# TORTA MARILLA PARA TODOS

"Torta amarilla" es el nombre que se da en la industria minera al óxido de uranio ($U_3O_8$). A fin de poder atender a la demanda, para 1980 será preciso descubrir un millón de toneladas de material en minerales que se puedan beneficiar a un precio razonable. Hay en el mundo muchas regiones que merecen ser exploradas y los expertos confían en que existan más reservas.

James Cameron, de la División de Energía Nucleoeléctrica y Reactores del OIEA, pronunció una conferencia sobre este tema en la Sede del Organismo en la que dijo que las regiones más prometedoras para la prospección son las siguientes:

1. Toda la parte oriental de la cadena montañosa que cruza América del Norte, América Central y América del Sur, desde Alaska hasta el sur de la Argentina. A pesar de los éxitos de la prospección en los Estados Unidos y en la Argentina, hay regiones que todavía no se han explorado; entre ellas se encuentran zonas de difícil acceso en el Alto Amazonas en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Brasil y Venezuela.

2. Las partes accesibles de las laderas de la formación Alpino-Himalaya, que se hallan en Italia, Yugoslavia, Grecia, Bulgaria, Turquía, Irán, Afganistán, Paquistán, India, Birmania y la Unión Soviética.

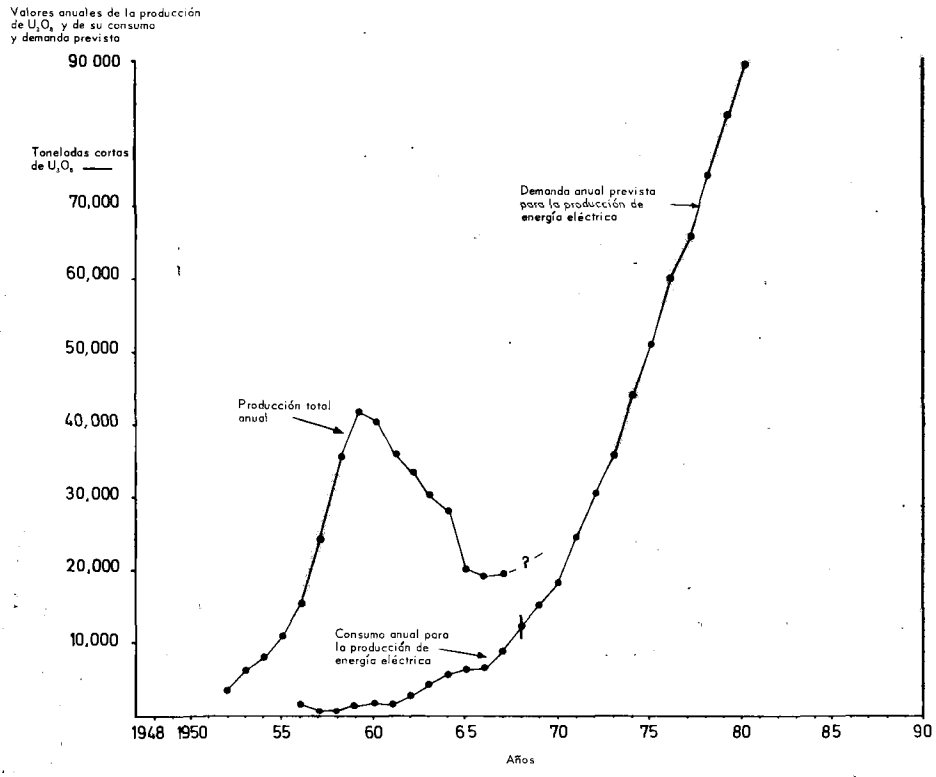
3. Europa Central, Portugal, España, Francia, Austria, toda Alemania, Checoslovaquia, Polonia, Hungría y la Unión Soviética.

4. Según la teoría que asocia la presencia de uranio a las formaciones Precámbricas, Canadá, Guayana, Brasil, Escandinavia, Groenlandia, Africa Occidental, Africa Central, Africa del Sur, India, Australia y la Unión Soviética.

