

POTENCIANDO EL ECOTURISMO: Suasi un albergue rural con energía solar en el Lago Titikaka

Dr. Manfred Horn (*)
Sra. Martha Giraldo (**)

Resumen

Se presenta la experiencia del albergue recientemente construido en la isla Suasi en el Lago Titikaka, dotado con equipamiento con tecnología solar; el primer hospedaje verdaderamente ecológico del Perú: no solamente se ha considerado y respetado las características del medio ambiente para el diseño y su construcción, sino prácticamente toda la demanda energética del albergue es suministrada por energía solar. La electricidad requerida para iluminación, TV, computación, refrigeración y otros, está cubierta por paneles fotovoltaicos. Para tener disponible agua caliente se han instalado termas solares y para la cocción de los alimentos se usa mayormente tres cocinas solares tipo concentradores parabólicos. El Perú es uno de los países de mayor potencial solar en nuestro continente, ventaja competitiva que debemos aprovecharla para impulsar el ecoturismo.

Summary

The experience of a rural lodging recently built in Suasi island, located in the middle of Lake Titikaka, Provided with solar technology equipment is presented. In this first ecological lodging in Peru, not only the environmental aspects have been considered for design and construction, but the whole energy demand of lighting, TV, computers, refrigeration, and others, is supplied by photovoltaic systems: in order to have hot water, solar thermal heaters have been installed in order to cook meals, three parabolic concentrator solar cookers are commonly used. Peru is one of the countries with the highest solar radiation in our continent, a competitive advantage that we should use to promote ecological tourism in our country.

Suasi, la isla del encanto en el lago Titikaka



La isla Suasi es un pequeño y singular exponente de la geografía lacustre, ubicada en la vertiente noreste, la de mayor belleza paisajista, del Lago Titikaka (a los Puneños les gusta escribir Titikaka en vez de Titicaca). Se encuentra a 1 km de la orilla, cerca de la comunidad Cambría y de la frontera con Bolivia, a 15 km de la ciudad de Moho y a 115 km del aeropuerto de Juliaca.

Suasi es un espacio privado, protegido para promover la defensa del ecosistema. Suasi significa 43 hectáreas de quietud donde en armonioso equilibrio conviven lo silvestre y lo cultivado, lo propio y lo adquirido, lo espontáneo y lo planificado. Suasi es un

espacio de vida armónica entre hombre y naturaleza, memoria y cambio, necesidad y satisfacción, usufructo y reserva, realización y utopía.

(*) Físico (Ph.D., 1971, UBC, Vancouver, Canadá). Decano de la Facultad de Ciencias e investigador del Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú; <http://fc.uni.edu.pe>; trabaja desde más de 20 años en investigación, desarrollo tecnológico, divulgación y capacitación en el uso técnico de la energía solar; mhorn@uni.edu.pe

(**) Sociólogo. Promotora del Proyecto de Preservación Ambiental y Cultural Isla Suasi: Gerente del Consorcio de Ecoturismo y Hotelería Suasi S.A.C., A.P. 795, Puno, Perú; Fax 51-54351417; Web: www.suasi.com; E-mail: albergue@suasi.com

N.E. A los puneños les gusta escribir Titikaka en vez de Titicaca. En el presente artículo respetaremos esta nomenclatura a solicitud de los autores.

La imponente naturaleza de alta montaña, la inmensidad de un profundo y transparente lago de azules aguas, la libertad y el silencio hacen que la visita se convierta en una experiencia irrepetible.



El Lago Titicaca es considerado en la historia y el mito del mundo andino como lugar de origen de la vida. Una de las singularidades de este lago de 8600 km² a una altura de 3800 m.s.n.m. que lo hace conocido mundialmente y objeto de interés, es que se trata del lago navegable más alto del mundo. La función termorreguladora de su espejo de agua, que capta la espléndida radiación solar, hace que el frío de casi cuatro mil metros de altura sea atemperado y florezca la vida en todas las formas. Gracias a este clima de alta montaña se inició aquí el maravilloso desarrollo de la cultura del a papa que hasta hoy nos sorprende, el proceso de domesticación de los auquénidos y el arte de pulir la piedra.

El albergue rural



El albergue releva las características del altiplano y del Lago Titicaca. La características únicas de la isla se reproducen en el albergue rural, integrado en el entorno, diseñado y construido para ofrecer una estadía que afiance y profundice los sentimientos de paz y sosiego que la naturaleza irradia. Los materiales usados son mayormente del mismo lugar. El albergue tiene capacidad para 30 personas, cada habitación tiene baño privado con agua caliente.

