

LA CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA REALIZADA EN ROMA, EN AGOSTO

por el ing. LUCIANO CRUZ-COKE
Director del Centro Universitario Zona Norte

Al ser esta la primera conferencia internacional organizada por la ONU sobre "Energía solar, eólica y geotérmica", el Consejo Económico y Social de dicha Organización invitó a todos los Estados miembros a participar en este importante torneo, que interesaba especialmente a los países de escaso desarrollo.

Las bases de esta conferencia establecían que en los trabajos a presentarse y en las discusiones y debates respectivos, había que referirse más a las aplicaciones o utilidades prácticas finales de esas tres fuentes de energía que a los principios científicos y a la investigación pura; se insistió además en la conveniencia de no formular recomendaciones ni deducir conclusiones de los temas tratados. Pero esta reunión debía tener especial importancia, no sólo por ser la primera en su género que se celebraba en el mundo, sino también por la ocasión que se brindaba a todos los asistentes de tomar contacto con los científicos y especialistas en la materia y conocer el progreso alcanzado hasta la fecha en las investigaciones realizadas en estos campos que son de especial interés para nuestro país. En efecto la zona norte de Chile, que abarca el 40% de nuestro territorio, es la región que posee la mayor intensidad solar y de mayor duración anual de todo el mundo, cuenta con fuentes geotérmicas en actividad (geisers del Tatio en Antofagasta) que dan base para una explotación beneficiosa, y también con vientos de gran intensidad en ciertos parajes, que colocan a esta comarca en una situación privilegiada para el aprovechamiento de estas fuentes de energía.

Esta reunión científica se caracterizó por la enorme concurrencia de delegados de casi todos los países del mundo (420) y por la gran cantidad y variedad de los trabajos presentados (254), lo que constituyó un motivo de verdadera sorpresa para el secretario ejecutivo, representantes de la ONU y demás instituciones internacionales que organizaron este congreso.

En realidad la conferencia se asemejó a una gran escuela de temporada de elevado nivel, a la que asistieron jefes de laboratorios de investigación, directores de institutos universitarios, ingenieros, hombres de ciencia, físicos y expertos en esta clase de energías, especialistas en economía, etc., y que se desarrolló a través de 24 sesiones, en las cuales se resumieron los numerosos trabajos presentados y se abrió debates de alto interés, especialmente para los países en vías de des-

arrollo, comprendidos entre los paralelos 40°N. y 40°S., zona de las máximas manifestaciones y de mejores posibilidades de utilización de estas energías, hasta ahora prácticamente inaprovechadas. Muy interesante es observar que precisamente entre dichas latitudes, que encierran casi toda América Latina, África, Oriente Medio, Asia Meridional y Oceanía, se halla la zona terrestre que dispone con mayor abundancia de este género de recursos energéticos en potencia, y que la casi totalidad de sus Estados está en los comienzos de su desarrollo económico y social.

La delegación chilena que fue invitada a esta conferencia y que participó en sus deliberaciones, estuvo formada por nuestro Embajador ante el Quirinal, don Santiago Labarca; el Dr. Manuel Madrid, delegado oficial de la Universidad de Chile ante la UNESCO en París; el Vicerrector de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sr. Julio Hirschmann; el profesor Angelo Filiponi, como delegado de la Escuela de Ingeniería de la U. de Chile y el Director del Centro Universitario Zona Norte, que suscribe, en representación de la Universidad de Chile y del Comité de Zonas Áridas de nuestro país.

La conferencia se vio honrada con la presencia del eminente físico y hombre de ciencia sueco Dr. Andrés J. Angstrom, célebre por su estudio y desarrollo de las leyes fundamentales del análisis espectral, que a pesar de su avanzada edad se dirigió a la asamblea en forma elocuente, en una de las sesiones plenarias, siendo aplaudido con entusiasmo y veneración.