Aunque pueden excluirse las islas de coral y las tierras volcánicas de reciente formación, no conviene sentar un juicio terminante acerca de las partes del mundo donde actualmente no parece probable que haya uranio.

## RESERVAS Y DEMANDA

En su conferencia, el orador Sr. Cameron dijo que si no se encuentran nuevos yacimientos de uranio entre 1981 y 1983 quedarán agotadas las reservas de mineral barato, pero que esta situación no debe juzgarse simplemente desde el punto de vista de la demanda anual.




Valores anuales de la producción, consumo hasta 1968 y demanda futura prevista de óxido de uranio.

Para la explotación de toda clase de minerales conviene fijar una «reserva a la vista» que facilite las operaciones de comercialización. La industria petrolera, por ejemplo, ha trabajado siempre con el supuesto de un mínimo de reservas calculadas con diez o doce años de antelación. En el caso del uranio, la mayoría de los expertos considera esencial determinar las reservas que habrá dentro de ocho años. Los cálculos actuales de la demanda indican que para fines de 1980 se debe disponer de 1 100 000 toneladas de óxido en reservas de explotación barata, y que hasta entonces se habrían consumido aproximadamente 600 000. Por tanto, de aquí a entonces será necesario encontrar y confirmar la existencia de 1 700 000 toneladas. Como hasta hoy se ha determinado la existencia de 700 000 a 826 000 toneladas de reservas, los yacimientos que hay que descubrir, evaluar y confirmar de aquí a 1980 deben contener de 874 000 a un millón de toneladas de óxido.

Desde el punto de vista técnico, las reservas que se descubran y confirmen deben ser suficientes para cubrir el consumo anual más la demanda correspondiente al octavo año. Como la prospección quedó virtualmente interrumpida a principios de nuestro decenio no es probable que vuelva a

alcanzarse inmediatamente el mismo ritmo. Por otra parte, la prospección se desarrolla activamente en los principales países productores de uranio, especialmente en América del Norte; gracias a ello y a las considerables reservas de que hoy disponemos, hay margen suficiente para asentar sobre sólidas bases técnicas los futuros programas de prospección. Aunque no se descubriera más uranio, en 1973 existiría todavía un margen técnicamente admisible. De no encontrarse más que mineral para sustituir al consumido, el margen seguirá existiendo hasta 1975.

«Sería preferible» dijo el Sr. Cameron «alcanzar cuanto antes el ritmo de descubrimiento de reservas necesario para cubrir la demanda para los ocho años siguientes y poder constituir así reservas en cantidad adecuada. El año 1969 puede ser el año en que haya que decidir el camino a seguir para evitar que en 1973 a 1975 tropecemos con escasez de uranio o tengamos que pagarlo a precios elevados».