Energía limpia para Suasi

En el diseño y la construcción del albergue no solamente se ha considerado y respetado las características del medio ambiente, sino prácticamente toda la demanda energética del albergue está cubierta por la energía solar, único en el Perú y atracción especial para el turista con sensibilidad ecológica.

Demanda de energía eléctrica

Se estima que la demanda total de energía eléctrica del albergue (sin considerar el bombeo de agua), en caso de estar permanentemente ocupado por completo, sea de 9 kWh/día con una potencia total de 3,4 kW (ver Tabla 1). 3,3 kWh/día de esta energía corresponden a iluminación y 5,7 kWh/día a otros consumos, en especial a 2 televisores, 2 computadoras, una refrigeradora y una congeladora.

Para el cálculo de la demanda de energía eléctrica se ha considerado:

- Todo el personal del hotel así como sus huéspedes están conscientes de que se debe evitar al máximo cualquier uso innecesario de electricidad.
- El congelador y la refrigeradora, cada uno de 300 litros, son de alta eficiencia energética, con un consumo máximo de 800 Wh / día (para $T_{amb} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Todas las luminarias son fluorescentes ahorradores de energía, con balasto electrónico y con una eficiencia luminosa superior a 50 Lumen/Watt. En el exterior y en los pasadizos se ha previsto en el futuro la instalación de fluorescentes con sensores de movimiento para reducir el consumo eléctrico (las lámparas solamente se prenden por unos pocos minutos cada vez que transita una persona).
- Los tomacorrientes en las habitaciones son solamente para pequeñas cargas, como máquina de afeitar ó cargador de baterías para video-cameras. No se puede permitir el uso de secadores de cabello individuales o planchas (hay un único secador de cabello en el albergue para uso eventual).
- El nivel de radiación solar en la región del Lago Titikaka es particularmente alto y uniforme durante todo el año, apropiado para su uso en sistemas solares: El promedio anual de la irradiación solar sobre superficie horizontal es de 6,0 kWh/m²día, con un mínimo de 5,1 kWh/m²día (enero) y un máximo de 7,2 kWh/m²día (octubre) /1/. También hay que considerar que la baja temperatura ambiental (promedios mensuales: 6 -10°C) resulta en una alta eficiencia de los paneles fotovoltaicos.

El diseño de la instalación eléctrica consideró:

- una instalación mayormente de 220 VAC para poder usar instalaciones e equipos eléctricos comunes .
- una instalación de 24 V DC para luces de emergencia (en caso de fallas de los inversores) y para la refrigeradora y la congeladora (de "tipo solar", con una alimentación directa de 24 VDC); esto reduce también la potencia requerida del inversor.
- un banco de baterías a 24 V que brinde al sistema una autonomía mínima de 3 días.
- un grupo electrógeno de 5 kW, que sirva como "back-up" para cargar las baterías en caso necesario. Esto duraría 1-3 horas por día, y se realizaría en un horario apropiado, para afectar al mínimo a los huéspedes.

Usando el programa de computo PVS /2/ se ha realizado simulaciones para diferentes posibles configuraciones del sistema (variando el tamaño del panel fotovoltaico y del banco de baterías y la inclinación de los paneles). Como resultado, se instaló un sistema de 1500 W_p (20 paneles solares de 75 W, conectados a 24 V DC) y un banco de baterías de 2250 Ah a 24 V (30 baterías de 150 Ah, 12 V, de tipo "solar", conectados a 24 V).

Según la simulación, este sistema satisface una demanda diaria de 6 kWh con 96,5% de probabilidad y solamente entre enero y marzo se estima requerir un pequeño complemento de 3,5% del grupo electrógeno, en total 121 kWh durante los tres meses (menos de 1,4 kWh/día). Las baterías tendrán en promedio un estado de carga mayores del 80%, apropiado para una larga vida. En el caso que la carga sería realmente 9 kWh/día, tal como se proyectó para el albergue con ocupación permanentemente completa, 66,1% de esta carga provendría del sol, el resto tendría que ser temporalmente suministrado por el grupo electrógeno (1 - 3 horas de funcionamiento diario) y se debe instalar una ampliación del sistema fotovoltaico. Mayor información técnica se encuentra en /4/.

Sistema de bombeo fotovoltaico de agua

La demanda diaria de agua del hotel (habitaciones, baños, cocina, etc.) es estimada en 6 m^3 . Adicionalmente se requiere en la temporada seca (abril - octubre) diariamente $2 - 4 \text{ m}^3$ agua para los jardines. Para satisfacer esta demanda se puede usar el agua del lago, que es potable y de buena calidad. Sin embargo se requiere bombear el agua a la altura del hotel y de los jardines.