Los trabajos presentados y que fueron tratados en las 24 sesiones, se dividieron como sigue:

- 1 Sesión general: *Las nuevas fuentes de energía en el cuadro del desarrollo energético* . . . 8
- 2 *Aprovechamiento de la energía solar para usos domésticos e industriales* (para calentamiento de agua, calefacción de casas, locales, secado, cocinas solares, acumulación, producción de frío, conservación de alimentos, enfriamiento, hornos solares y materiales más adecuados para la fabricación de equipos).
- 3 *Aprovechamiento de la energía solar para la producción de energía mecánica y de electricidad* (por medio de motores alternos y turbinas. Por transformación directa a base de converti-

dores termoelectrónicos (termopares y células termoiónicas). Por conversión directa en energía eléctrica a base de células fotoeléctricas) . 130

4 Fuentes geotérmicas 40

5 Instalaciones eólicas 76

Total 254

Es un hecho reconocido que no puede existir un desarrollo económico de cierta importancia si no se dispone de fuentes de energía, en especial de energía eléctrica. La vida, en nuestro planeta, sólo existe gracias a la inmensa energía que irradia el sol. Ella es la que ha generado y mantiene la vida orgánica sobre la tierra y ha dado origen a los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y también a las fuentes hidráulicas y endógenas que alimentan las centrales productoras de energía eléctrica en todo el mundo.

Pero estos combustibles y caídas de agua, como asimismo los minerales radioactivos fisionables (que hasta ahora constituyen las principales fuentes energéticas utilizadas para la producción de calor y de electricidad) son naturalmente precerientes los primeros y

limitados los últimos; de allí la preocupación que existe entre los científicos y economistas, de estudiar la utilización de la energía solar y geotérmica, la primera de las cuales es prácticamente inagotable, ya que representa una potencia inaprovechada 10.000 veces superior a la potencia total de todas las plantas productoras de energía del mundo, en forma de calor o de fuerza motriz. Esta potencia global ha llegado hoy día a un valor de 4 mil millones de toneladas de carbón-equivalente y se calcula que para el año 2000 alcanzará a la cifra de 15 a 20 mil millones de dicha unidad. Un hecho altamente significativo y del cual pueden deducirse conclusiones de gran importancia para los proyectos de expansión de los países en desarrollo, es la distribución actual de la energía producida, en función del grado de adelanto de los pueblos y de su consumo por habitante. El profesor hindú J. S. Kapur, indica al respecto los siguientes datos en su interesante trabajo, presentado a la conferencia, "Consideraciones sociales y económicas relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar en los países subdesarrollados".

Regiones del mundo	Grado de desarrollo	Población mill. de hab.	%	Consumo de energía		
				Equiv. ton-carb. mill.	per cápita	% mundial
Norteamérica	Industrializadas con gran desarrollo	914	31,3	2.890	3,15	84
Europa						
Japón						
China - Grecia	En proceso de desarrollo económico autónomo	1.500	50	540	0,36	15
India - Irak-						
Portugal - España. p. balcánicos 60% de S. América						
África y otros países de Asia, Oceanía y América Latina	Economía atrasada que exige gran preparación para su des.	856	18,7	35	0,06	1
		3.000	100	3.465	100	100

Se observa que los países de desarrollo avanzado con sólo 31% de la población mundial, absorben el 84% del consumo total de energía, mientras que el resto de los países (en vías de desarrollo y subdesarrollados), que contienen el 68,7% de la población del mundo, absorben sólo el 16% de dicho consumo.

Una estadística de las Naciones Unidas, de 1958, efectuada en 50 países, revela que la renta individual es prácticamente proporcional al consumo de energía per cápita, suministrada por las fuentes comerciales de energía (carbón, petróleo, gas, fuerza hidroeléctrica). Estas rentas y consumos individuales al año, varían

desde US\$ 30 y 0,06 ton. eq. carbón, para los países de mínimo desarrollo (Birmania, Nigeria), hasta US\$ 2.000 y 7,65 ton. eq. carbón, para los países más adelantados (Norteamérica y Europa Occidental, excl. España). Sus índices individuales, en promedio, son de US\$ 1.200 y 3,5 ton. eq. carbón de renta y energía per cápita al año.

Para nuestro país estos valores alcanzan a US\$ 400 y 0,80 ton. eq. carbón, respectivamente. En la escala mundial se estima que la utilización actual de la energía representa aproximadamente:

Bajo la forma de calor:
 (33% para industria y 29% para usos domésticos) 62%

Bajo la forma de fuerza motriz:
 (16% usos domésticos, 3% transportes y 19% agricultura) 38%
 100%

Las fuentes de producción de energía se distribuyen en el mundo como sigue (año 1959):

Combustibles sólidos	68,5%
Combustibles líquidos	24,9%
Gas natural	4,2%
Hulla blanca	2,4%
	100%

De toda esta energía, sólo el 6,4% se transforma en energía eléctrica. Se asegura que en los países en vías de desarrollo, el lugar en que se encuentra la producción de "electricidad" en el cuadro energético global será cada vez mayor en el futuro, y es en este plan que las características de la *energía solar son muy altamente ventajosas* (informe del prof. Netschert y G. O. G. Löf).

