Las centrales nucleares y el medio ambiente

Extractos de los debates de un Grupo de expertos sobre
≪Los aspectos ambientales de la energía nucleoeléctrica y el emplazamiento de las centrales nucleares≫,
que se reunió el 2 de octubre último en el Centro Nuclear de Salazar de México.

El Dr. I.D. Morokhov expuso el punto de vista de la Unión Soviética:
Veinte años de experiencia en la explotación de centrales nucleares en la Unión Soviética han venido a demostrar que no representan riesgos ni para el personal que atiende tales centrales, ni para la población que habita en las zonas circundantes.

La vigilancia radiológica de estas zonas no ha revelado ninguna fluctuación importante de la radiactividad de fondo que pueda atribuirse con certeza a la presencia de las centrales nucleares.

Efectivamente, la descarga en la atmósfera de sustancias radiactivas procedentes de las centrales nucleares sólo llega a tener valores centenares de veces inferiores a los máximos admisibles conforme a las recomendaciones de la CIPR.

Por lo general, las aguas contaminadas con sustancias radiactivas se descontaminan y se utilizan de nuevo, descargándose tan sólo centidades insignificantes en las redes doméstico-industriales de alcantarillado. La contaminación de las aguas que se descargan no excede de los niveles máximos admisibles para el agua potable.

Los desechos líquidos de alta actividad se entierran en lugares especiales o se almacenan bajo tierra.

Para impedir una contaminación radiactiva grave del ambiente se adoptan medidas de seguridad de un rigor tal que la radiactividad medida en torno a las actuales centrales nucleares no ha cambiado en absoluto respecto del período anterior a la puesta en marcha de los reactores.

En consecuencia, muchos años de experiencia en la explotación de centrales nucleoelétricas nos han persuadido de sus ventajas frente a las centrales eléctricas clásicas, cuyo

funcionamiento da lugar a una grave contaminación del medio ambiente por los productos de combustión del combustible orgánico, como son el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, el hollín y las cenizas.

Según los datos acopiados por el Comité Estatal de la Unión Soviética para la Utilización de la Energía Atómica, las centrales eléctricas clásicas de una potencia de 1 000 MW que queman combustibles orgánicos descargan en la atmósfera las siguientes cantidades (en toneladas por día) de sustancias nocivas:

Nombre de la sustancia nociva liberada	Clase de combustible		
	Carbón (consumo: 6 380 t/día)	Petróleo (consumo: 4 600 m^3/día)	Gas natural (consumo: 536 000 m^3/día)
Dióxido de azufre	382	145	0,04
Oxidos de nitrógeno	60	60	34
Cenizas	12	2	1,2
Oxidos de carbono	1,4	0,03	-
Radio-226	10^{-6} Ci/día	10^{-8} Ci/día	-

Estas cantidades producen en la proximidad del suelo concentraciones atmosféricas que superan en varios centenares por ciento los niveles máximos admisibles, a distancias de hasta 10 km desde el punto de descarga.

Además de provocar una contaminación local, las centrales eléctricas clásicas pueden resultar peligrosas fuentes de contaminación para la bioesfera en toda la Tierra.

El Instituto de Geofísica Aplicada de la Administración Soviética de Servicios Hidrológicos y Meteorológicos ha previsto las condiciones ambientales que prevalecerán en toda la Tierra hasta el año 2000, basándose en los datos relativos a las descargas de las centrales eléctricas.

