

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION
CIENTIFICA Y TECNOLOGICA (CONICYT)
Canadá 308, Casilla 297-V
Santiago, Chile.

SEMINARIO SOBRE LOS RECURSOS ENERGETICOS DE CHILE

Santiago de Chile, 16-19 Abril 1974

"UTILIZACION TECNOLOGICA DE ENERGIA SOLAR
EN CHILE"

Julio Hirschmann Recht

Director Centro de Investigaciones
de Energía Solar de la Universidad
Técnica Federico Santa María
Valparaíso



Santiago de Chile, 1974

Introducción:

Chile ha sido el primer país del mundo donde se ha utilizado industrialmente la energía solar en una instalación tecnológica, específicamente diseñada por el ingeniero Carlos Wilson en el norte del país ⁽¹⁾. Este precursor de la ingeniería solar construyó en Las Salinas, al interior del puerto de Antofagasta, su afamada planta de destilación solar de 4757 metros cuadrados, que producía aproximadamente 20.000 litros de agua desalimizada por día. En aquella región se encuentra uno de los máximos de radiación solar anual en el mundo ⁽²⁾ y no es de extrañar, que durante las últimas décadas, investigadores chilenos han tomado varias iniciativas para utilizar esta inagotable fuente de energía desde la zona central hasta el límite norte del país. A continuación se informa sobre los adelantos alcanzados en los diferentes campos de utilización de energía solar en Chile, dividiéndolas en dos grupos: aplicación de la radiación solar en forma de calor y aquella en que es usada mediante conversión directa sea en electricidad o sea en potencial químico.

Utilización tecnológica de la radiación solar:

En Chile la utilización del calor de la radiación solar mediante equipos tecnológicos ha progresado mucho durante las últimas décadas. Los equipos para uso del calor solar pueden dividirse en los de evaporación, de destilación y de calentamiento. Al grupo de evaporación pertenecen las pozas para producir sal de mesa a partir del agua de mar o concentrar soluciones salinas como también las instalaciones de secado solar mecanizado. A las instalaciones para desalinizar el agua corresponden los destiladores solares y las pozas solares. Los equipos de calefacción se dividen en calentadores de agua, cocinas solares y hornos solares. Entre el grupo de conversión directa se destacan la utilización de células fotoeléctricas y los cultivos intensivos bajo carpas en pleno desierto. A continuación se informará sobre las experiencias obtenidas en Chile en el mismo orden de la clasificación recién indicada.

Evaporación solar:

Como en varios otros países, también en Chile la producción de sal de mesa mediante evaporación solar en pozas a orillas del mar representa la utilización más antigua del calor solar. Es interesante notar que estas pozas no se encuentran en el norte caluroso del país, sino en la

zona central más templada. Esto se debe al hecho, que la naturaleza en los numerosos salares en tiempos remotos, ya ha formado abundantes cantidades de sal de mesa, yacimientos, que en parte han sido comercializados. A pesar de eso, actualmente se producen en el país anualmente 16.000 toneladas de sal marina por evaporación solar⁽³⁾.

Cerca de "Las Salinas", en Coya Sur, la Compañía Química y Minera de Chile tiene en servicio continuo diez pozas solares de evaporación cuya construcción ha sido iniciada en 1951. Cada una de estas pozas tiene una superficie de 44.000 metros cuadrados y en término medio a anual, las diez pozas en conjunto evaporan cada día 2000 metros cúbicos de agua para concentrar soluciones de sulfato de sodio, que finalmente es cristalizado en equipos especiales a vacío. De acuerdo con las mediciones realizadas, aproximadamente cincuenta por ciento de la radiación solar incidente es utilizada en el proceso de evaporación⁽⁴⁾. De esta manera, se ha conseguido ahorrar anualmente la considerable cantidad de petróleo de más de 50.000 toneladas.