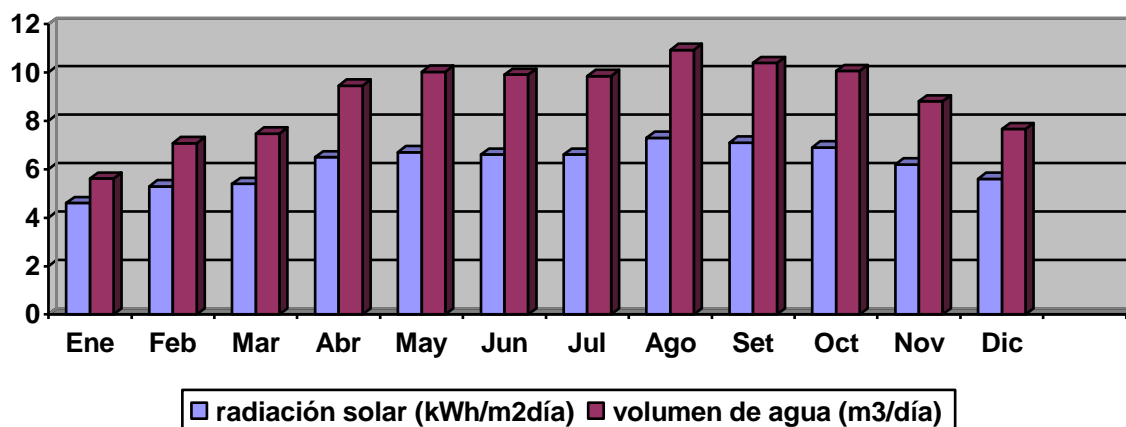
Para tal fin se ha construido en la playa, cerca a la orilla del lago, un pozo de $5,4 \text{ m}$ de profundidad (debajo del nivel del lago) y de $1,5 \text{ m}$ de diámetro, para que desde el lago se llene el pozo por filtración. En el pozo se ha colocado una bomba sumergible para bombear el agua a una cisterna de 24 m^3 en la cima atrás del hotel, a 54 m encima del lago y a una distancia de 198 m del pozo. Desde esta cisterna, donde el agua es también clorificado, el agua es llevado por gravedad al hotel y los jardines

Para satisfacer la demanda indicada de $6 \text{ m}^3/\text{día}$ para el hotel y adicionalmente $4 \text{ m}^3/\text{día}$ para los jardines durante los meses abril - octubre, se ha realizado simulaciones de bombeo para diferentes configuraciones de bomba y arreglos fotovoltaicos. La simulación usó el programa USPC /3/ y consideró una altura dinámica de bombeo de 60 m y los datos de radiación solar indicados anteriormente.

Para lograr una eficiencia máxima se eligió una bomba sumergible con motor trifásico, con inversor de frecuencia variable y seguimiento de punto de máxima potencia. La inclinación de los paneles solares se fijó de tal manera que se optimizó el sistema para los meses de mayor sequía, lo que resultó en una inclinación de los paneles de 20° hacia el norte. El sistema elegido satisface, según la simulación, la demanda, tal como se indica en el siguiente gráfico, en el cual se presenta los valores mensuales de la radiación solar en el plano del panel fotovoltaico y el caudal de agua por día.

El arreglo de los paneles fotovoltaicos consiste de 22 paneles de 50 W_p conectados en serie; y está ubicado a unos 60 m encima de la playa, donde hay un terreno apropiado, sin sombras durante todo el día y año. El arreglo de los paneles solares como el inversor están puesto a tierra.

Primeras medidas realizadas con el sistema recién instalado (agosto 1998) han dado flujos de agua, a pleno sol, de $25 - 30$ litros / minuto, en acuerdo con lo que se obtiene con la simulación.



Volumen de agua bombeada diariamente y su relación con la radiación solar (promedios mensuales en el plano de los paneles solares); simulación con programa USPC /3/

Sistema de termas solares para agua caliente

Considerando que el lavado de ropa no se realiza en el hotel sino en la comunidad campesina en la orilla frente a Suasi, la demanda de agua caliente se limita básicamente a los baños de las habitaciones y a la cocina. Se consideró 30 l de agua caliente por persona por día. Para 30 personas, la capacidad del hotel Suasi, se requirió por lo tanto termas solares con una capacidad total de 900 litros por día. Esto requiere un mínimo de 12 m² de colectores solares. Las termas solares deben ser apropiadas para un clima con temperaturas debajo de cero Celsius. Por lo tanto, no debe circular agua en los colectores solares sino un líquido que no se congela hasta -20 °C. Por lo tanto, se instaló 3 termas solares de 300 litros y 4 m² de colector cada una y con líquido anticongelante en el circuito de los colectores solares y con intercambiadores de calor.