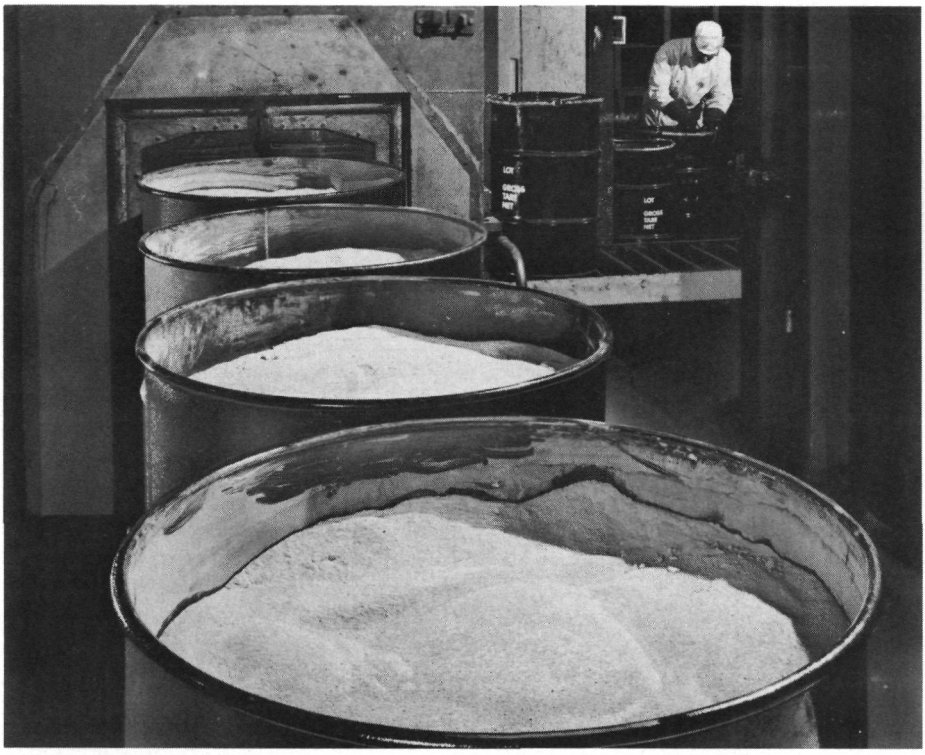
El orador aclaró que se refería a las reservas de precio inferior a 10 dólares la libra. Hay importantes reservas de material más caro, cuyo precio llega hasta los 30 dólares, y estas reservas adquirirán cada vez mayor importancia relativa a partir de 1980. La historia de la minería de los metales confirma absolutamente la convicción de que las mejoras tecnológicas reducirán en su día los gastos de obtención y permitirán explotar económicamente estas reservas. No obstante, es preferible considerar que no serán de utilidad hasta después de 1980.

## DONDE SE ENCUENTRA URANIO

El uranio es un elemento muy difundido, que aparece en la naturaleza en gran número de minerales y en tipos muy diversos de yacimientos. Se encuentra mineral de interés económico en areniscas, esquistos, conglomerados de cuarzo, granitos, pegmatitas, filones, fosfatos, lignitos, etc.

Los minerales en conglomerados de cuarzo dominan actualmente el cuadro de las reservas pero se encuentran solamente en dos regiones del mundo: la zona de Witwaterstrand en Sudáfrica y la del Lago Elliot (Blind River) en el Canadá, que contienen ambas casi la misma cantidad de uranio. El mineral sudafricano se presenta en horizontes relativamente delgados pero persistentes de conglomerado cuárcico, en una serie de rocas antiguas. El mineral ofrece solamente el 0,025% de óxido de uranio, pero es rentable porque también contiene oro. El mineral que se encuentra en el Canada es similar pero su riqueza media es del 0,12% y aunque no contiene oro, paede extraerse el uranio como producto principal y torio y tierras raras como productos secundarios.

Los yacimientos de uranio en areniscas son muy frecuentes y constituyen aproximadamente el 25% de las reservas actuales; ejemplos típicos se encuentran en la región de la Meseta del Colorado, en los Estados Unidos. Las masas de mineral son irregulares pero de forma generalmente tabular.



Después de separar las impurezas y las sustancias de valor (como el radio) en la instalación de la mina, el óxido de uranio en bruto se transporta en tambores a la planta de tratamiento. (Foto: UKAEA)

---

Otros yacimientos de este tipo existen en la Argentina y más recientemente se han descubierto algunos en Africa, por ejemplo en Níger. El mineral primario y las condiciones de mineralización de este tipo se dan en muchas partes del mundo e, indudablemente, las areniscas favorables serán objeto de más prospecciones.

En general, los filones llenan fracturas relativamente estrechas y de fuerte buzamiento en una gran variedad de rocas encajantes, desde granitos hasta calizas. Con el uranio pueden aparecer otros metales. Entre las reservas actuales, el mayor potencial en este tipo de yacimientos se encuentra en Francia, aunque también las hay en Canadá, España, Portugal y Europa Central. La famosa mina Shinkolobwe, del Congo, era de este tipo.