Hace más de treinta años, que cerca de Valparaíso, la fábrica de cartón de Crestuzzo Hermanos y Cía., utiliza el calor solar para secar cartón a pesar de disponer de un equipo secador a base de combustión de --

petróleo por resultados más económicos, dejando este último solamente para épocas de mal tiempo. Después de salir de la prensa, la hoja de cartón pesa tres kilogramos, que después de haberse secado al sol, se reducen a un kilogramo, evaporándose, por lo tanto, por hoja dos kilogramos de humedad. Para este secado solar en invierno se necesitan 18 horas de sol, que en verano se reducen a sólo 6 horas. La economía en petróleo, es considerable y beneficia no sólo a la compañía sino también al país por el ahorro correspondiente de divisas.

Desalinación solar:

El Centro de Investigaciones de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María desde el año 1960 está realizando ensayos con diez diferentes tipos de -- destiladores solares para encontrar el diseño más económico. Entre ellos se encuentra también una reconstrucción fiel del destilador D-1 de Carlos Wilson, reemplazándose únicamente el material de la canaleta de recolección de destilado, que se ha hecho de aluminio en lugar de plomo. Hace cinco años a base de las experiencias recogidas, en el pueblo de Quillagua en pleno desierto se instalaron dos plantas experimentales de destilación solar⁽⁵⁾ para lo cual se eligieron los tipos D-3 de concreto y D-5 de cemento asbesto, ambos cubier -

tos de vidrio. Las experiencias han demostrado que el destilador de concreto no es apropiado para el lugar elegido por las condiciones geológicas, químicas y sísmicas del terreno. Actualmente, está ampliándose la planta del tipo D-5 a veinte y dos unidades con una extensión útil de ochenta metros cuadrados para hacer mediciones de rendimiento. Ensayos de laboratorio han dado para este destilador la producción específica de $p = \frac{R}{1532} - 0,274$ (dm^3/m^2 día) donde R representa la radiación solar en (kcal/m^2 día).

La investigación más antigua del mismo Centro - está relacionada a la desalinación solar indirecta, calentando el agua salina en las llamadas "pozas solares" y evaporándolas separadamente en equipos especiales y a continuación - condensando al vapor a agua pura, después de generar fuerza-motriz en una turbina a vapor. Después de muchos años de investigación se ha elaborado el proyecto de una planta experimental⁽⁶⁾ y la Sociedad Química y Minera de Chile está estudiando el financiamiento de tal planta para instalarla en el Salar de Atacama. Mientras tanto siguen los experimentos específicos en el laboratorio en Valparaíso para averiguar - hasta qué temperatura efectivamente se alcanza calentar el agua salina en una poza solar con difusión controlada de sal.

Calentadores solares de agua:

A partir de mediados de este siglo varias instituciones comenzaron a interesarse en forma independiente por el uso de calentadores solares de agua. En tres universidades se diseñaron equipos a base de las experiencias obtenidas en Australia e Israel. La compañía industrial "Somela" poco después inició la fabricación de tales equipos, que en su mayoría han sido instalados en Arica y otras ciudades del Norte Grande. Lamentablemente, la mencionada compañía después de pocos años abandonó la fabricación de estos equipos por dar preferencia a otros productos de mayor demanda. Recientemente se ha reiniciado la fabricación de calentadores solares de agua a consecuencias de un convenio entre el Centro de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María y el Servicio de Cooperación Técnica de Chile, que también se encarga de organizar al servicio de mantención para evitar fracasos. Los planos entregados por el mencionado Centro se basan en las experiencias prolongadas⁽⁷⁾ con diferentes equipos tanto en su laboratorio como en una casa particular en Valparaíso. Las mediciones de varios años en este último han demostrado que con el manejo apropiado se pueden ahorrar más de un 80% en el consumo de energía eléctrica para calentar agua con un calefón ordinario, lo que en el -

norte del país prácticamente debe llegar a los 100%. El problema del mayor uso radica en la fuerte inversión inicial necesaria lo que se tratará de resolver mediante facilidades económicas ofrecidas por las instituciones estatales de las -cuales depende la construcción de poblaciones por los orga -nismos correspondientes. Frente a la creciente escasez de -combustible en Chile esta iniciativa es de gran importancia.

