemas con respecto a los intercambiadores de calor. En realidad, los reactores nucleares que suministrarán el calor para desalinizar agua estarán probablemente basados en los progresos que se logren en las centrales nucleares productoras de electricidad. Las ventajas inherentes a las instalaciones de doble finalidad no pueden más que reforzar ese punto.

De la comparación de los resultados económicos de las plantas nucleares y de las plantas tradicionales de doble finalidad sólo pueden sacarse unas pocas conclusiones de carácter general porque esas plantas casi siempre han sido concebidas para producir principalmente agua o electricidad, y las proporciones entre una y otra pueden variar mucho. De todas formas, sigue siendo cierto que las economías logradas al aumentar la capacidad de producción en instalaciones de doble finalidad son mayores en las plantas nucleares. Otra ventaja de las centrales nucleares surge de la extensa posibilidad de variación de las cantidades relativas de agua y electricidad que producen, mientras que por consideraciones económicas las grandes plantas de doble finalidad que utilizan combustibles fósiles se verán probablemente restringidas a cocientes agua/electricidad relativamente pequeños.

El costo del agua producida dependerá mucho de las características de cada planta. No obstante, para evaluar el papel que puede desempeñar la desalinización nuclear es preciso tener una idea del orden de magnitud del costo del agua producida. Se han calculado costos basándose en reactores de tipos y tamaños bien conocidos y extrapolando los costos obtenidos en plantas de producción de agua, y así se ha llegado a la cifra 7 a 14 centavos de dólar por metro cúbico (25 a 50 centavos por 1000 galones). Probablemente, los reactores reproductores harán disminuir esta cifra.

PREDICCIONES

Entretanto, cualquier predicción del papel que desempeñará la desalinización nuclear tiene que tener en cuenta la extensión del período de tiempo de que se trate.

A corto plazo, la desalinización nuclear obliga a acoplar dos tecnologías en rápido progreso que hasta ahora se han desarrollado para objetivos muy distintos. En esta fase inicial la desalinización sólo resultará económica en casos especiales de gran escasez de agua, y el calor nuclear sólo podrá competir cuando se trate de plantas de doble finalidad relativamente grandes.

Si consideramos un período algo más largo cabe esperar que la labor de desarrollo efectuada durante la primera fase lleve a la construcción de una serie de grandes instalaciones de doble finalidad en las que la combinación de las economías logradas gracias a la gran capacidad de producción y las características de costo de los reactores avanzados asegure a la energía nuclear un papel preponderante.

Por último, pensando a largo plazo, es probable que la tecnología de la evaporación y la destilación instantáneas sea complementada por otros medios de desalinización del agua. En realidad, tendrá que serlo si se espera que la desalinización constituya una contribución de importancia al suministro mundial de agua sin sobrecargar demasiado los recursos de combustibles fósiles o incluso nucleares. Un sencillo cálculo mostraría que con los rendimientos actuales, es decir, 12 libras de agua por cada 1000 Btu de calor, y con el incremento que se espera en la demanda de agua hasta fines de este siglo, para cubrir una parte importante de las necesidades adicionales, sea por destilación o por evaporación, se necesitarán cantidades de combustible notablemente mayores que las que se utilizan para la producción de electricidad.

Aunque sería vano tratar de dilucidar cuál de los procesos de desalinización que actualmente se están investigando o desarrollando logrará el éxito económico, es evidente que todos ellos consumirán energía en mayor o menor cantidad. Por tanto, todos dependen de la existencia de una fuente barata de energía, y esta fuente sólo los combustibles nucleares pueden proporcionarla.