Entre los tipos varios de yacimientos, en el Canadá se explotan granitos pegmatíticos, que también se explotaban en Australia. En Somalia, Madagascar y Groenlandia existen otros yacimientos masivos del tipo de sustitución.

De carácter enteramente distintos es la asociación del uranio con esquistos y con depósitos carboníferos como los carbones lignítico s. En general se trata de mineral pobre, presente en grandes cantidades, como los yacimientos que se encuentran en Suecia pero que resultan todavía caros.

La fuente que podría resultar de más importancia para obtener uranio como subproducto son las rocas fosfáticas uraníferas. Se encuentran en gran cantidad (en Marruecos, Túnez, la RAU, Jordania, Senegal y los Estados Unidos) pero debido a su baja ley y a los problemas que plantea su beneficio, actualmente sólo una pequeña parte puede considerarse de interés económico.

La historia de la producción de uranio muestra que en 1959 se alcanzó un máximo de producción de más de 42 000 toneladas de óxido de uranio, después de lo cual comenzó una disminución progresiva hasta 1966. Este fue el año de producción mínima, pero ya en 1967 se registró un aumento y el ritmo se aceleró en 1968.

El total absoluto producido hasta fines de 1968 fue de unas 400 000 toneladas de óxido. El hecho de haberse decuplicado la producción anual en el período de ocho años que va de 1951 a 1959 constituye un caso único en la minería de los metales. En 1951 se calculó que las reservas mundiales de uranio eran de unas 50 000 toneladas, y en 1958 el cálculo era de más de un millón de toneladas. Sin embargo, la labor de prospección tuvo tal éxito que en 1958 se creyeron cubiertas las necesidades previsibles de uranio para los 15 años siguientes, por lo menos.

En aquella época no era posible evaluar exactamente el aumento que hoy se prevé en las necesidades nucleoeléctricas, y a comienzos del decenio actual se registró una marcada disminución de la prospección, la minería y la producción de uranio.

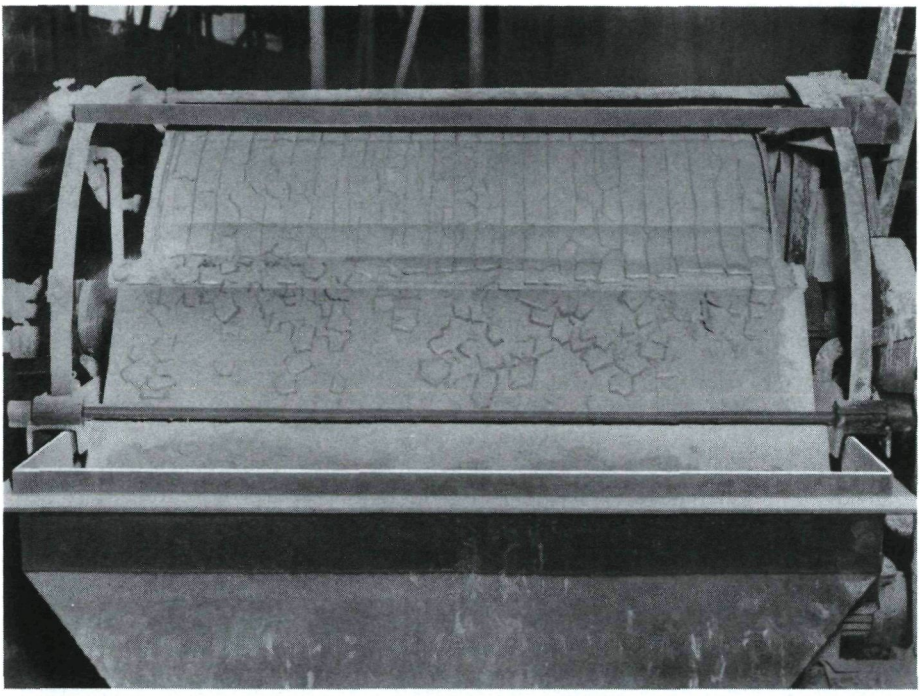
La imagen de la demanda empezó a cambiar unos años más tarde cuando las previsiones de incremento de la energía nucleoeléctrica comenzaron a aumentar continuamente. Las más recientes previsiones fidedignas de la demanda de uranio para la producción eléctrica hasta 1980 proceden de un grupo de estudio de la Agencia Europea para la Energía Nuclear (AEEN) y del OIEA. Las cifras muestran una demanda media de unas 600 000 toneladas entre 1968 y 1980 (no se dan cifras para la Unión Soviética, Europa Oriental y China continental por no disponerse de ellas)*.

