INDICE

ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR A.C.

Sección Mexicana de International Solar Energy Society

Consejo XIII - Número 56 - Diciembre 2005

La Revista Solar

Energía del viento y sus posibilidades en México

Costos de un regaderazo en México

Sobre iniciativa de Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

TECNOLOGÍA solar

ANES

La Revista Solar

www.anes.org

ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR, A.C.

ANES www.anes.org LA REVISTA SOLAR No. 56

CONTENIDO

EDITORIAL 2

LA **INNOVACIÓN** TECNOLÓGICA 4

La energía del viento y sus posibilidades en México
Enrique Caldera Muñoz

LA **REFLEXIÓN** SOLAR 10

Comparación de costos unitarios de un regaderazo en México
Odón de Buen Rodríguez

LAS **NOVEDADES** LEGISLATIVAS 12

Sobre la Iniciativa de Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos
Odón de Buen Rodríguez

LA **TECNOLOGÍA** SOLAR 15

Módulo Solar SA de CV
Sistemas de agua caliente solar para servicios de hoteles

EDITORIAL

Instalaciones solares en la Ciudad de México

Luego de décadas de investigación sobre el aprovechamiento de la radiación solar como fuente de calor en México, la mayoría de las iniciativas de producción y/o comerciales no han logrado sostenerse en el tiempo. Analizando este fenómeno se pueden detectar, entre otros factores, desinterés de los distintos gobiernos y falta de equipamiento nacional o importado capaz de dar respuestas satisfactorias a las exigencias técnico-económicas de los actores que potencialmente conformarían el mercado: usuario, instalador, proyectista, vendedor y fabricante. Obviamente, con excepción de algunas obras, los antecedentes locales de instalaciones solares térmicas han tenido dificultad para alcanzar las expectativas planteadas por los interesados en utilizar este recurso.

Los equipos importados de Israel, Canadá, recientemente de China, etc., si bien pueden resultar comercialmente beneficiosos para los vendedores por su eficiencia, confiabilidad e imagen y convenientes para instaladores por su facilidad de montaje, resultan desproporcionadamente onerosos para un importante rubro de los clientes: el sector residencial, en específico la vivienda de interés social, e imposibles a la hora del recambio de alguno de sus elementos. En el momento actual, los equipos nacionales, amenazados por los productos chinos, son económicamente más accesiblesaunque no todos logran buena eficiencia, suficiente rigidez, simplicidad de montaje, funcionamiento seguro y calidad de terminaciones, pues resulta que la mayoría de los productos comercializados no tienen especificadas dichas características. Técnicamente, frente a problemas de aguas duras, congelamiento y granizo, las prestaciones de los equipos locales pueden ser aceptables, aunque la inclusión de algunas mejoras técnicas, como el uso de superficies de absorción mejorada o selectiva de bajo costo, puede elevar su eficiencia en épocas de baja temperatura, reduciendo costos finales y tiempos de amortización.

Con respecto al diseño, la particularidad de que aún hoy los fabricantes locales sigan llamando al equipamiento solar térmico como colectores + tanques, indica que estos elementos continúan inconsciente y conceptualmente divorciados de la arquitectura, sustento de toda aplicación solar residencial o comercial. No por nada esto es así. El vacío industrial y el derroche de recursos energéticos convencionales favorecido por subsidios durante años en México,

EDITORIAL

Un tema pendiente en México

impidió la formación de profesionales con nuevas propuestas para el uso e integración de la tecnología solar en la construcción, manteniéndose la visión setentista del aprovechamiento del sol, a través de elementos sueltos unidos desordenadamente por tuberías.

Para impulsar un mercado, el desafío de hoy no debería pasar solamente por obtener agua o aire caliente con energía solar, sino lograr instalaciones con funcionamiento seguro, técnica y visualmente integradas a la construcción, y a costos accesibles, con tecnología de calidad. Aunque la energía solar térmica no se presente todavía ante la masa poblacional como alternativa para mitigar la crisis energética local, el mercado solar térmico está comenzando su desarrollo en forma sostenible. En este contexto, la investigación, la educación en energías renovables, la formación técnica en el proyecto e instalación de sistemas de energías alternativas, la exploración de créditos accesibles y demás facilidades para favorecer la actividad pueden ser parte de una estrategia mayor para enfrentar los altos costos del gas y dar respuesta a las necesidades del país y la región. ¿Estarán todas las piezas? ¿Podremos armar el rompecabezas? La Ciudad de México tomó la batuta al publicar la norma de uso obligatorio de calentadores solares, en principio con un porcentaje modesto y a un subsector de los edificios; sin embargo lamentablemente ésta no es la solución integral que se requiere en el país; como se ha dicho en varios foros, el problema no es tecnológico, ¿será sólo financiero, de calidad de los productos en el mercado, de los actores relacionados con el uso masivo de los calentadores solares, jurídico?

En la actual situación energética, con serios interrogantes sobre los recursos disponibles a futuro, la energía solar térmica puede proporcionar un invaluable aporte y mejor calidad de vida de la población, con beneficios energéticos, económicos y ambientales. ●

David MORILLÓN Gálvez
Presidente de la ANES

LA **INNOVACIÓN** TECNOLÓGICA

La energía del viento y sus posibilidades en México

Enrique Caldera Muñoz

Introducción

La generación de electricidad en gran escala con energía eólica, es la tecnología de energías renovables que tiene la mayor tasa de crecimiento anual, del orden del 30%, sobrepasando cualquier otra tecnología de generación eléctrica. Para finales del 2005, prácticamente se habían alcanzado en el mundo los 60,000 MW instalados, sobresaliendo España que había acumulado 10,000 MW. Europa espera alcanzar 75,000 MW para el año 2010 y 180,000 MW para el 2020.