Cocinas solares:

Simultáneamente con la fabricación de los primeros calentadores solares en Chile se realizaron ensayos con cocinas solares tanto importados como de propio diseño. Las primeras eran del tipo de concentración de la radiación so -lar mediante espejos parabólicos, sólido (Universidad del --Norte) ó plegable "Umbroiler" (Universidad de Chile, Antofa -gasta, y Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaí -so). Las de propio diseño eran del tipo "María Telkes" con aletas reflectoras de aluminio (Universidad de Chile, Antofa -gasta, y Universidad Santa María). En el Laboratorio de E -nergía Solar de esta última se realizaron ensayos comparati -vos⁽⁸⁾ entre dos cocinas de igual área e iguales aletas re - -flectoras pero, teniendo las dos planchas aislantes de vi - -drio, una vez colocadas en la base y la otra vez a la cabeza de los reflectores. Esta última, daba mejores resultados, -pero, es más costosa. Una competencia organizada por el ci-

tado laboratorio para la cual se usaron tanto esas dos cocinas de cajón como otra de reflector plegable (Umbroiler) -- causó mucho interés entre el público en general y numerosos comentarios de la prensa tanto en Chile como en países vecinos.

A pesar de esto, hasta ahora no ha sido posible vencer las costumbres y reemplazar las cocinas tradicionales de combustible por cocinas solares a excepción de un sólo caso cerca de Antofagasta. Es necesaria una educación especial de las poblaciones más favorecidas, que debería iniciarse en las escuelas primarias. La utilización generalizada de cocinas solares en el Norte de Chile significaría un fuerte ahorro de combustible de toda clase.

Hornos solares:

Desde 1966 el Centro de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, dispone de un horno solar donado gentilmente por la U.S. Navy Ordnance Test Station en California por iniciativa de Pierre Saint-Amand. Se trata de un horno con espejo parabólico de metro y medio de diámetro y enfoque automático electrónico sin reflector plano. Este horno está destinado en primer lugar a experimentos metalúrgicos y se han obtenido temperaturas superiores a los 2000 °C. Actualmente, éste es el ú

timo horno solar en servicio en Chile, pero durante algunos años estaban realizándose experimentos en el departamento de Física de la Universidad de Chile, Santiago, con un pequeño horno solar de eje horizontal, que se compone de un espejo parabólico de noventa centímetros de diámetro con reflector plano sobre helióstato óptico electrónico regulado automáticamente.

La Universidad del Norte actualmente está proyectando la instalación de un centro de investigación de hornos solares en Llíu-Llíu. Este proyecto se basa en las recomendaciones del conocido investigador francés Dr. Félix Trombe, quién ha visitado dos veces el norte de Chile y ha dejado constancia de sus recomendaciones en un detallado informe⁽⁹⁾.

Conversión de energía solar por efecto fotovoltaico:

La utilización de fotodíodos para convertir directamente la radiación solar en energía eléctrica ha sido una de las primeras iniciativas de investigadores chilenos para transformar la abundante energía solar del Norte Grande directamente en electricidad. A mediados del siglo, los profesores F. Desvignes y G. Frick realizaron los primeros ensayos con células fotoeléctricas y en 1965 Nelson Avila⁽¹⁰⁾ diseñó y confeccionó un convertidor con gran número de -

fotodíodos de silicio armado sobre un panel móvil ajustado al desplazamiento del sol mediante un helióstato termodinámico. Este Equipo funcionaba perfectamente bien, pero, lamentablemente fue completamente destruido durante un incendio. El Centro de Energía Solar de la Universidad Técnica-Federico Santa María ha adquirido una partida de células fotoeléctricas de silicio y otra de células de selenio para confeccionar equipos semejantes. Actualmente se realizan conversaciones entre el mencionado Centro y ENTEL para estudiar la posibilidad de utilizar estas unidades como fuente de energía eléctrica para pequeñas radiotransmisoras en el Norte Grande. Por otro lado se trata de interesar a las autoridades gubernamentales para instalar en Chile una fábrica de fotodíodos, que tendrían muchas posibilidades de utilización.