Otras previsiones anteriores hechas en el Reino Unido y en los Estados Unidos indicaban hasta 1980 una demanda de 550 000 toneladas, que alcanzaría 3 500 000 toneladas en el año 2000.

## EL FACTOR TIEMPO

El tiempo es un factor importante. Los yacimientos nuevos no pueden comenzar a producir de un año para otro. Lo que dure la prospección puede depender de circunstancias fortuitas pero, en promedio, desde que se inicia

* "Uranium Production and Short-term Demand" se puede obtener en la AEEN, 38 Boulevard Suchet, Paris 16e.

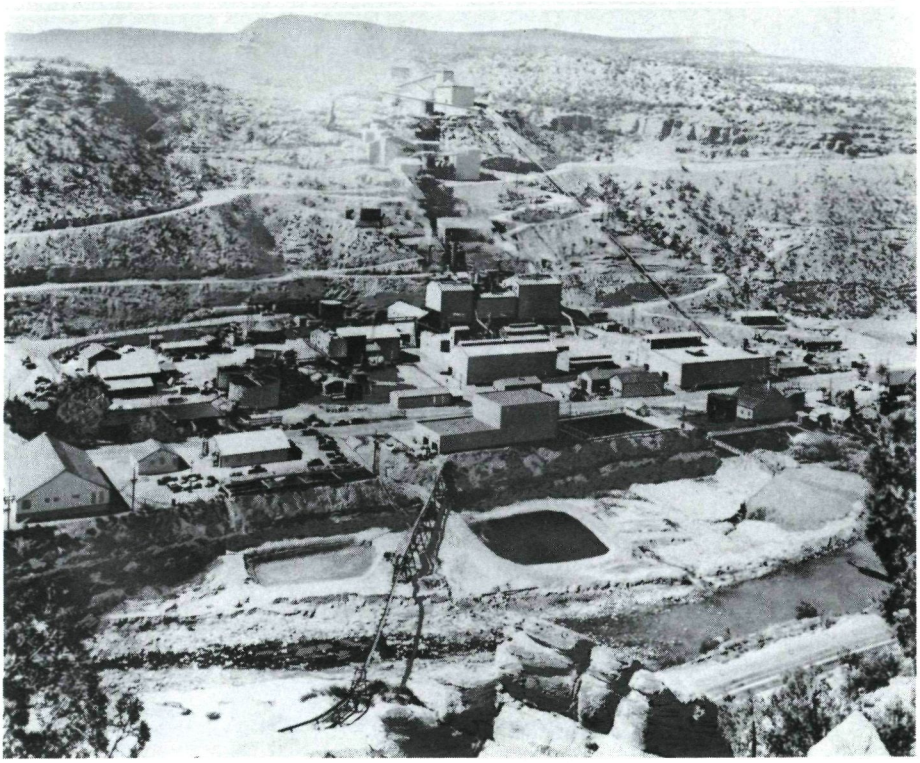


Aspecto que ofrece la «torta amarilla» después de la filtración final en la planta de tratamiento de uranio. (Foto: Australian AEC)

el programa de prospección en una región nueva hasta que se demuestra la bondad de los minerales pueden transcurrir de tres a cinco años, y hasta que comienza la producción en una mina o un grupo de minas, de seis a diez años.