A partir de la crisis petrolera de 1973, por el embargo petrolero de la OPEP a Occidente y Japón, renació el interés por las energías renovables, incluso denominadas, por más de uno, energías nacionales, como un elemento básico de autosuficiencia y seguridad energética, surgiendo de inmediato tres preguntas:

1ª. ¿Para qué sirven?
2ª. ¿Cuánto cuestan?
3ª. ¿Para cuánto alcanzan?

¿Para qué sirven?

Tratándose de la energía eólica, en los Estados Unidos, la Agencia de Investigación y Desarrollo en Energía (ERDA, por sus siglas en inglés), que posteriormente se transformaría en el Departamento de Energía, contrató dos estudios: el primero fue la realización del Atlas Eólico preliminar de los Estados Unidos, basado en sus acervos meteorológicos de más de mil estaciones con mediciones de velocidad del viento; el otro fue el denominado Estudio de Misión, en el cual se identificaron aplicaciones y mercados, encontrándose que la aplicación más importante sería la generación eléctrica a gran escala.

A finales de la década de 1970, los gobiernos de Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Alemania, Francia e Italia, patrocinaron la investigación y desarrollo de aerogeneradores para interconectarse a las redes eléctricas. En 1978, en Estados Unidos se promulgó la Public Utility Regulatory Policie Act (PURPA), donde se hizo obligatorio para las empresas de electricidad adquirir, a un precio garantizado (el denominado costo evitado), más una prima específica por tecnología de conversión, la electricidad generada por productores independientes utilizando fuentes de energía renovable o excedentes por cogeneración, identificada como la tecnología de eficiencia energética más significativa.

En 1980 empezaron en California los primeros desarrollos de las entonces llamadas granjas eólicas, que por ley no podían sobrepasar los 70 MW. California fue el gran campo de pruebas de los aerogeneradores de Dinamarca, cuya potencia en la primera generación fue de 40 y 50 kW; la siguiente fue de 75 kW, luego de 100 kW, después de 150 kW, y así hasta llegar ahora, 25 años después, a máquinas experimentales de 5 MW e instalación de máquinas de 3.2 MW en el mar.

¿Cuánto cuesta?

La primera pregunta, ¿para que sirve?, se respondió de inmediato. Para responder la segunda ¿cuánto cuesta?, se tuvo que pasar por el proceso de su desarrollo tecnológico, industrialización y comercialización masiva, para poder afirmar ahora lo que ya se había previsto desde hace muchos años: que constituye la forma más económica de generar electricidad a gran escala, con un costo nivelado a lo largo de la vida útil de una central, en el rango de 3 a 5 centavos de dólar por kWh generado. Es decir, precio fijo durante los 25 a 30 años de vida de la central eólica.

Cuando el petróleo costaba 10 dólares el barril y el gas natural 2 dólares el millón de BTUs, un ciclo combinado a gas natural generaba un kWh a 3 centavos de dólar, pero eso ya es historia.

¿Para cuánto alcanza?

La pregunta que siempre ha flotado en el ambiente es: ¿para cuanto alcanza? Por razones políticas y económicas se ha venido escamoteando presentar abiertamente cuál es el verdadero potencial de las energías renovables en general y la eólica en particular. Los intereses ligados al petróleo, el carbón, el gas natural y la energía nuclear, se han encargado de ese encubrimiento, pero las discusiones y las preocupaciones sobre el cambio climático, están empezando a develar esas magnitudes. Veamos el caso de México.

El potencial eólico nacional

Para hablar convenientemente del potencial de un determinado energético primario, tenemos que hacerlo con los mismos términos que utilizan los planificadores energéticos, es decir, en términos de reservas probadas y reservas posibles. Sin embargo, en el caso de la energía eólica, tenemos cuatro categorías:

- Potencial bruto de superficie.
- Potencial disponible.
- Potencial aprovechable.
- Potencial técnico.

La metodología para determinar esos potenciales está determinada por el tipo de tecnología para realizar la conversión energética de energía cinética del viento a energía eléctrica. El primer elemento determinante de tal tecnología es la potencia nominal, y por tanto las dimensiones del rotor y la altura sobre el suelo del eje de rotación.

Considerando que al atravesar el viento el rotor de un aerogenerador y cederle alrededor del 40% de su energía cinética (el máximo teórico es 63%), aumenta su turbulencia y se expande, se requiere que recorra una cierta distancia para recuperar su velocidad y uniformar su flujo, antes de atravesar el rotor de otro aerogenerador en su misma trayectoria. Esta separación entre aerogeneradores, denominada espaciamiento, generalmente va de 8 a 12 diámetros de los rotores, para minimizar los efectos de la turbulencia inducida al pasar a través de cada rotor.

Una central eólica, también llamada eoloeléctrica, se compone de un conjunto de aerogeneradores cuya distribución en un área ventosa se determina por la topografía del sitio, que influye en la distribución de las velocidades del viento sobre ella, así como por los rumbos dominantes y energéticos del viento en la misma, de tal suerte que

se obtenga la colocación que maximice la energía del viento capturada. Esta colocación de aerogeneradores se llama «distribución topológica».

Un área de explotación eólica puede presentar vientos energéticos con el mismo rumbo durante todo el año, o vientos de primavera-verano con un rumbo y de otoño-invierno con otro, o incluso vientos energéticos que pueden provenir de cualquier rumbo. Esta característica eólica del sitio en cuestión, determina la forma de los arreglos de los aerogeneradores. Un rumbo energético dominante anual determina apretadas filas de aerogeneradores en líneas perpendiculares al viento dominante. Donde no existe un rumbo dominante, los aerogeneradores se colocan en los vértices de triángulos equiláteros, con lados iguales a 10 o 12 diámetros, formando una «malla» en el área de explotación. Esta distribución se nombra «tresbolillo» y se caracteriza como isótropa.

