

ENERGIA SOLAR Y MINERIA

Por
Dr. Juan Zuleta Mondaca
Dr. Orlaya Alcayaga Mallea

El norte de Chile se caracteriza por poseer, además de la riqueza minera, un enorme potencial de energía solar. La actividad minera constituye el sector de mayor importancia en la Segunda y Tercera Región, con una incidencia aproximada de 55% y 49% sobre el PGBR, respectivamente. En la Primera Región, a pesar de la gran variedad de recursos mineros metálicos y no metálicos, la incidencia sobre el PGBR es aproximadamente de 1 por ciento.

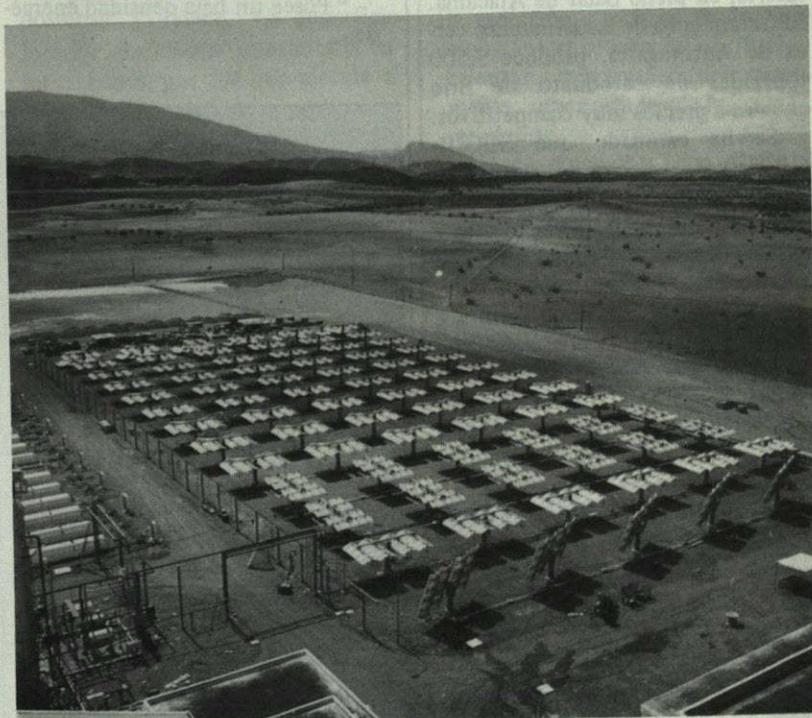
Chile, desde la Primera a la Cuarta Región, se caracteriza por recibir elevados niveles de radiación solar y de los más altos del mundo en algunas zonas de la Segunda Región. Como promedio es posible señalar que desde la Primera a la Cuarta Región se reciben, a lo menos, 190 (Kcal/cm² año) equivalente a 255 (W/m²).

Las singularidades helioenergéticas de las regiones establecen notorias diferencias entre la costa y el interior del desierto de Atacama, por lo tanto, el promedio indicado es una primera aproximación que se debe tener en cuenta.

En nuestro país, las primeras manifestaciones del uso industrial de la energía solar se remontan a la década de 1820-1830, con el auge del salitre en lo que hoy son la I y II regiones. El proceso de cristalización en bateas era usual en el sistema de obtención del salitre.

Este proceso era completado con el uso de la energía eólica para obtener agua desde pozos.

En las salinas, entre Antofagasta y Calama, funcionó a partir de 1872, y por espacio de 40 años, la



primera destiladora solar industrial del mundo. Producía 20.000 litros por día y dejó de funcionar con la instalación del acueducto del Ferrocarril Antofagasta a Bolivia.

La razón fundamental del uso de este tipo de energía se debió a la dificultad de obtener en forma expedita el combustible convencional de esos años, fundamentalmente leña y carbón. Con la llegada del petróleo como combustible multifacético, la energía solar y la eólica perdieron importancia.

La "crisis del petróleo" de 1973-1974 provocó un impacto generalizado en lo económico, social y político, fijando la atención en otros tipos de energías alternativas, fuera de la nuclear, que posibilitarían en los años posteriores la complementación de las energías tradicionales, de acuerdo a las posi-

bilidades tecnológicas, económicas y climatológicas de cada país o región del mundo.

Estados Unidos se ha trazado un ambicioso plan de alcanzar un 20% del consumo energético nacional desde fuentes no tradicionales (energía solar, de las olas, mareas, geotérmica, biomasa y otras) para la década del año 2000.