Cocinas solares



Para la cocción de los alimentos se usa mayormente tres cocinas solares, modelo SK14 de EG-Solar (también hay fogones, usando leña). Estas cocinas son promovidas por la ONG EG-Solar de Alemania, y fabricadas en un taller en Lima (Sr. A. López, tel. 5315619). Las cocinas son de tipo concentrador parabólico con un diámetro de 1,3 m, con una estructura de hierro de construcción y láminas de aluminio de alta reflectancia. La distancia focal es corta, de 28 cm. Por ello se necesita poner el espejo parabólico en dirección al sol solamente cada 15 o 25 minutos, lo cual se realiza con simples manipulaciones.

La potencia de cada cocina es de aproximadamente 0,6 kWh. Esto permite, con una buena irradiación solar, hervir 3 litros de agua en aproximadamente 30 minutos.

Conclusión y perspectivas

A pesar de que el albergue Suasi recién fue inaugurado en Septiembre de 2000, la mayor parte fue construido en 1998, incluyendo toda la instalación solar. Durante estos últimos dos años toda el equipamiento solar funcionó a plena satisfacción y según lo previsto en su diseño original. El albergue ha recibido regularmente huéspedes para los cuáles el equipamiento solar fue la gran atracción, tal como lo han expresado con sus comentarios en el libro de huéspedes. Con otras palabras, la inversión en el equipamiento solar no solamente permite satisfacer las necesidades energéticas del albergue, sino atrae a los huéspedes.

Estamos seguros que esta experiencia de un albergue ecológico “solar” es un paso importante en la dirección para promocionar el turismo ecológico en el Perú y a la vez promover la utilización de esta tecnología en más albergues hoteles similares en otras partes del Perú; ya que en la actualidad y en los próximos años el aspecto ecológico le dará un valor agregado al incremento del turismo en el país. No hay que olvidar que el Perú es uno de los países de mayor potencial solar en Sud América, ventaja competitiva que debemos aprovechar.

Bibliografía

- /1/ M. Horn, "Evaluación de la radiación solar para una electrificación solar de las islas Amantaní y Taquile, Puno", CER-UNI, Lima, 1994
- /2/ PVS; Programa de dimensionamiento de instalaciones fotovoltaicas, de Fraunhofer Gesellschaft, Freiburg, Alemania (1997)
- /3/ S³; USPC System Sizing Software, de AeroVironment Inc, USA (1998)
- /4/ M. Horn, "Energía solar para el Hotel Suasi", VII Simposio Peruano de Energía Solar, Piura, 1998

Tabla N° 1
Estimación de la demanda diaria de energía eléctrica (sin bombeo de agua)

Cargas	Nr. de equipos	Potencia W	Pot. total W	Tiempo horas/día	Energía Wh	Energía Wh	Energía Wh
Iluminación:	150		1230				3324
Hab triple (6 hab.)	48		360			513	
Mesa de noche	3	7	21	1.0	21		
Techo	1	9	9	3.0	27		
Mesa-escritorio	1	9	9	3.0	27		
Baño – espejo	2	7	14	0.5	7		
Baño –techo	1	7	7	0.5	3.5		
Hab doble (6 hab.)	42		318			471	
Mesa de noche	2	7	14	1.0	14		
Techo	1	9	9	3.0	27		
Mesa-escritorio	1	9	9	3.0	27		
Baño - espejo	2	7	14	0.5	7		
Baño -techo	1	7	7	0.5	3.5		
Areas comunes:	60		552			2340	
Sala de estar	4	9	36	3.0	108		
Comedor	16	9	144	3.0	432		
Sala	6	9	54	3.0	162		
Cocina	4	20	80	6.0	480		
Pasadizos 1	12	7	84	4.0	336		
Pasadizos 2	4	7	28	12.0	336		
Recepción	4	9	36	6.0	216		
Exteriores	10	9	90	3.0	270		
Tomacorrientes:	39		2160				5760
Hab. triple (6):	12		480			360	
Varios	1	40	40	1.0	40		
Varios baño	1	40	40	0.5	20		
Hab. Doble (6):	12		480			360	
Varios	1	40	40	1.0	40		
Varios baño	1	40	40	0.5	20		
Areas comunes:	15		1200			5040	
TV (21")	2	90	180	6.0	1080		
Comedor	4	40	160	1.5	240		
Recepción (Fax, etc.)	1	40	40	12.0	480		
Computadora PC	1	100	100	8.0	800		
Laptop	1	40	40	8.0	320		
Sala	2	40	80	1.5	120		
Refrigerador	1	200	200	4.0	800		
Freezer	1	200	200	4.0	800		
Cocina varios	2	100	200	2.0	400		
TOTAL			3390				9084