Estas dos configuraciones topológicas básicas extremas determinan para un aerogenerador de referencia, dada su potencia nominal en MW, un índice en MW/km^2, el cual multiplicado por la superficie en km^2 del área de explotación, permite obtener la capacidad eólica instalable en MW en dicha área.

Las áreas donde es posible colocar aerogeneradores de potencia interconectados al sistema eléctrico, son de tres tipos:

- El mar, en zonas costeras poco profundas.
- Terrenos planos en llanuras.
- Terrenos complejos o accidentados.

Las primeras corresponden a centrales eólicas marinas, las segundas a conjuntos de aerogeneradores que cohabitan con la agricultura, y las terceras aprovechan los efectos topográficos para concentrar y acelerar el viento permitiendo una explotación más productiva.

¿Cuál es el potencial eoloeléctrico de México?

Dadas la orografía y topografía del país, donde predominan los terrenos complejos, por razones de logística de montaje, operación y mantenimiento, son recomendables aerogeneradores de potencia no superior a 1 MW. Un aerogenerador comercial de 850 kW, para lugares con vientos no muy fuertes, tiene una torre de 44 a 71 m de altura y un rotor de 58 m de diámetro, con un área barrida de captura de energía del viento de 2,642 m^2. Una separación de 10 diámetros entre ellos significa una distancia de 580 m entre cada uno. En una configuración de «tresbolillo», con la mencionada separación entre aerogeneradores (10 diámetros), el «área territorial» que corresponde a cada uno de ellos es de 25.23 has; en un km^2 cabrían 3.96 aerogeneradores de 850 kW, lo que significa una densidad de potencia instalada de 3.369 MW/km^2. Utilicemo esto como ejemplo. ¡Hagamos un pequeño experimento de pensamiento!

Asumamos que el territorio nacional es una enorme llanura como Dinamarca de dos millones de km^2, cabrían entonces:

2,000,000 x 3.369 = 6, 738,000 MW (Teórica)

Asumiendo que por razones orográficas y topográficas el 50% fuese inaccesible para su explotación eólica, tenemos entonces:

3,369,000 MW (potencial bruto de superficie)

Pero considerando que por otros usos del suelo y áreas protegidas, esta superficie explotable se reduce a la mitad, tenemos así:

1,684,500 MW (potencial disponible)

Pero no únicamente requerimos áreas con energía eólica disponible, necesitamos también

que sean accesibles, es decir, que no estén demasiado lejos de carreteras y líneas eléctricas, para poder integrar esa energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional. Asumamos pues que sólo el 50% de esa área es aprovechable, es decir:

842,250 MW (potencial eólico aprovechable)

Este potencial es del mismo orden de magnitud que el total de la capacidad instalada de generación eléctrica de los Estados Unidos en la actualidad.

El punto a determinar es el potencial técnico, es decir, lo que el sistema eléctrico puede asimilar como generación eólica interconectada. Imaginemos que en el año 2030 México tiene 125 millones de habitantes y el consumo eléctrico per cápita es de 4,500 kWh/hab-año, equivalente al actual consumo en Corea del Sur, o el que tenía Irak antes de la llamada Guerra del Golfo, en que Estados Unidos destruyera su infraestructura.

El consumo será por tanto 4,500 x 125,000,000 = 562,500 GWh, lo que implica una capacidad instalada de 160,530 MW. Si de ese total el 25% fuese eólica, en números redondos serían 40,000 MW, lo que significa que el potencial aprovechable es 21 veces mayor que el asimilable al 2030. Así, 40,000 MW eoloeléctricos interconectados al Sistema Eléctrico Nacional, significa aprovechar sólo 11,872.96 km^2 de área de reserva territorial eólica, que no interfiere con actividades agrícolas y pecuarias, correspondiente al 0.6 % del territorio nacional.

Este ejercicio es una aproximación muy gruesa al potencial eólico de México, pero ilustra la gran magnitud de ese recurso. ¿Parecen sueños guajiros?

En España, a finales del 2005 la Universidad de Comillas, en Madrid, publicó el estudio de potencial de generación eléctrica para todas las fuentes renovables, estableciendo sus potenciales aprovechables, lo que denominó techos de generación, encontrando para la eólica terrestre un potencial aprovechable de 915,000 MW y de 164,760 MW para la eólica marina, produciendo en conjunto 2,619 TWh, cuando se espera una demanda total de 280 TWh con un consumo per cápita de 7,300 kWh/hab-año para el año 2050. Esto significa que tan sólo la eólica podría producir 9.35 veces la energía eléctrica requerida. Considerando el conjunto de las energías renovables, éstas serían capaces de generar 56.42 veces la demanda eléctrica del 2050 en España. Este estudio se realizó discriminando a través de Sistemas de Información Geográfica todas las áreas no aprovechables por los diversos criterios mencionados, evaluando los terrenos idóneos con una base de datos meteorológicos, que reconocen es insuficiente. Análisis como éste demuestran con creces que las energías renovables son suficientes para satisfacer TODAS las necesidades eléctricas de un país, sin las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles fósiles, ni el problema de contaminación radiactiva y disposición final de los residuos radioactivos de las centrales nucleares y las instalaciones de refinación y reproceso del combustible nuclear. Por no hablar de sus implicaciones militares y terroristas, es decir, geopolíticas y de seguridad internacional.

Veamos otro ejemplo. En Estados Unidos, el MIT, General Electric y el Departamento de Energía, publicaron conjuntamente en septiembre del 2005, un documento titulado «A framework for Offshore Wind Energy Development in the United States», donde señalan que el potencial explotable mar adentro en sus aguas continentales y de sus islas es de 900,000 MW, cifra mayor que su actual capacidad instalada total de generación eléctrica.

La descalificación a la energía eólica

Las razones para minimizar la importancia de la energía eólica en la generación eléctrica a gran escala, son dos malentendidos sobre ella, a saber:

1°. Que se requieren sitios con vientos fuertes y uniformes.

