



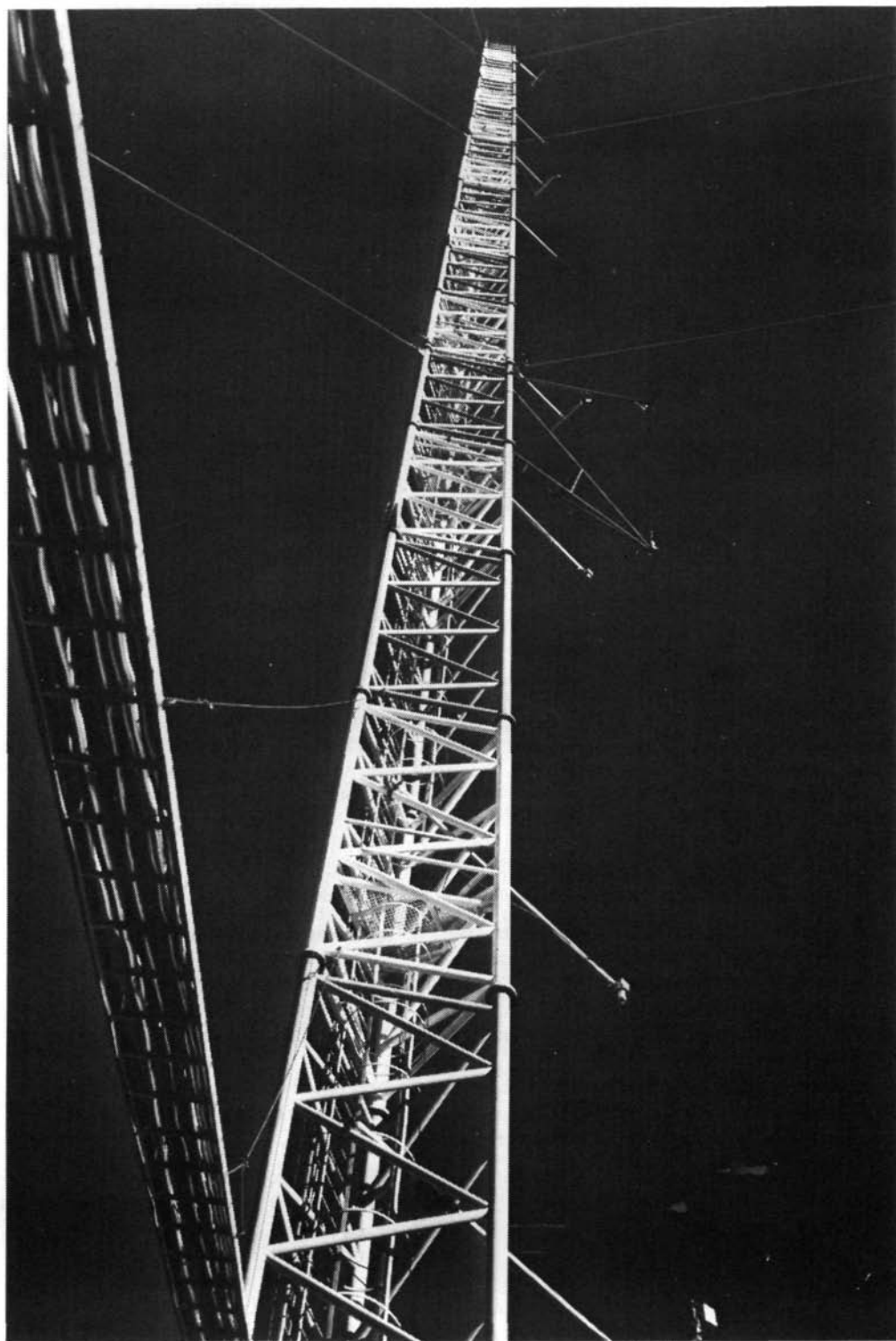
# Efectos de los sistemas de refrigeración y de las descargas térmicas de las centrales nucleares en el medio ambiente