En la actualidad, importantes empresas e instituciones nacionales han llevado a cabo varias acciones sobre el uso de la energía solar en proyectos de interés nacional y regional. Al respecto, cabe mencionar a CODELCO, CORFO, ENTEL, SOQUIMICH y otras empresas privadas, junto a intensos estudios básicos y aplicados de las universidades.

CORFO realizó un proyecto sobre la evaluación del recurso energé-

tico solar en las zonas cercanas a Calama con el fin de mostrar, científicamente, el potencial solar, con miras a que dicho estudio sirva de base para la instalación de hornos y plantas solares de potencia eléctrica.

Por otro lado, la Sociedad Chilena del Litio (55% Foote Corporation y 45% CORFO) está obteniendo sales de litio por medio de pozas solares, en pleno Salar de Atacama. El tratamiento de las salmueras, cerca de Antofagasta, produce 5.500 toneladas de carbonato de litio anuales a precios muy competitivos.

Se ha estimado que SOQUIMICH, por el hecho de usar las 10 pozas solares de Coya-Sur hace una economía equivalente a unos 7 millones de dólares al año, pues allí se evaporan 723.000 metros cúbicos de agua al año, equivalente a disipar la energía de una central de 60 M.W.

Por su parte, CODELCO-División Salvador ha propiciado y efectuado con éxito tres importantes realizaciones, dos de obtención de agua caliente y una experimentación en secado solar de concentración de cobre. Presumiblemente, las dos primeras instalaciones permiten un ahorro anual del orden de US\$ 120.000, de acuerdo a las cantidades de agua caliente consideradas.

CARACTERISTICAS EN EL NORTE DE CHILE

Si se comparan los valores de radiación solar global registrado en la superficie terrestre con las correspondientes localidades del norte de Chile (Tabla I), pueden advertirse los siguientes aspectos:

— El energético. Se dispone de un valor comparativamente alto de energía.

— Razón baja de Energía Solar Global entre estaciones, lo cual significa que no hay grandes diferencias entre la energía solar de verano e invierno.

En el norte de Chile se tienen valores cercanos a 2, lo que significa que en verano se dispone del doble de energía solar que en invierno. Otras realidades, como París, Washington o Londres, presentan valores

entre 3,5 a 12 veces.

— Clima benigno y sin presencia de tempestades de lluvias o arenas (como ocurre en Arizona, Sahara y otras), que encarecen los sistemas solares.

No obstante la gratuidad de la energía solar, es preciso señalar que en cualquier proyecto de utilización deben atenderse las siguientes consideraciones:

* Posee un baja densidad energética.

* Necesita importantes superficies de terreno.

* Tiene elevados costos de instalación.

* Deben tenerse en cuenta las características helioenergéticas del lugar.

* Su uso es económicamente favorable en requerimientos energéticos complementarios.

* Contribuye a la reducción de la contaminación atmosférica.

TABLA I

RADIACION SOLAR GLOBAL REGISTRADA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

| País | Lugar | Bibl. | WATT/m ² | | |
|----------------|----------------|-------|---------------------|-------|--------|
| | | | Invierno | Anual | Verano |
| 1. Chile | Moctezuma | c | 230 | 339 | 449 |
| 2. Chile | Of. "Alemania" | e | 223 | 300 | 448 |
| 3. Chile | Est. Baquedano | e | 233 | 296 | 431 |
| 4. U.S.A. | El Paso | b | 159 | 267 | 359 |
| 5. S. Africa | Mesina | b | 176 | 246 | 304 |
| 6. Chile | Antofagasta | d | 152 | 232 | 315 |
| 7. U.S.A. | Pasadena | a | 146 | 220 | 275 |
| 8. Argentina | Buenos Aires | b | 101 | 207 | 348 |
| 9. Australia | Mt. Stronlo | b | 99 | 206 | 309 |
| 10. Suiza | Davos | a | 85 | 173 | 254 |
| 11. Chile | Valparaíso | b | 61 | 168 | 288 |
| 12. U.S.A. | Washington | a | 75 | 166 | 248 |
| 13. Chile | Santiago | b | 58 | 160 | 266 |
| 14. URSS | Tashkant | a | 28 | 136 | 262 |
| 15. URSS | Teodosia | a | 27 | 135 | 266 |
| 16. Francia | París | a | 31 | 132 | 237 |
| 17. Canadá | Toronto | a | 40 | 121 | 200 |
| 18. Suecia | Estocolmo | a | 11 | 104 | 278 |
| 19. G. Bretaña | Londres | a | 15 | 90 | 250 |

a) VASSY, E. "Le Rayonnement Solaire". ACTA ELECTRONICA Vol. 3 Nº 2, pp. 83-102. París, 1959.