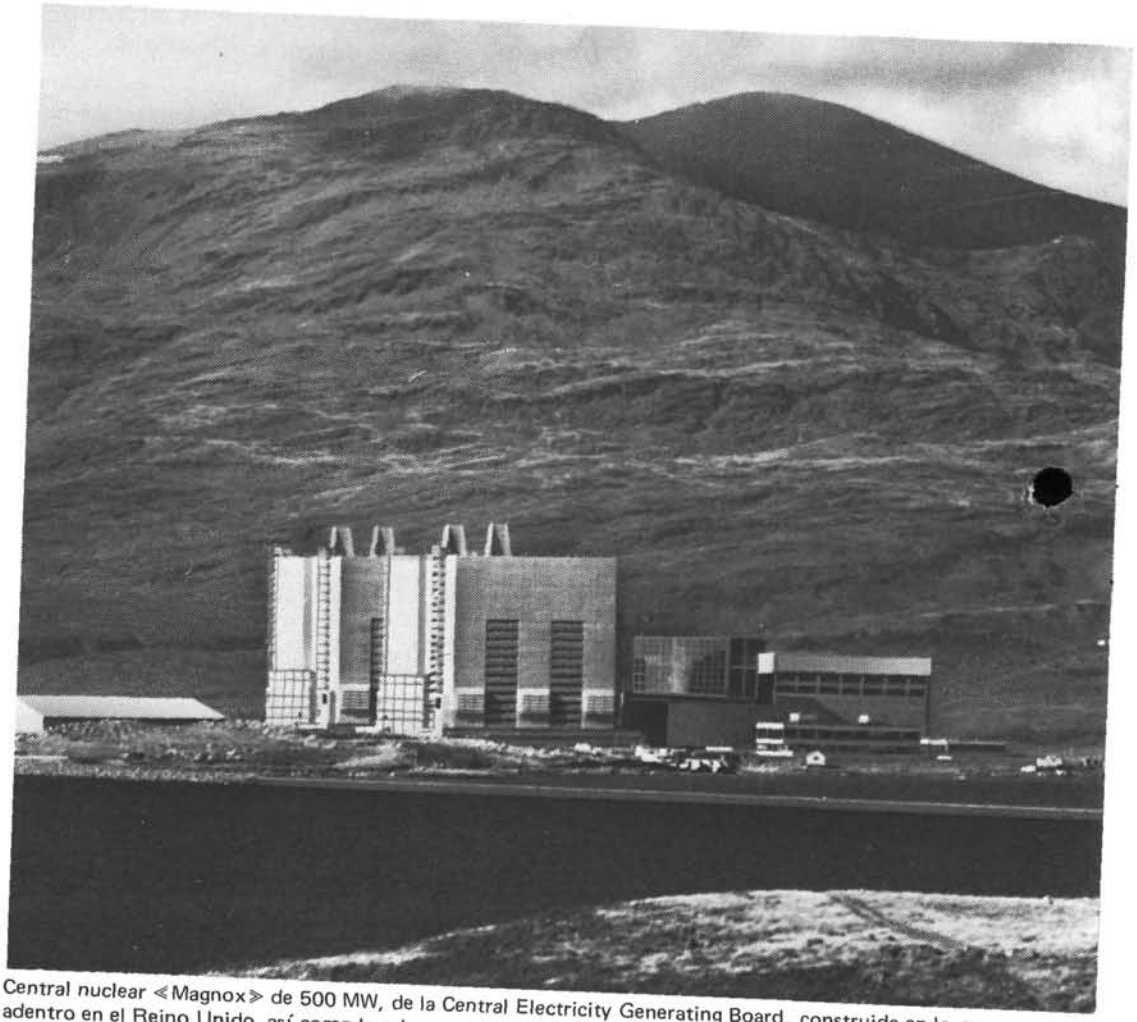
Hacia el año 2000, las centrales eléctricas clásicas (con una capacidad total de $5,5 \times 10^6$ MW) descargarán en la atmósfera 60 000 000 de toneladas de dióxido de azufre y 250 000 de toneladas de cenizas.

Las descargas de esta magnitud podrían crear para el año 2000, por encima de los continentes, una concentración atmosférica de dióxido de azufre diez veces superior a la media diaria admisible.

Si a esto añadimos las cantidades que descargan las industrias, las perspectivas resultan todavía más sombrías.