Fotosíntesis bajo carpas plásticas con ambiente controlado:

Bajo la dirección del profesor visitante de la Universidad de Berlín, Dr. Hans Jürgen Daunicht, en 1971 el Centro de Energía Solar inició en su Laboratorio de Horticultura investigaciones sobre cultivos intensivos bajo carpas plásticas de diseño especial para el Norte Grande. Mediante un circuito de evaporación y condensación de agua y entrega dosificada de gas anhídrido carbónico, se mantiene

dentro de estas carpas un ambiente controlado de óptimas - condiciones para el cultivo de hortalizas. Se hicieron primeramente ensayos termodinámicos en el laboratorio para encontrar la solución más económica para el circuito de evaporación y condensación, adaptando la forma de la carga a este circuito. A continuación se llevó un pequeño modelo al desierto de Atacama donde ha sido probado con óptimos resultados. A base de las experiencias recogidas y agregando la entrega dosificada de anhídrido carbónico en el mismo lugar ha sido construída una carpa de seis metros de largo para cultivo de tomates, que actualmente se encuentra en experimentación. Si se obtienen los resultados favorables esperados, se iniciará inmediatamente la construcción de un grupo de carpas plásticas con ambiente controlado para cultivo de diferentes hortalizas y frutas para abastecer los centros poblados de la zona, que actualmente tienen que traerlas -- desde lejos.

Conclusiones:

Este breve informe cuenta de las iniciativas - para utilizar industrialmente la energía solar en el Centro y Norte de Chile. Casi todas ellas se deben a las inquietudes de algunos hombres de ciencia de las universidades chilenas y varios han encontrado amplia resonancia en el país-

y en el extranjero. Pero esto no basta y para poder realmente utilizar esta fuente inagotable de energía, hay que iniciar cuanto antes la construcción de plantas industriales destinadas específicamente a ello, lo que únicamente será posible con ayuda financiera de las instituciones estatales correspondientes.

VALPARAISO, NOVIEMBRE de 1973.

R E F E R E N C I A S

- (1) Josiah Harding, Apparatus for solar distillation; Paper Nº 1933 of Proc. Inst. Civil Engr. Nº 37, 1883, page 284.
- (2) Julio Hirschmann R., Records on solar radiation in Chile; Solar Energy, Volume 14, Number 2, January 1973, page 129-138.
- (3) Patricio Castro, Las sales marinas; Revista "Ingenieros", Nº 62, pág. 52.
- (4) Henry Suhr, Energy balance calculations on the production of anhydrous sodium sulfate with solar energy and waste heat; Interoffice Memorandum Nº 1-65, Compañía Química y Minera de Chile, María Elena 1965.
- (5) Germán Frick and Julio Hirschmann, Theory and experience with solar stills in Chile; "Solar Energy", Volume 14, number 4, March 1973, pag. 405-413.
- (6) Julio R. Hirschmann, Salt flats as solar-heat collectors for industrial purposes; "Solar Energy", Volume 13, number 1, April 1970, pag. 83-97.
- (7) Julio Hirschmann R., Calentadores solares de agua potable en Chile; "Scientia" Nº 135, Valparaíso, Octubre - Diciembre 1967.
- (8) Héctor Corvalán P., Diseño, construcción y ensayos comparativos de dos cocinas solares con reflectores planos; Memoria de título profesional USM, Valparaíso, -- 1963.
- (9) Félix Trombe, Rapport sur les possibilités d'implantation et d'utilisation d'un four solaire au Chili ; Ministère de l' Education Nationale, France, 1967.
- (10) Nelson Avila R., Estudio de un helióstato termodinámica, su aplicación a la electrólisis del sulfato de cobre mediante un conjunto de fotodiodos; Memoria para optar al título de profesor del estado en matemáticas y físicas, Universidad de Chile, Antofagasta, 1966.

-----oOo-----