2°. Que por su variabilidad e intermitencia, no aportan energía firme y no son despachables.

Cualquiera que haya visitado instalaciones eólicas en Dinamarca y Alemania, se sorprende de ver los aerogeneradores funcionando, cuando a nivel del suelo apenas se siente una suave brisa. Esto se debe a que a 60 m de altura la velocidad del viento es mayor que la que se percibe a nivel del suelo, y que en última instancia, la «ventana» de vientos aprovechables va de 5 a 15 m/s, y mientras ese rango de velocidades se presenten a la altura del rotor, el aerogenerador estará produciendo electricidad.

Este gran malentendido hace suponer que únicamente sitios como La Ventosa, en Oaxaca, son idóneos para la explotación eólica. Lo son para una empresa extranjera que pretende vender electricidad a CFE, en un sitio con alto factor de planta y por tanto alta rentabilidad sobre la inversión, pero ése no es el criterio técnico principal para incluir centrales eólicas en un sistema eléctrico.

El mito de la intermitencia

El viento es intermitente y variable cuando lo experimentamos desde un solo sitio de observación. Tan intermitente y variable como lo es la demanda eléctrica de cada usuario del servicio. El consumo eléctrico de cada usuario es aleatorio; el consumo agregado de los usuarios en una red eléctrica determina estadísticamente la denominada «curva de demanda diaria», que varía según el día de la semana y evoluciona también por las estaciones del año (días más cortos o largos, más calor o frío, días feriados o vacaciones, etc.). El consumo de energía es variable, lo mismo que la oferta eólica.

Un aerogenerador solitario experimenta la micro y la macro turbulencia del viento, generando electricidad de forma variable e intermitente. En un conjunto de aerogeneradores interconectados en un punto de la red eléctrica, se compensan mu-

Respecto de la energía eólica, podemos concluir que:

1°. ¿Para qué sirve? Su principal aplicación es la generación eléctrica a gran escala, pudiendo constituir del orden del 25% de la capacidad instalada total de generación eléctrica de un país.

2°. ¿Cuánto cuesta? Que dada la declinación en la explotación de combustibles fósiles, su volatilidad de precios y preocupaciones por el cambio climático que pueden implicar impuestos ecológicos y precios crecientes, la energía eólica se ubica como la fuente primaria más económica para generación eléctrica a gran escala, en un rango fijo de costos de entre 3 y 5 centavos de dólar por kWh.

3°. ¿Para cuánto alcanza? Los recursos disponibles de este energético están muy por encima de las necesidades potenciales de generación eléctrica al 2050, cuando la población de México se estabilice en el orden de 150 millones de habitantes, la energía eólica puede soportar 50,000 MW, apenas rascándole al recurso aprovechable.

tuamente las variaciones de micro turbulencia, aportando energía con fluctuaciones horarias correspondientes a la macro turbulencia. Muchos conjuntos de aerogeneradores interconectados al sistema en una región geográfica, aportan energía filtrando incluso las variaciones por macro turbulencia, según un patrón de oferta eléctrica que corresponde al promedio horario estadístico del viento en la región. Este patrón es conocido y existen metodologías para el pronóstico a 24 horas, como el usado actualmente por el operador de la Red Eléctrica de España.

Un aerogenerador solitario necesita de un sistema de almacenamiento de energía para satisfacer la demanda, que es también intermitente y variable, y seguramente se comporta diferente a la oferta eólica. Pero las centrales eólicas distribuidas en un territorio e interconectadas a la misma red eléctrica, aportan energía de acuerdo con un patrón de oferta previsible, correspondiente al patrón de vientos regional. Por esta razón, la aportación de energía eléctrica a la red por fuentes renovables denominadas «intermitentes», sólo tiene sentido cuando se integran masivamente, dejando de ser intermitentes para convertirse en previsibles. En el sistema eléctrico del futuro, tendremos así dos tipos de centrales generadoras: las programables y las previsibles. En última instancia, lo importante para determinar el grado de «penetración» de los aerogeneradores en una red eléctrica, es la compatibilidad entre el patrón de oferta eólica y la curva de demanda en ella. Se considera actualmente que una media de penetración sin comprometer la estabilidad y el despacho es en el rango de 20 a 25%.

A las empresas eléctricas no les acaba de caer el veinte aún, de que las energías renovables se integran a la red básicamente como generación distribuida, es decir, pequeñas centrales «embebidas» en las áreas de consumo. Entre más distribuida esté la generación eólica, el efecto de compensación y filtraje es mayor. La generación distribuida implica necesariamente que los consumidores actuales sean potenciales micro productores externos a las empresas eléctricas. Todo esto significa una verdadera revolución interna que las empresas eléctricas se niegan a asumir. Estas empresas tradicionalmente han sido muy conservadoras. La innovación y el diablo las asustan por igual. Por eso se empeñan en más ciclos combinados y ante el cambio climático empiezan a proponer más energía nuclear porque no emite CO_2.

Conclusión

Queda por tanto aclarar que las dificultades para su desarrollo no son de índole técnica o económica, sino estructurales de los sistemas eléctricos y de carácter legal y regulatorio.

De los 60,000 MW eólicos a finales del 2005 en el mundo, el 90% estaba en 10 países, encabezados por Alemania y España, y en ella, de los 10,000 MW instalados, sólo 5 de las 14 Comunidades Autónomas concentraban el 85%, en razón de que las autoridades provinciales y municipales han tomado cartas en el asunto para promover, regular y organizar las explotaciones eólicas en sus territorios, lo que a fin de cuentas demuestra que en esencia es un asunto de voluntad política.