A la vez, se calcula que en el año 2000, cuando la capacidad de las centrales nucleares haya llegado a $5,5 \times 10^6$ MW, la concentración media anual de sustancias radiactivas en la atmósfera no excederá de una milésima del nivel admisible. Sin embargo, la opinión pública hoy en día no acaba de estar convencida de esta previsión optimista de una contaminación despreciable del medio ambiente por las sustancias radiactivas descargadas por las centrales nucleoeléctricas.

En la Unión Soviética se dedica gran atención a la protección del medio ambiente. En el curso de una reunión del Soviet Supremo de la Unión Soviética, que terminó tan sólo



Central nuclear ≪Magnox≫ de 500 MW, de la Central Electricity Generating Board, construida en la margen adentro en el Reino Unido, así como la primera que utilizó un lago para obtener el agua para la refrigeración.

hace pocos días, se aprobó una resolución especial relativa a la protección del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales.

Las ventajas económicas que comporta emplazar una central nuclear en las porximidades o incluso en el interior de grandes ciudades han traído a primer plano el problema de la seguridad radiológica de la población que vive en torno. En consecuencia, cuando se selecciona un emplazamiento para construir una central nucleoeléctrica se piensa en primer lugar y principalmente en proteger a la población contra los efectos nocivos de las radiaciones y en evitar una contaminación peligrosa del medio ambiente; ello se logra desarrollando equipo y sistemas que ofrezcan suficiente garantía y permitan captar y localizar las sustancias radiactivas.

Uno de los factores que efectan al medio ambiente es el desprendimiento de calor. Cuando se selecciona el emplazamiento para construir una central nuclear se tiene en cuenta el régimen de temperaturas en el medio acuático donde se evacuará el agua caliente procedente de la central. Debe tenerse presente que la descarga de agua a alta temperatura

septentrional del Lago Trawsfynydd (País de Gales). Esta fue la primera central nuclear construida tierra

puede producir un desequilibrio ecológico en el medio acuático, con consecuencias imprevistas y desagradables como, por ejemplo, la destrucción de especies piscícolas valiosas.

No obstante, incluso desde el punto de vista de la ≪contaminación térmica≫ del ambiente, las centrales nucleoeléctricas deberían ser, en principio, preferibles a las centrales eléctricas clásicas.

El elevado potencial energético que brindan las centrales nucleares y el empleo de métodos avanzados para la conversión de la energía permiten alcanzar un rendimiento más alto en la transformación de la energía térmica en electricidad.

Como ya se ha dicho, la contaminación del medio ambiente puede abarcar a toda la Tierra; la contaminación radiactiva del ambiente no constituye ninguna excepción.
Por lo tanto, son de suma importancia las medidas cooperativas encaminadas a proteger el medio ambiente, sobre todo contra la contaminación radiactiva. Ese es el motivo por el que la Unión Soviética apoya sin reservas la cooperación en el plano internacional para proteger el medio ambiente y ha concluido recientemente un acuerdo con los Estados Unidos sobre cooperación en la esfera de la protección ambiental.

En la misma reunión, el Contralmirante O.A. Quihillalt, Presidente de la Comisión Nacional de Energía de la Argentina, desarrolló, a grandes rasgos, los criterios que rigen la ≪Instalación de una central nuclear en las orillas de un lago≫ . . . .

≪Voy a examinar los problemas que se plantean al utilizar un lago como estanque de refrigeración para una central nuclear. En la Argentina hubimos de enfrentarnos con ellos cuando decidimos montar una central de este tipo de 600 MW en un lugar situado en la región central del país, donde 30 años antes se había creado un lago artificial para suministrar agua a una central hidroeléctrica de unos 25 MW de capacidad≫, dijo el orador.

Al comenzar los estudios, se sabía que habría de disiparse 1 400 MW de calor y, según una regla empírica, se requería una hectárea de superficie de agua para disipar 1 MW. La superficie total del lago es de unas 4 600 hectáreas.