El carbón (incluso turba y leña), el petróleo y el gas natural son los combustibles *no renovables* que hoy día se explotan y que, como hemos visto, producen el 93,4% de la energía consumida en el mundo en forma de calor y fuerza motriz.

Según los datos consignados en el trabajo del prof. M. S. Thacker, director general del Servicio de Investigaciones Científicas de la India, sobre las reservas mundiales cubiertas y probables de los combustibles fósiles, con los aumentos de los consumos de energía en los próximos decenios, dichos combustibles se agotarían en la primera mitad del siglo XXI, conclusión de gran importancia para las nuevas fuentes de energía, especialmente para la energía solar.

Cuando nuestro Centro Universitario inició en 1957 las investigaciones en el Norte de Chile sobre el aprovechamiento de la radiación solar, que en una superficie de más de 200.000 Km² dispensa una energía de 2.600 Kw-horas *por m² al año*, se había ya iniciado en laboratorios de E. U. y Europa el estudio y preparación de semiconductores monocristalinos de silicio para la conversión fotovoltaica de la energía solar. En aquel entonces el costo de producción de estas células solares era entre 500 y 1.000 veces superior al costo de la energía producida por las centrales tradicionales termo e hidroeléctricas; después de acuciosas investigaciones y pacientes estudios que han conducido a una nueva tecnología para abaratar la fabricación de estas células solares, hoy día se ha podido reducir 10 veces dicho costo, y se asegura que dentro de uno

o dos años más (en actual investigación) se llegará a fabricar fotodiodos que rebajarán el costo de la energía eléctrica que ellas convierten directamente del sol, a sólo 5 veces el costo de la energía producida por plantas termo e hidroeléctricas.

Otro aspecto de gran interés para Chile, de las aplicaciones de la energía solar, y que en esta conferencia ha sido el tema de más de 30 extensos trabajos y el objeto de numerosas intervenciones, fue el de la utilización de la radiación solar para la producción de agua caliente y calefacción de locales, para usos domésticos e industriales. Existen actualmente en el Japón más de 350.000 grupos de captadores solares para el calentamiento de agua en hogares y locales comerciales e industriales, los que representan una fuerte economía en comparación con otros artefactos (califones a combustible o termoelectrónicos) y cuyo costo de instalación se amortiza en menos de 2 años. Si esto sucede en el Japón, en que la intensidad solar es inferior a la nuestra (Japón TM : 120 K-cal/M²/año. Chile TM : 160 K-cal/M²/año), cuanto más ventajoso sería para Chile el impulsar el estudio y fabricación en gran escala de estos artefactos solares, que fuera de la gran economía que ellos representan, constituirían un gran alivio en el suministro de energía eléctrica de nuestras centrales (50 a 100.000 Kw o más), evitándose posiblemente futuros racionamientos.

De lo que antecede podemos concluir que es indispensable y de notoria conveniencia dar un gran impulso en Chile al estudio e investigaciones sobre el aprovechamiento de la energía solar y de nuestras fuentes geotérmicas, de las que disponemos profusamente, pero sólo en estado potencial, para elevar nuestro nivel de vida y afianzar la economía del país, sin que ello requiera cuantiosas inversiones. En efecto, tanto los países desarrollados como los organismos internacionales, están hoy día especialmente interesados en colaborar con su ayuda técnica y financiará para acelerar el ritmo de progreso de los países en desarrollo y en especial de los que cuentan con estos recursos naturales sin explotar, como lo corroboró con énfasis el señor David Owen, presidente-director de la Oficina de Asistencia Técnica de la onu, en su discurso pronunciado en la sesión de clausura de la conferencia, el 31 de agosto recién pasado.

Por último, digno es de mencionar que a fin de obtener algún resultado más provechoso para nuestro país durante la permanencia e intervención de nuestra delegación en esta conferencia, con la valiosa colaboración y ayuda de nuestro Embajador don Santiago Labarca, los chilenos que participamos en este torneo, convocamos a una reunión extraoficial, en la casa particular del señor Labarca, a 15 científicos y expertos en energía solar de varios países a fin de conocer su

opinión y discutir la posibilidad de que la próxima conferencia sobre estas nuevas fuentes de energía (solar-eólica y geotérmica) el año 1964 o 1965, se celebrara en Chile, en Antofagasta y Valparaíso. Después de un cambio de ideas y de considerar las ventajas que ello significaría para América Latina y en particular para Chile, que cuenta con el campo de experimentación más apropiado para el estudio y utilización de esta clase de energías, se acordó presentar en la sesión de clausura de la conferencia una moción que expresara el deseo de los representantes de Chile, Argentina y de la CEPAL, de que la segunda reunión internacional sobre esta importante materia se efectuara en nuestro país, pero en escala más reducida, en cuanto a la concurrencia de delegados, moción que fue leída por el Vicerrector de la U. T. Santa María, don Julio Hirschmann, en la última sesión general de la conferencia.