¿En México tendremos la conciencia, la visión y la voluntad política para finalmente aprovechar ese inmenso potencial, no sólo de generación eléctrica, sino también de desarrollo industrial y tecnológico, creación de empleos y mitigación de gases de efecto invernadero? ●

LA **REFLEXIÓN** SOLAR

Comparación de costos unitarios de un regaderazo en México

Odón de Buen Rodríguez

Una medida que permite una comparación entre alternativas para calentar agua para una ducha es el costo unitario por baño de regadera. Este costo unitario es equivalente a lo que en sistemas eléctricos es el costo por kWh y se establece a partir de dos componentes de costo: el costo de la energía y el costo del equipo.

Aquí presentamos un cálculo de este costo unitario para tres alternativas de calor: calentadores con gas LP, gas natural y calentador solar.

El costo de la energía

Para establecer el costo de la energía se define, de manera simple, la cantidad de energía requerida para un baño de regadera. De acuerdo con el Manual de Instalaciones Helvex[1], un baño de regadera utiliza 75 litros de agua a 40 °C (un incremento de 25 °C).

Dado que el calor del baño de regadera tiene que pasar por un calentador que tiene una eficiencia de conversión, es necesario establecer una eficiencia del calentador. La eficiencia de un calentador nuevo es cercana a 70%. Sin embargo, el cálculo de costo unitario por regaderazo tiene que tomar como valor el promedio de eficiencia a lo largo de la vida útil del calentador que, para propósitos de este cálculo, se establece en 50%.

Así, la energía promedio necesaria que entra a un calentador para un baño de regadera promedio es de 15,000 kilojoules. En términos de los energéticos convencionales, esto representa 0.32 m^3 de gas natural, o 0.42 kg de gas LP.

Por supuesto, el calentador solar no tiene costo de energía. Sin embargo, la cantidad de energía determina el tamaño del calentador solar, por lo que es importante considerar las necesidades de calor de la unidad familiar para establecer el tamaño (y por lo tanto el costo de compra) del sistema. Para una familia de 4 personas se estima un calentador con un área de 3.5 m^2 (que no es necesariamente un tamaño que se maneje comercialmente).

Costo de la inversión

El segundo componente del costo del regaderazo es el que corresponde a lo que cuesta, por cada regaderazo, la compra del equipo. Para esto hay que aplicar un factor diario que parte de la anualización del costo del equipo con el que se calienta el agua.

1 Manual de Instalaciones Helvex, Edit. Limusa, México, D.F., 2002.

Este costo se establece al dividir el costo anualizado entre 365 días (asumiendo baño diario), y entre el número de personas que usan el calentador (se asume un solo calentador para una familia de cuatro personas).

El costo anualizado se establece por la fórmula de ingeniería económica que establece anualidades a partir de un valor presente. Para esto es necesario establecer el valor de los siguientes parámetros:

- El costo de compra del equipo (valor presente neto).
- La vida útil del equipo (número de períodos).
- La tasa de retorno.

Para todas la alternativas y para el 2004 (año que estamos usando para hacer el presente ejemplo), se considera una tasa de retorno igual a 20%.
Para los equipos de calentadores de gas (LP y natural) se consideró un precio de compra de 1,500 pesos para un equipo de 300 litros y una vida útil de 10 años (por lo que se da un valor presente neto de 3,000). Para los calentadores solares se consideró un precio de compra de 13,500 pesos para un equipo de 300 litros y una vida útil de 20 años.

Evolución en los últimos diez años

Haciendo el cálculo para los últimos diez años –considerando los precios de energía corrientes, de compra de los equipos y una tasa de interés igual al doble de la tasa interbancaria para cada año— resulta que, a partir del 2000, el calentamiento solar es más económico que el calentamiento por gas LP y gas natural. (figura 1).

Igualmente, se hace evidente que el costo para la opción de gas natural se ha hecho notablemente más caro que el solar en los años 2003 y 2004, llegando a ser igual al del gas LP.

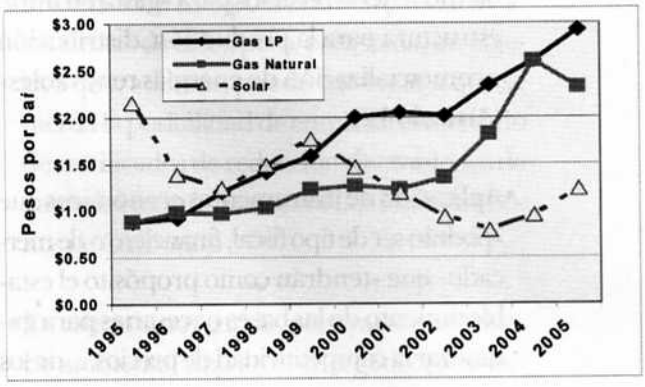
Cabe aclarar y reiterar que estos cálculos se realizan suponiendo ciertas variables, en particular la vida útil de los equipos, la eficiencia de los calentadores de gas a lo largo de esa vida útil y la cantidad de agua caliente que se utiliza.

Cálculo para condiciones actuales

Ahora bien, si analizamos en función de varias tasas de interés y consideramos el caso en que la inversión en el calentador solar se hace nada más para ahorrar gas (es decir, que no hay costo de inversión en los calentadores), los resultados varían. Para el caso de la tarjeta de crédito, el costo unitario para el calentador solar es muy cercano al del calentador que opera con gas LP, pero para una tasa de interés hipotecaria, los resultados siguen siendo favorables al sistema de calentamiento solar (figura 2).

Estos resultados señalan claramente la importancia que tienen las tasas de interés sobre la rentabilidad de un sistema de calentamiento solar y marcan la ventaja que estos sistemas tendrían si se vendiesen como parte de la compra de una casa. ●

Figura 1. Evolución del costo unitario del baño con regadera en México (1995-2004)



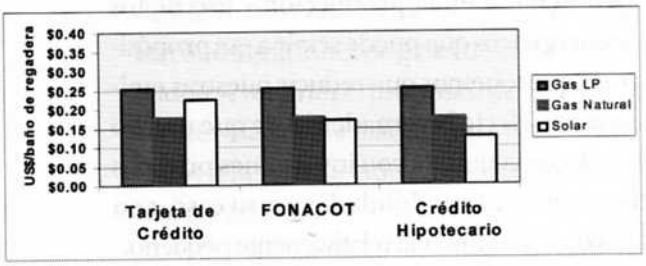


Figura 2. Costos unitarios del baño con regadera para distintas alternativas y opciones de financiamiento (SIN inversión de calentadores de gas).