La superficie del lago se encuentra a 657 m sobre el nivel del mar y su volumen es de 550 hectómetros cúbicos. Su profundidad media es de 12 m y la máxima de 40 m. Alimentan el lago tres ríos, variando el flujo de entrada entre 1,4 m^3/s y 2600 m^3/s con un promedio de 26,4 m^3/s.

El emplazamiento que finalmente se seleccionó. cerca del centro de la orilla meridional, presentaba el problema de que era difícil localizar los puntos de admisión y de descarga del agua de manera que se dispusiera de una superficie máxima para la refrigeración.

Seguidamente se estudiaron las características del flujo de las aguas en el lago a base de un modelo eléctrico. Estos estudios probaron que podía instalarse la central nuclear, incluso si sólo se utilizara la mitad de la superficie del lago.

Simultáneamente, se llevaron a cabo estudios climatológicos, geológicos, estratigráficos, sismológicos, radiológicos, ambientales, ecológicos y de otros tipos.

En este sentido, ofrecieron particular interés los problemas ecológicos inherentes a la descarga del agua caliente del condensador en el lago y la determinación de las temperaturas máximas de descarga.

La supervivencia de los peces y el ritmo de crecimiento de determinadas algas se estudiaron en acuarios dotados de controles termostáticos, comprobándose que el pejerrey (Basilichthys bonariensis) era la especie ≪crítica≫, es decir, la menos capaz de soportar el choque térmico. Al hacer pasar peces de esta variedad desde una temperatura atmosférica de 13°C a agua a 27°C sobrevivían durante 55 minutos, pero si se dejaban aclimatar a 16°C alcanzaban un período medio de supervivencia de 138 minutos; este período era aún más prolongado cuando la distribución de temperaturas no era homogénea.

Como el lago presenta una marcada estratificación vertical, los peces sólo tendrían que sobrevivir de 10 a 12 minutos en la capa de agua caliente, ya que este período bastaría para pasar a aguas más frías.

Quedaban en pie dos dificultades: la de asignar los coeficientes empíricos que requerían ciertas fórmulas y la de obtener la aprobación en términos generales de alguien que contara con la necesaria experiencia.

Esta aprobación la dio el Dr. Spurr, de la Central Electricity Generating Board (Junta Central de Generación de Electricidad) de Londres, cuyos servicios se obtuvieron en el plazo de escasos días gracias a la mediación del OIEA.

El comportamiento de una gran masa de agua sometida a una carga térmica artificial, como es el agua caliente procedente de los condensadores de una central eléctrica, no supone

sino una extrapolación del comportamiento natural de un lago bajo la influencia del calor natural recibido del sol; se ha de establecer un balance térmico entre la aportación combinada del calor del sol y de la central y el aumento de la velocidad de las pérdidas de calor, que es conveniente expresar en vatios por metro cuadrado.

La aportación natural de calor por parte del sol es el total de las radiaciones directas y difusas de onda corta que alcanzan la superficie del agua, más las radiaciones de onda larga que llegan desde la atmósfera.

Las pérdidas de calor vienen determinadas por la suma de las pérdidas caloricas por radiación de onda larga reflejada, más la evaporación, la conducción, la convección, el calor transmitido al agua o desde el agua por advección, y el calor almacenado en el agua.

A la radiación reflejada puede aplicarse la ley de Stefan. En cuanto a la evaporación, existe una serie de ecuaciones empíricas, basadas en las expresiones de Dalton. Las pérdidas importantes de calor y la evaporación desde la superficie del agua pueden relacionarse entre sí mediante una constante denominada razón de Bowen.

Dado que la diferencia entre el calor transmitido naturalmente por advección al lago y la cantidad de calor transmitida artificialmente al mismo es despreciable —y lo mismo puede afirmarse respecto de las diferencias entre las cantidades de calor almacenadas— resultó posible establecer la ecuación del balance térmico del lago en función exclusivamente de la temperatura y de la velocidad del viento.