En el mes de abril próximo, la ONU, en el Consejo Consultivo correspondiente, se pronunciará sobre to-

dos los trabajos y debates de esta conferencia de Roma, y confiamos en que sus peroneos considerarán nuestra sugerencia en forma favorable.

Debemos expresar nuestros sinceros agradecimientos al señor Dorfman, argentino, que concurrió a la conferencia como delegado de la CEPAL, quien nos apoyó en todo momento para lograr este acuerdo, e igualmente, y en forma muy especial, a nuestro representante diplomático en Italia, señor Santiago Labarca, que gracias a su hospitalidad y a su inteligente y entusiasta colaboración ha hecho posible este contacto amistoso con algunos de los principales científicos de la conferencia de diversas naciones europeas, americanas y del medio oriente, que han podido así informarse de las excepcionales condiciones de la zona norte de nuestro país para el aprovechamiento de las tres fuentes de energía tantas veces referidas.

En un próximo artículo, los resultados obtenidos en este torneo respecto a la utilización de la energía endógena, de abundantes manifestaciones en la región cordillera de Antofagasta.

SOBRE LA ESTRUCTURA ANDINA

por el prof. CINNA LOMNITZ
Director del Instituto de Geofísica y Sismología

Chile continental es, en su totalidad, un país andino. Su límite oriental sigue la vertiente de los Andes continentales por más de 4 mil kilómetros. El relieve andino termina y desaparece en el océano en el Cabo de Hornos, pero emerge otra vez en las islas del Arco de Scotia, que incluye los archipiélagos de South Georgia, South Sandwich, South Orkneys y South Shetlands, así como la arista montañosa del Archipiélago Occidental Antártico (Tierra de O'Higgins).

Muchos problemas relacionados con la orogénesis y tectonismo del Pacífico pueden estudiarse en los Andes chilenos. Un ejemplo es la distribución en profundidad de los focos sísmicos, lo cual ha permitido a Benioff (1949) postular una superfalla que bucea bajo el continente en un ángulo inclinado. Otros problemas originados en las investigaciones andinas son demasiado recientes para encontrar su explicación en estudios comparativos de otras regiones. Un ejemplo es el descubrimiento de la expedición del Año Geofísico Internacional de la Carnegie Institution de Washington (1958), de que el Altiplano Boliviano está sostenido por una corteza de espesor normal, mientras que la región de Antofagasta y gran parte de la altiplanicie continental más baja está sostenida por una corteza de espesor doble al normal. La discusión sobre el levantamiento o sumersión de la costa chilena, que data desde Darwin (1838), envuelve un problema de la ma-

yor importancia, involucrando teorías sobre el origen de los terremotos y maremotos. Recientes descubrimientos acerca de la estructura tectónica del valle central de Chile (Lomnitz, 1959) o sobre la constitución geoquímica de los ríos que descienden de los Andes chilenos (De Grys, 1961) son potencialmente importantes para los estudios de geología comparada y de la estructura de la costa occidental sudamericana. Así, el campo de las investigaciones relativas a los Andes es extremadamente amplio; en Chile, ningún problema geológico o geofísico puede propiamente ser considerado extraño a él.

Las 4 provincias tectónicas de Chile

Los geógrafos acostumburan dividir el territorio en 5 regiones, de norte a sur, como sigue: 1 el Norte Grande, desde el límite peruano a los 27° de latitud sur aproximadamente; 2 el Norte Chico, entre los 27° y el río Aconcagua, cerca de los 33° sur; 3 Chile Central, entre los ríos Aconcagua y Bio Bio, 33° a 37° sur; Sur de Chile, desde el Bio Bio al Golfo de Reloncaví, 37° a 42° sur; 5 Patagonia, incluyendo toda la región austral desde el paralelo 42°. Gajardo y Lomnitz (1960) han demostrado que estas regiones fisiográficas corresponden, muy aproximadamente, a provincias tectónicas independientes, en el sentido de la tesis de Tsuboi (1958). Se han identificado 4 provincias sísmicas en