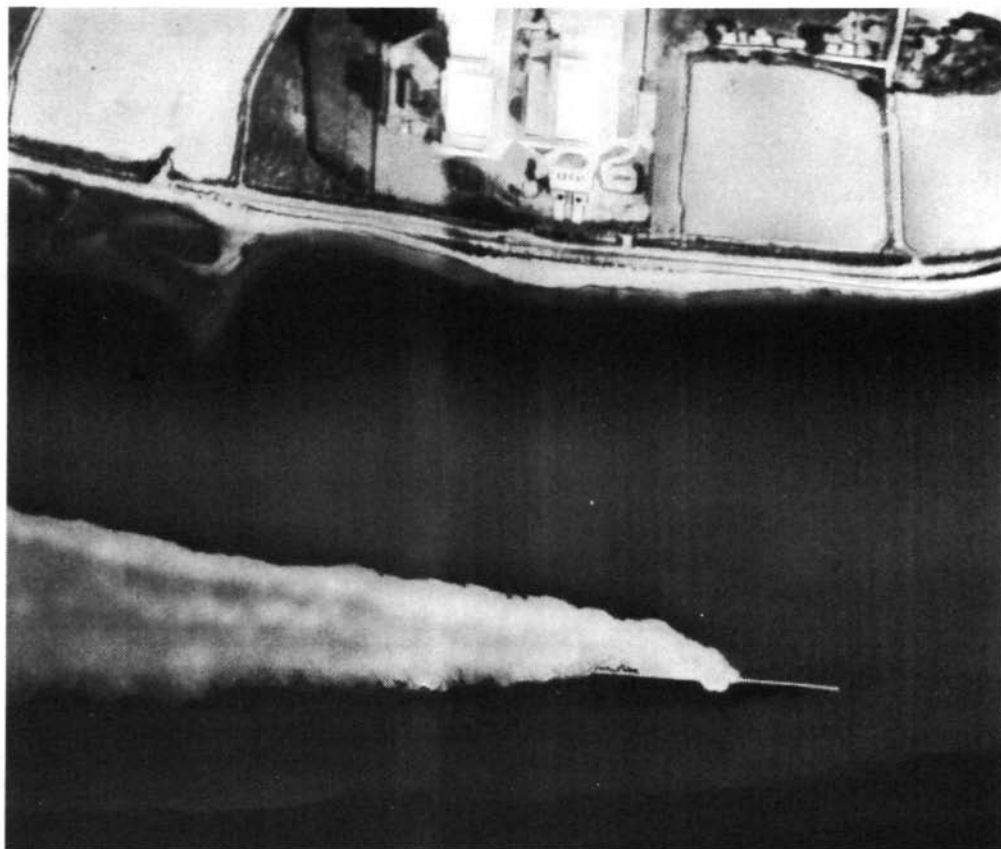
Las repercusiones que tienen sobre el medio ambiente las descargas térmicas de las centrales nucleares no son desde luego un problema nuevo y específico de la producción de electricidad con reactores de fisión. Todas las centrales térmicas plantean el problema de cómo disipar el calor residual y de los posibles efectos perjudiciales sobre el medio ambiente humano. Sin embargo, aunque esta cuestión no sea inédita, ha adquirido particular importancia por dos razones principales: el convencimiento creciente que tiene el hombre de que es necesario conservar o mejorar la calidad de su medio ambiente, y la magnitud del crecimiento de la demanda de electricidad.

En los últimos años se han hecho numerosas estimaciones, tanto nacionales como internacionales, sobre el crecimiento de esta demanda de energía, que se prevé ha de ser rápido para mantener y mejorar la calidad de la vida de una población mundial en expansión. Hay que revisar estas estimaciones de cuando en cuando, en particular con respecto a la energía nucleoelectrónica, debido a la sensibilidad de la economía mundial a las variaciones del coste de los recursos energéticos. La fuerte alza experimentada recientemente por el precio del petróleo ha estimulado grandemente el interés por el empleo de la energía nuclear para producir electricidad. Incluso si baja algo el precio del petróleo la electricidad nuclear podrá competir muy bien con la generada a partir del carbón, del petróleo y de otras fuentes térmicas, aunque se trate de unidades de sólo 200 MW, por lo que será interesante para un número creciente de países en desarrollo. Las previsiones recientes acerca de la capacidad nuclear instalada indican un crecimiento mundial de 105 GW(e) en 1975 a 5 330 GW(e) en el año 2000, con una cifra intermedia de 890 GW(e) en 1985. Para un reactor típico de agua ligera de 1 000 MW(e), se calcula que el valor residual liberado es de  $50 \times 10^{12}$  BTU, por año, y para los servicios auxiliares de este reactor, tales como la fabricación de uranio, la conversión del hexafluoruro, el enriquecimiento y la reelaboración del combustible, el calor residual es de  $3,4 \times 10^{12}$  BTU por año. Suponiendo un factor de carga de 70%, el calor residual total liberado por una central nuclear en el año 2000 será de  $2,0 \times 10^{17}$  BTU, o  $5 \times 10^{14}$  BTU por día, del que sólo un 7% procederá de los servicios auxiliares. La dispersión de este calor en el medio ambiente sin perturbaciones inaceptables es, por tanto, de importancia considerable.