LAS **NOVEDADES** LEGISLATIVAS

Sobre la Iniciativa de Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

Odón de Buen Rodríguez

Siempre es un gran dilema ser crítico sobre algo que, en el fondo, tiene buenas intenciones. Sin embargo, las buenas intenciones no siempre son suficientes para que las cosas salgan bien. Se requiere, más que nada, trabajo de calidad y pragmatismo.

En el caso de la Iniciativa de Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB), que está ahora en el Senado de la República de México, nos encontramos, desgraciadamente, ante un documento que tiene un nivel de intenciones tan alto como sus defectos y contradicciones.

No tengo la menor duda de que México requiere avanzar en la diversificación energética, de que existe un extraordinario potencial no aprovechado en la producción y uso de los bioenergéticos que puede servir a ese propósito, de que tenemos que reducir nuestras emisiones de efecto invernadero y de que mucho de esto sería posible con inversiones privadas de aceptable rentabilidad o, en su caso, con apoyo gubernamental relativamente pequeño.

Por lo mismo, considero que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos tiene un excelente propósito: ampliar el uso de energía renovable en forma de biocarburantes en nuestro país. Para esto propone una serie de mecanismos de política pública de uso generalizado: obligaciones de uso, asignaciones presupuestales, incentivos fiscales y prioridades de gasto.

En particular, la iniciativa, que fue votada positivamente en la Cámara de Diputados, propone:

- Obligar al contenido mínimo (10%) en las gasolinas de componentes oxigenados sustentados en el etanol. Este aspecto central de la Ley está «acomodado» en un segundo párrafo de un artículo (Artículo 5º).

- Incluir en los presupuestos anuales del gobierno federal recursos para «gasto en infraestructura para la producción, distribución y comercialización de energías renovables» (Artículo 12).

- Aplicación de instrumentos económicos que «podrán ser de tipo fiscal, financiero o de mercado» que «tendrán como propósito el establecimiento de las bases necesarias para garantizar la competitividad de precios... de los

En el caso de la Iniciativa de Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos que está ahora en el Senado de la República de México nos encontramos ante un documento que tiene un nivel de intenciones tan alto como sus defectos y contradicciones.

bioenergéticos.» (Artículo 21). Esto se reitera –como para que no haya duda– en los Artículos 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28.

- Dar atención «de manera diferenciada y prioritaria a las regiones y zonas con mayor rezago social y económico.» (Artículo 8).

Sin embargo, la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos es, lastimosamente, una lista de buenas intenciones que pisan terrenos que no le corresponden:

- Siendo una iniciativa de ley con origen agroindustrial y con propósitos que deben estar muy cerca del desarrollo rural, pone siempre en primer lugar un propósito ambiental, que es el de la reducción de gases de efecto invernadero. Esto podría ser un producto de los efectos de la ley, pero, para nada, un objetivo que, además, puede dar lugar a que se pierda la posibilidad de entrar en el mercado de certificados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (los llamados Bonos de Carbono).

- En este mismo sentido, pero ya no en el campo ambiental sino en el energético, esta iniciativa se ubica como «la Ley» de fomento de energías renovables. Sin hacer referencia a su origen, la Iniciativa refiere a la «Política Nacional de Energía Renovable» (Artículo 12) y da facultades a la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable para «definir prioridades y criterios para la asignación del gasto público federal en materia de reducción de los gases de efecto invernadero e impulso al uso de la energía renovable en nuestro país.» (Artículo 15).

- Igualmente, define la política internacional de México en materia ambiental –y de manera retroactiva–. En el Artículo 39 establece que «los instrumentos internacionales que se celebren según lo dispuesto por el artículo anterior», que refiere a los compromisos de México «relativos a la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero», tendrán el propósito de beneficiar las actividades vinculadas a proyectos orientados a la producción y desarrollo de los bioenergéticos».

- Finalmente, se pone por encima de la política comercial. En su Artículo 48 refiere, en cuanto a insumos de importación, que «para

La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos es una lista de buenas intenciones que pisan terrenos que no le corresponden, ya que pone siempre en primer lugar un propósito ambiental, que es el de la reducción de gases de efecto de invernadero.

estos casos, aunque no se tenga certeza científica sobre los posibles efectos adversos al ambiente de un insumo de importación, las autoridades competentes podrán negar dicha importación sin que medie prueba sobre el posible daño al ambiente o desequilibrio ecológico.»

Igualmente, la iniciativa se queda corta, ya que no incluye a una gran variedad de formas de bioenergía que pueden ser aprovechadas. De manera específica, en el Artículo 10 refiere que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos tiene, entre sus principios, «impulsar la agroindustria de la caña de azúcar y maíz para la producción de maíz, de plantas oleaginosas para la producción de biodiesel, como bioenergéticos.» En esta iniciativa no hay referencia a la leña (asunto central en la política de desarrollo sustentable en el sector rural) ni al aprovechamiento de residuos agroindustriales (ya sea agrícolas o ganaderos).

Esta iniciativa, increíblemente, ya pasó de la Cámara de Diputados a la de Senadores. Quisiera suponer que los senadores la leerán con más cuidado que los diputados y le encontrarán las contradicciones, lo que llevará a que no siga adelante esta versión.