Como la prospección quedó prácticamente interrumpida a comienzos del actual decenio y no se volvió a iniciar en América del Norte y algunas otras regiones del mundo más que en los últimos años, trascurrirán todavía algunos años hasta que comience la producción de los nuevos yacimientos, probablemente cinco o seis.

También en la capacidad de producción se registra una demora. El total de la capacidad actual se calcula en 23 500 toneladas anuales y, si se reanudan las labores en plantas abandonadas, se cree que dentro de cinco años podrá haberse ampliado a 40 000 toneladas. El incremento necesario de hasta casi 60 000 toneladas en 1976 y 90 000 en 1980 supone demoras por trabajos de construcción de tres a cinco años, y como es posible que todavía no se hayan encontrado algunos de los yacimientos más importantes, no es difícil calcular que desde la prospección hasta la producción pueden transcurrir, en total, de seis a diez años.



Planta de uranio en Urava (Colorado). (Foto: Union Carbide)

## CIEN DOLARES ANUALES PARA PROSPECCION

No es probable que se mantenga el actual precio medio de 6,00 a 7,00 dólares, y la mayoría de los planes a largo plazo se basan en un precio de 8,00 dólares de los Estados Unidos por libra de óxido de uranio. Entonces, la producción hasta 1980 tendrá un valor de 14 000 a 16 000 millones de dólares.

En la campaña de 1950-1960, el costo de la prospección en los Estados Unidos se calculaba en 20 a 30 centavos por libra, cifra muy baja que se debe, en parte, a que los yacimientos se encontraban a poca profundidad. Los cálculos futuros indican que, en los Estados Unidos, los gastos de prospección serían de unos 50 centavos por libra.

En general, la buena práctica técnica fija para los gastos de prospección y evaluación un límite del 10% del valor del contenido total, lo que en este caso supondría 80 centavos por libra. Es decir, que desde ahora hasta

el final de 1980 deben gastarse, y probablemente se gastarán, de 1000 a 1 500 millones de dólares de los Estados Unidos en la prospección y evaluación de yacimientos de uranio, lo que da un promedio anual de 100 millones de dólares.

Es probable que la mayor parte de estas sumas sean gastadas por organizaciones comerciales o nacionales de los países más adelantados. En qué lugar se gastarán es otra cuestión. Indudablemente, la parte más importante corresponderá a los países donde la minería del uranio está más avanzada, pero las regiones más favorables de sus territorios han sido ya muy estudiadas lo que, junto con otros factores, hará que gran parte de ese dinero se gaste en prospecciones en países en desarrollo.

## EL PAPEL DEL ORGANISMO

El orador formuló algunas opiniones sobre el papel que el Organismo podría desempeñar en este incremento, tan importante, que se prevé para las actividades de prospección y producción de uranio durante los doce próximos años y más adelante.

Los dos objetivos de carácter general que más importancia tienen serían, primero, evaluar y distribuir informaciones sobre la prospección y el suministro de uranio en relación con las necesidades de la energía nucleoeléctrica y, segundo, ayudar a los Estados Miembros que lo pidan a desarrollar, emplear y explotar sus reservas naturales de materias primas nucleares de la manera más beneficiosa y eficaz.

Para ello es preciso examinar de nuevo las teorías sobre la mineralización del uranio y sobre las probables características uraníferas de una zona. Se espera que a comienzos de 1970 pueda reunirse un grupo de los más importantes geólogos especializados en uranio para discutir este punto y ayudar a establecer directivas geológicas para las prospecciones futuras. Como complemento de ello se ha empezado a llevar un registro de las prospecciones de uranio efectuadas en los Estados Miembros hasta hoy, y se espera lograr así datos estadísticos sobre potencial uranífero y métodos de prospección.