---

La antena meteorológica de Studsvik (Suecia) registra la velocidad y dirección del viento, y la temperatura, para estudiar el comportamiento de los penachos térmicos en la atmósfera. Foto: AB Atomenergi. ►





Salida del agua de refrigeración de la central nuclear de Bradwell (Inglaterra). Foto hecha a 2 000 pies con un aparato de exploración lineal por rayos infrarrojos construido por el Royal Radar Establishment de Malvern. Foto: U.K.A.E.A.

Entre otras cuestiones, en el Simposio se estudiaron las siguientes:

- **Disipación del calor y comportamiento físico de los efluentes calientes en la atmósfera y en diversos tipos de sistemas acuáticos.**
- **Efectos de los sistemas de refrigeración y de las descargas térmicas en la biota y los ecosistemas ambientales.**
- **Nuevos métodos de dispersión de efluentes calientes y posible utilización del calor residual.**
- **Criterios para el establecimiento de normas aplicables a las descargas térmicas.**
- **Efectos de los sistemas de refrigeración y de las descargas térmicas en la selección de emplazamientos de centrales nucleares.**

Las memorias presentadas y las discusiones consecutivas pusieron de manifiesto la experiencia y los resultados de las investigaciones obtenidos por los países con importantes programas nucleoelectrónicos en ejecución, así como algunos de los planes y estudios de los países más pequeños para determinar las posibles consecuencias térmicas y ambientales de instalar grandes centrales termoeléctricas. Varios oradores llegaron a la conclusión de que hay que juzgar cada emplazamiento según sus circunstancias particulares para tener la seguridad de que resultará aceptable desde el punto de vista ambiental.

Se comunicó que para hacer frente al rápido crecimiento de la demanda de energía eléctrica se estaban construyendo centrales de mayor capacidad unitaria, así como instalaciones formadas por varias unidades. Al mismo tiempo el agua para enfriar los condensadores de estas grandes centrales, en particular en los sistemas de paso único, escasea cada vez más a medida que aumentan las necesidades energéticas. Por ejemplo, en Inglaterra funcionan hoy día más de 300 torres de enfriamiento para el control de las descargas térmicas; en la República Federal de Alemania y en la Unión Soviética se están generalizando las torres de enfriamiento o los sistemas de ciclo cerrado, y en los Estados Unidos se calcula que en el año 2000 más de la mitad de las aguas pluviales disponibles se precisará para la refrigeración de las centrales termoeléctricas.

En buen número de memorias se describió el comportamiento físico y las repercusiones sobre el medio ambiente de los penachos visibles de las torres de enfriamiento por vía húmeda. Igualmente se examinó el rendimiento de las torres de circulación natural y de circulación forzada, y la realización de torres de enfriamiento en seco. Las descargas térmicas de eventuales centrales de unidades múltiples, de hasta 40 000 MW(e), plantearían problemas, lo que estimulará el desarrollo de torres de enfriamiento en seco para evitar las dificultades que supondría el abastecimiento de agua a este tipo de instalaciones. Están en curso estudios sobre las perturbaciones atmosféricas locales que podría producir la disipación de hasta 80 000 MW térmicos en una zona de extensión reducida. Se sugirió ubicar estos complejos eléctricos en el mar como posible medio de eludir algunas limitaciones de tipo ambiental propias de tales instalaciones; en ciertas zonas costeras, donde la plataforma continental es lo suficientemente estrecha, la capacidad de refrigeración de las capas profundas del océano podría aprovecharse extrayendo con bombas el agua fría del fondo. Al mismo tiempo podrían conseguirse otras ventajas utilizando en acuicultura la elevada concentración de nutrientes de estas aguas profundas.

Los informes presentados permitieron apreciar que en todo el mundo se está procurando hallar métodos de conservación de la energía sobre bases análogas. El razonamiento seguido es que cada BTU de energía térmica ahorrada no sólo mejora nuestro precario abastecimiento de combustible, sone que reduce las consecuencias perjudiciales del consumo de combustible, tales como la contaminación atmosférica y térmica. Una manera de conservar la energía es utilizar el calor residual de los procesos de transformación o industriales; las centrales termoeléctricas producen este tipo de calor en abundancia, a menudo a bajo costo y generalmente en un intervalo de temperaturas de 15°C a 35°C. Una sola central nuclear de 1 000 MW(e), dotada de un sistema de refrigeración de paso único, necesita alrededor de 50 m<sup>3</sup>/s de agua para su enfriamiento, equivalente a todo el consumo de una ciudad como Chicago.

Se describió también una serie de aplicaciones del calor residual en agricultura y acuicultura. Las aplicaciones agrícolas comprenden el calentamiento de invernaderos, la irrigación con agua caliente, el calentamiento del suelo, y la protección de los cultivos contra las heladas. Tal vez el conjunto de invernaderos más grande del mundo es el de Ploesti (Rumania). Este complejo de 130 hectáreas, con calefacción por agua caliente, consume 400 MW térmicos.