Espero, sin embargo, que no maten el tema y que permitan a quienes la han promovido, integrar una propuesta mucho más integral y clara para cumplir cabalmente con un propósito que es muy, pero muy loable: el desarrollo del campo mexicano. ●

Esperemos que en el futuro se pueda realizar una propuesta mucho más integral y clara para cumplir cabalmente con un propósito que es muy, pero muy loable: el desarrollo del campo mexicano.

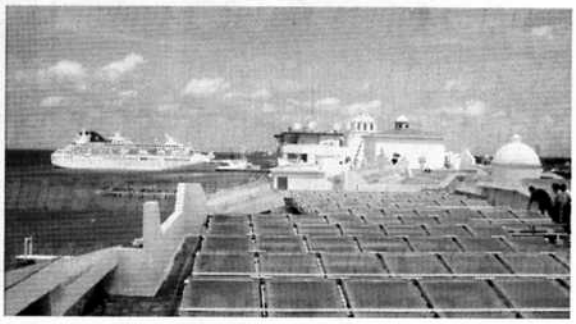
LA **TECNOLOGÍA** SOLAR

Sistemas de agua caliente solar para servicios de hoteles

Durante los años 2005 y 2006 la empresa Módulo Solar SA de CV ha instalado diversos sistemas de calefacción solar en algunos importantes hoteles del país. Estos sistemas fueron diseñados para la producción de agua caliente de servicios de acuerdo con el requerimiento de cada hotel. Los sistemas cuentan con características especiales que permiten un anclaje para resistir vientos de hasta 250 km/h, debido a que los hoteles están en zonas de riesgo de huracán. Dentro de este programa, Módulo Solar instaló más de 2,300 m² de paneles solares fabricados en México con la más avanzada tecnología, los cuales tienen las siguientes características:

HOTEL: LE BLANC. Cancún, Q.R.
FECHA DE INICIO DE OBRA: Enero de 2005
FECHA DE ARRANQUE: Marzo de 2005
TEMPERATURA DE DISEÑO: 55 - 60 °C
VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DIARIA: 40,000 lts a circulación forzada.
ÁREA DE CAPTACIÓN DE COLECTORES SOLARES: 600 m²
AHORROS ESTIMADOS DEL SISTEMA: 107,000 lts de GLP/año.
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: 34 meses.
GARANTÍA EN EL SISTEMA: 10 años

HOTEL: Cozumel Palace. Cozumel, Q.R.
FECHA DE INICIO DE OBRA: Febrero 2005
FECHA DE ARRANQUE: Abril 2000
TEMPERATURA DE DISEÑO: 55 - 60 °C
VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DIARIA: 22,000 lts a circulación forzada.
ÁREA DE CAPTACIÓN DE COLECTORES SOLARES: 332 m²
AHORROS ESTIMADOS DEL SISTEMA: 61,000 lts de GLP/año.
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: 33 meses.
GARANTÍA EN EL SISTEMA: 10 años



HOTEL: Vallarta Palace. Gran Turismo
UBICACIÓN: Nuevo Vallarta, Jalisco
FECHA DE INICIO DE OBRA: Febrero de 2005
FECHA DE ARRANQUE DEL SISTEMA: Abril de 2005
TEMPERATURA DE DISEÑO: 55 - 60 °C
VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DIARIA: 50,000 lts a circulación forzada.
ÁREA DE CAPTACIÓN DE COLECTORES SOLARES: 720 m²
AHORROS ESTIMADOS DEL SISTEMA: 126,600 lts de GLP/año.
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: 33 meses.
GARANTÍA EN EL SISTEMA: 10 años

MÓDULO SOLAR SA DE CV www.modulosolar.com.mx

XIII Consejo Directivo

David Morillón Gálvez
Presidente
damg@pumas.iingen.unam.mx

Rodolfo Martínez Strevel
Vicepresidente
strevel@avantel.net

Álvaro Lentz Herrera
Srio. de Organización
alh@pumas.iingen.unam.mx

Hernando Romero
Srio. de Capacitación
hrp@xanum.uam.mx

Enrique Geffroy
Srio. de Asuntos Internacionales
geffroy@servidor.unam.mx

Enrique Caldera
Srio. de Políticas y Legislación
ecaldera@infosel.net.mx

Odón de Buen Rodríguez
Secretario General
demofilo@prodigy.net.mx

David Mekler
Srio. de Asuntos Industriales
david@heliocol.com.mx

José de Jesús Celis Alarcón
Srio. de Secciones Estudiantiles
jcelis2002@yahoo.com

Ricardo Gallegos
Srio. de Secciones Regionales
rikrdo@uabc.mx

Eduardo Rincón Mejía
Representante ante BOD de la ISES
rinconsolar@hotmail.com

Carlos González Hernández
Webmaster ANES
info@anes.org

Arturo Fernández Madrigal
Tesorero
afm@cie.unam.mx

Manuel Rodríguez Viqueira
Srio. de Publicación
mrv@correo.azc.uam.mx

Norberto Chargoy V.
Srio. de Vocalías
ncv@pumas.iingen.unam.mx

Ricardo Saldaña Flores
Srio. de Planeación
rsf@iie.org.mx

Arturo Morales Acevedo
amorales@gasparin.solar.cinvestav.mx,
Juan José Ambriz
agj@xanum.uam.mx
Comité Editorial