Dicha ecuación permite calcular la apropiada temperatura de equilibrio del agua para la evacuación de calor de una central eléctrica determinada, siempre que se conozcan la temperatura del agua natural y la velocidad del viento, así como la superficie de agua empleada para la refrigeración.

En un lago en el que exista un flujo de agua, se observa un decremento continuo de la temperatura a través del lago desde la central hasta el punto de entrada de las aguas, habiéndose establecido una ecuación que permite determinar a qué ritmo disminuye la temperatura a lo largo de la superficie del lago por cada incremento de su área.

Si se analiza el agua o se la hace pasar por una serie de estanques antes de alcanzar el punto de toma, un embalse se comportará igual que un estanque de refrigeración con flujo.

En esta fase de los estudios se disponía ya de mediciones sistemáticas de la temperatura del lago en distintos puntos de su superficie y a diversas profundidades, además de las mediciones climatológicas usuales. Se comprobó que la media mensual máxima, que era de 25°C, se presentaba en febrero y que la temperatura a una profundidad de 15 m no excedía de 23°C.

Basándose en todos los datos reunidos, se sentaron las siguientes hipótesis:

a) Desde el punto de vista ecológico, no experimentaría un aumento de temperatura ningún área apreciable del lago. La temperatura no excedería de 30°C;
b) La temperatura natural de la superficie es de 23°C;
c) El aumento de temperatura de un extremo a otro del condensador sería de 7°C.

Según estas hipótesis, la temperatura de admisión no debe exceder de 23°C.

En vista de esto, y de conformidad con el estudio de las citadas mediciones, se determinó que el agua debía tomarse siempre a una profundidad superior a 15 m, donde existe una diferencia vertical de temperatura de 3°C.

La temperatura natural de la superficie podría alcanzar 27°C en contados casos. En estas condiciones, la estratificación vertical de las temperaturas sería más pronunciada y, a 15 m de profundidad, no es probable que la temperatura exceda de 23°C.

Sin embargo, el proceso de extraer agua fría de las zonas profundas del lago y descargar agua caliente en la superficie podría conducir a un calentamiento general de toda la masa de agua. Este factor podría resultar importante si los ríos que alimentan al lago no aportaran agua fría, pero, como el volumen que afluye durante el verano es particularmente grande, puede hacerse caso omiso de esta eventualidad.

Se ha efectuado toda una serie de estudios en los que se tuvieron en cuenta cambios eventuales de las condiciones como, por ejemplo, una posible disminución importante del nivel del agua en el lago, una hipotética captación de aguas de la superficie, etc.

Una vez concluidos todos los estudios teóricos y experimentales, se llegó a la conclusión de que la capacidad de disipación de la superficie del lago es de 1 MW por hectárea, lo que coincide con la regla empírica de que se partió en un principio.

Si bien las conclusiones aquí expuestas parecen garantizar que no se producirán consecuencias graves, no puede negarse que la evacuación de calor ha de ejercer algún efecto, aunque no sea importante, sobre la ecología de la zona. No obstante, debe recordarse que toda actividad humana influye de alguna manera sobre el equilibrio ecológico. De hecho, la propia construcción de un lago artificial tuvo sin duda una repercusión mucho mayor sobre la ecología de la región que la que puede esperarse de la evacuación de calor.

Los estudios continúan en todas las esferas, especialmente los de carácter sismológico y limnológico, destinados a conocer a fondo el lago, su ecología y su biota.

Próximas conferencias

Fechas	Tema	Lugar
5 a 9 de febrero	Simposio sobre principios y normas de seguridad de los reactores	Jülich (R.F. de Alemania)
12 a 16 de marzo	Simposio sobre el empleo de datos nucleares en la ciencia y la tecnología	París
26 a 30 de marzo	Simposio sobre novedades en la esfera de los radiofármacos y otros compuestos marcados	Copenhague
14 a 18 de mayo	Simposio OIEA/AEN/OMS sobre el comportamiento ambiental de los radionúclidos liberados por la industria nuclear	Aix-en-Provence (Francia)