En acuicultura han empezado a utilizarse recientemente efluentes calientes de centrales eléctricas para mantener la temperatura óptima de crecimiento y obtener un elevado rendimiento en la cría de peces y otros alimentos de origen marino. En el plano internacional, los japoneses han abierto el camino al demostrar los beneficios de la utilización del calor residual en acuicultura. En los últimos 10 años han efectuado experimentos de cría de camarones, anguilas, besugos y otros peces aprovechando los efluentes térmicos de centrales termoeléctricas. Desde 1971 se ejecuta en la primera central nuclear del Japón, la central Tokai de la Sociedad Japonesa de Energía Eléctrica Atómica, un importante programa de cría de camarones y peces. Otra aplicación fructífera del calor residual en acuicultura es

su aprovechamiento comercial por los criaderos de ostras de Long Island (Estados Unidos), que utilizan los efluentes térmicos de la Long Island Lighting Company para acelerar el crecimiento durante las primeras etapas de la cría de ostras. Los períodos normales de crecimiento de 4 a 6 años se han reducido a 2,5 - 3,5 años por selección de variedades, desove, cría de larvas, implantación de las ostras en el vivero y su traslado consecutivo a una laguna que recibe las aguas calientes de la central, donde permanecen de cuatro a seis meses. Se dijo que las ventas procedentes de esta actividad comercial producían alrededor de 5 millones de dólares anuales.

En varias memorias se presentaron los resultados de estudios de campo y de laboratorio sobre los efectos de las descargas térmicas en la biota. El Laboratorio Nacional de Oak Ridge ha ideado un transmisor ultrasónico termosensible que puede implantarse en los peces sin restringir su libertad de movimientos, lo cual ha permitido estudiar detalladamente la tendencia de los peces a seleccionar ciertas temperaturas en presencia de gradientes térmicos. El emisor es un dispositivo electrónico de forma cilíndrica, recubierto por caucho silicónico, de 1,8 X 4 cm, y de 26 g de peso (en el aire), con una sonda termistorizada colocada en un apéndice flexible. Las señales pueden recibirse con suficiente nitidez para descifrar con exactitud los datos de temperatura a distancias de 1/2 a 3/4 de milla en aguas tranquilas; la vida nominal del dispositivo es de cinco meses. Con este equipo se han obtenido ya muchos datos valiosos sobre las temperaturas preferidas por los peces en presencia de gradientes térmicos; prosiguen los estudios. En otra memoria se informó acerca de los cambios en el comportamiento de los peces del lago Michigán en función de las descargas térmicas de una central nuclear, y se discutieron los efectos del aumento de temperatura sobre la propagación de las especies y la producción primaria de plancton en agua dulce. En un informe sobre estudios realizados en la central del río Savannah (Estados Unidos) se describió la ecología de las corrientes, pantanos y embalses calentados artificialmente. Los debates pusieron de manifiesto la necesidad creciente de proseguir las investigaciones y estudios sobre los efectos de las descargas térmicas en la biota, a fin de obtener más datos de interés para fijar criterios que sirvan de base a la elaboración de normas aplicables a las descargas térmicas, así como de ayuda para seleccionar el emplazamiento de las centrales nucleares.

La cuestión de los criterios y normas se ha actualizado debido a que en ciertas centrales en observación se ha advertido que las descargas térmicas tienen efectos sobre el medio ambiente. Algunos de éstos son claramente perjudiciales, otros son probablemente benéficos y en un gran número de casos son completamente dudosos. Como existen probabilidades de que los efectos sean nocivos, convendría establecer límites a fin de que los planificadores no sobrepasen en mucho valores que podrían ser benéficos, indiferentes o perjudiciales. Las verdaderas cuestiones se refieren al género de criterios que convendría adoptar, a si han de ser muy detallados y al lugar en que deben aplicarse. Mientras se debaten estas cuestiones proseguirá la construcción de centrales - hay que construirlas - y existe realmente el peligro de formular criterios técnicamente malos demasiado pronto, o criterios excelentes, pero demasiado tarde. Se expresaron diversas opiniones sobre la distinción entre criterios y normas. Se sugirió que los criterios eran objetivos socialmente deseables, mientras que las normas eran objetivos alcanzables. Otra distinción, aceptable más fácilmente, es que los criterios son datos científicos sobre los que han de basarse las recomendaciones sobre las normas concretas que se precisen.

Este Simposio ha sido el primero convocado por el Organismo sobre la cuestión específica de los efectos de los sistemas de refrigeración y de las descargas térmicas en el medio ambiente; la participación en el mismo ha puesto de manifiesto su oportunidad y su utilidad como tribuna para el intercambio de informaciones en esta esfera de interés para todas las centrales termoeléctricas.