Presidentes de secciones regionales

Ramona Alicia Romero Moreno
Baja California

Eberhard Wolf Krautter
Baja California Sur

Leandro Sandoval
Colima

Arturo Mérida Mancilla
Chiapas

Ignacio R. Martín Domínguez
Chihuahua

Ernestina Torres Reyes
Guanajuato

Eduardo Velasco Orozco
Edo. de México

José Antonio Gómez Reyna
Jalisco

Ricardo Saldaña Flores
Morelos

Ana Rosa Velasco Ávalos
Michoacán

Carlos García Aguilar
Oaxaca

Alejandro Franco Pérez
Querétaro

Inocente Bojórquez Báez
Quintana Roo

Luis Gómez de Ibarra
San Luis Potosí

José Manuel Ochoa de la Torre
Sonora

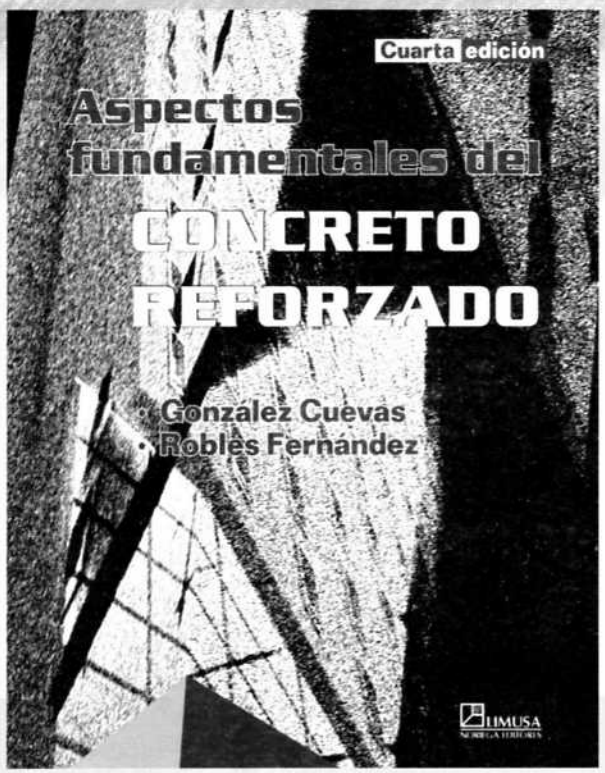
Samuel Heladio Durán
Tamaulipas

Miguel González Petit Jean
Veracruz

Víctor García Zaldívar
Zacatecas

® Asociación Nacional de Energía Solar diciembre 2005
Diseño Editorial: Manuel Rodríguez Viqueira
Cubierta: Laura Elisa León Valle

OBRAS AFINES



ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO 4ª ED

González Cuevas, Óscar

Para esta cuarta edición resalta la incorporación de los resultados de las investigaciones más recientes en concreto reforzado, la bibliografía ha sido actualizada, además de presentar las nuevas disposiciones del reglamento ACI del año 2002 y de las NTC de 2004.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

González Cuevas, Óscar

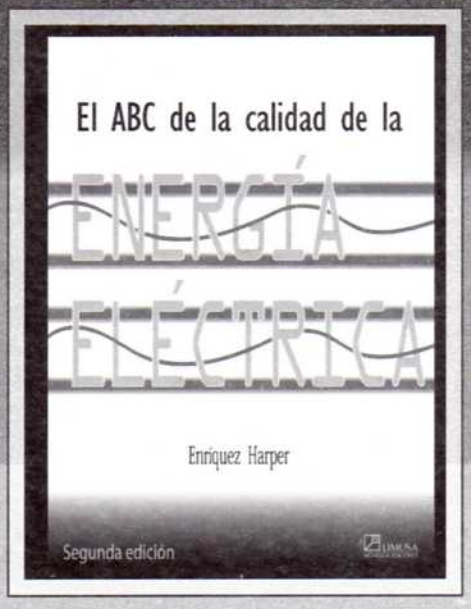
Esta obra de *Análisis estructural* hace énfasis en los principios básicos más que en las aplicaciones específicas ya que el autor considera que el dominio de estos principios es necesario para el estudio de métodos más avanzados para la utilización de los programas de cómputo disponibles actualmente.

LIMUSA
NORIEGA EDITORES
Balderas 95, Centro, 06040, Del. Cuauhtémoc
limusa@noriegaeditores.com.mx
www.noriega.com.mx • Tel. 51300700

OBRAS AFINES

EL ABC DEL CONTROL ELECTRÓNICO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Esta obra tiene el propósito de proporcionar los conocimientos básicos sobre la aplicación de los controles electrónicos en la industria y el hogar.

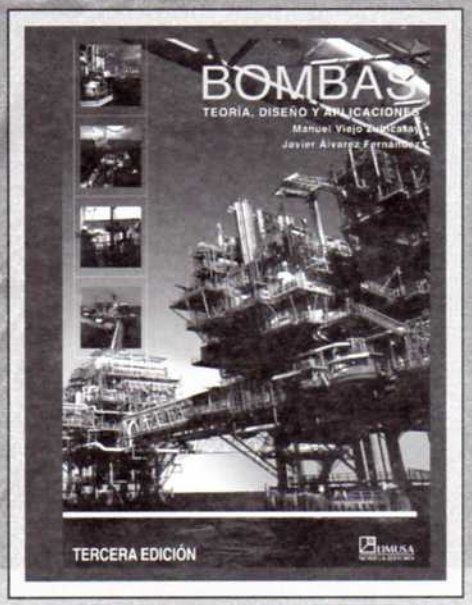


EL ABC DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 2ª ED

Este libro constituye un intento por presentar en forma organizada los tópicos más importantes que se relacionan con la calidad del suministro de la energía eléctrica.

DISEÑO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

En esta obra se tratan los temas relacionados a las partes más importantes del diseño de un sistema eléctrico, enfatizando el diseño de sistemas en los edificios.



BOMBAS 3ª ED

Presenta nuevos materiales necesarios para bombas de proceso pesado Código API y las normas UL y FM, así como bombas ANSI para la industria química.

INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS 3ª ED

Para esta nueva edición se han incluido varios temas nuevos, como los sistemas bioquímicos, los reactores con sólidos fluidizados y los reactores gas/líquido; asimismo se ha ampliado el tema del flujo no lineal.

LIMUSA
NORIEGA EDITORES
Balderas 95, Centro, 06040, Del. Cuauhtémoc
limusa@noriegaeditores.com.mx
www.noriega.com.mx • Tel. 51300700