b) HIRSCHMANN, J. "Estado actual de las Investigaciones para evaluar la Energía Solar en Chile". SCIENTIA Nº 117. Universidad F. Santa María. Valparaíso, Chile, 1962.

c) SMITHSONIAN INSTITUTION. "Annals of the Astrophysical Observatory". Vol. 7, Table 16 f. Washington DC, 1954.

d) ESPINOSA, C. "La ciudad de Antofagasta y su Energía Solar". Universidad del Norte. Antofagasta, Chile, 1971.

e) FRICK, G. y DESVIGNES, R. "Mesures Solarimetriques effectuées dans le Nord du Chili". ACTA ELECTRONICA Vol. 3, Nº 2, París.

ALTERNATIVAS DE UTILIZACION

En minería, el recurso de la energía solar puede utilizarse básicamente de dos maneras:

- Como energía calórica (calentamiento, concentración de soluciones, secado y otras aplicaciones).
- Como energía eléctrica (transformación foto y termoeléctrica de la energía solar).

Al respecto, es oportuno mencionar que durante los últimos años los procesos hidrometalúrgicos han comenzado a desempeñar un rol cada vez más importante en el procesamiento de minerales. Este desarrollo puede explicarse por los siguientes factores, la mayoría favorables al uso de la energía solar:

- La necesidad de controlar la contaminación ambiental.
- La búsqueda de nuevos métodos de fácil control y bajos costos de operación.
- Deseo, especialmente de pequeños productores mineros, de independizarse de las grandes fundiciones.
- El alza constante de precios en los combustibles.

Teniendo en consideración las características climatológicas, población y recursos potenciales naturales como la minería, se presenta a continuación un análisis muy simplificado de alternativas de utilización de la energía solar, grado de desarrollo, eficiencias y algunos costos.

Entre las numerosas alternativas, algunas de las cuales serán analizadas con mayor detalle para la minería en artículos posteriores, se mencionan algunas de las más representativas:

- Colectores planos fijos
- Colectores parabólicos con seguimiento
- Secadores o deshidratadores solares
- Climatización de viviendas
- Obtención de sales por cristalización, desde salmueras
- Radiación terrestre o nocturna
- Obtención de agua por destilación natural y artificial
- Invernaderos y fruticultura
- Hornos solares

- Celdas fotovoltaicas
- Otras aplicaciones.

COLECTORES PLANOS FIJOS

Generalmente consta de un marco de madera plástica o metálica y una superficie absorbente de la radiación solar, protegida por uno o dos vidrios, en la parte anterior y una capa de aislante en la parte posterior y lateral. La superficie interior absorbente transmite el calor a tubos por los que circula el líquido caloportador.

Este líquido, una vez calentado, se envía ya sea en forma natural o por medio de una bomba de circulación, o un acumulador, donde queda listo para su consumo. El colector tiene una eficiencia que va desde el 25 % al 60%, según las condiciones de utilización. Su tecnología es simple, pero requiere mucho cuidado si se desea una alta eficiencia.

Se puede construir hasta en forma artesanal y puede alcanzar temperaturas de 120°C si se usa superficie de captación especial (selectivo). Sus costos varían entre 50 a 150 dólares por metro cuadrado.

Su utilización debe tener en cuenta el costo de las energías tradicionales para calentar la misma can-

idad de agua, a la temperatura deseada y el tiempo de amortización de todo el sistema (incluyendo el termoacumulador).

COLECTORES PARABOLICOS

Los colectores parabólicos consisten en una superficie reflectante en forma de canal, de sección parabólica expuesta a la radiación solar directa. Concentra en forma lineal la radiación a lo largo de un eje en cuyo interior circula el fluido a calentar a una temperatura, normalmente, superior a las de los colectores planos.

Estos colectores, con el fin de aprovechar el máximo de horas de sol, tienen diversos sistemas de seguimiento solar, obteniéndose un 20% o algo más de energía que en un colector plano de igual área en posición fija.

La superficie reflectora puede ser de espejo o de aluminio o vidrio. El tubo receptor puede ir cubierto de un cilindro de vidrio protector para evitar las pérdidas por convección y radiación.

La eficiencia es del orden del 50% para una temperatura de 250°C. Significa que dado un valor de radiación solar incidente en el lugar, es posible usar en la operación de calentar hasta 250°C, la