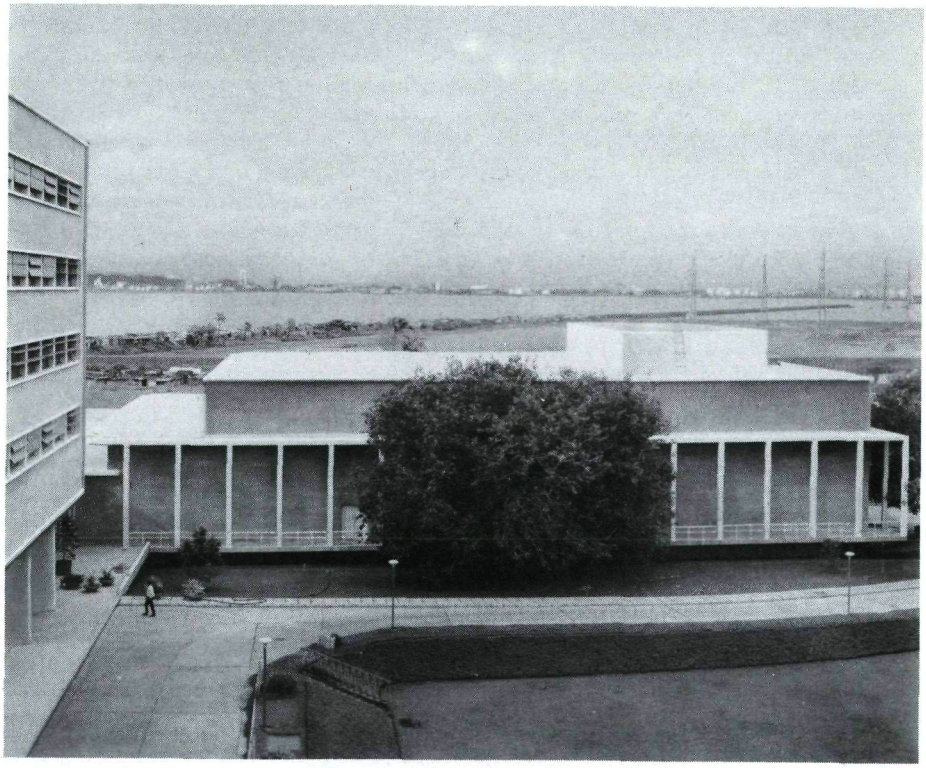
Gracias a la labor del Grupo de estudio de geólogos que convocó conjuntamente con la Agencia Europea para la Energía Nuclear, el Organismo ha podido facilitar ya importantes informaciones sobre reservas, recursos y capacidad de producción del uranio y el torio. Este Grupo ha publicado ya tres obras que hoy se consideran como referencias fundamentales en la materia. Es muy probable que las reuniones de grupos de estudio sigan celebrándose y se espera que la contribución del Organismo adquiera cada vez más importancia.

Por lo que respecta a la información sobre modos operativos y desarrollo de técnicas existen numerosas posibilidades, una de las cuales es fomentar el estudio de instrumentos de prospección y otra, la publicación de guías

o manuales sobre métodos de prospección y evaluación, revisados y puestos al día.

Como es natural, los Estados Miembros pueden obtener asesoramiento y asistencia para todos los aspectos de la prospección, la evaluación y la producción de materias primas nucleares por ejemplo en forma de cursos de capacitación como el que habrá en otoño de este año en la región de América del Sur y América Central sobre métodos de prospección de uranio.

Debido a las considerables sumas que probablemente se gastarán en la prospección de uranio durante el próximo decenio, parte de las cuales lo serán en países en desarrollo, el orador dijo que consideraba que el Organismo, si se le pide que lo haga, puede desempeñar un papel asesor muy importante cerca de los Gobiernos sobre esta cuestión. Su asesoramiento sería no sólo técnico sino también económico, comercial, administrativo y jurídico.

---

Como homenaje a la memoria de Homi Bhabha, se ha dado su nombre a este auditorio del Instituto Tata de Investigaciones Fundamentales de Bombay. En efecto, la construcción de este edificio con capacidad para 1036 personas, fue idea de Homi Bhabha, quien además de dedicarse a sus múltiples actividades científicas en beneficio de la India, fue miembro durante varios años del Comité Consultivo Científico del Organismo. (Foto: Departamento de Energía Atómica, India)