

## Energías renovables

Viabilidad de las fuentes alternas de energía en México

*Antonio Gershenson Tafelov*<sup>¶</sup>

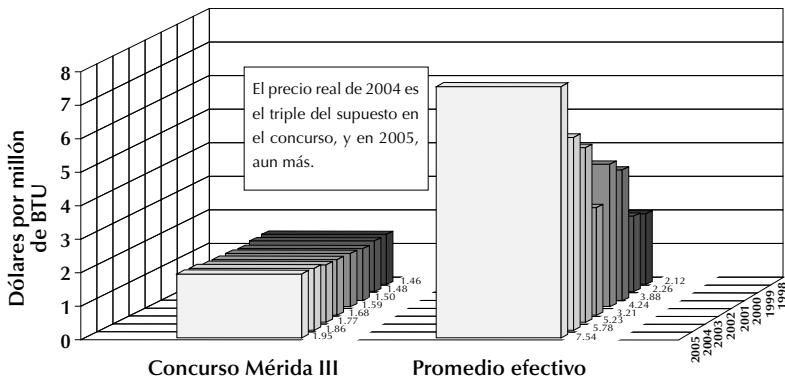
Durante años se ha dicho que la generación de electricidad con plantas de ciclo combinado y gas natural es la más económica, limpia, etcétera. Sin embargo, si comparamos los precios base pactados en el Contrato de Mérida III –la primera planta de propiedad privada para vender electricidad a la Comisión Federal de Electricidad (CFE)–, que iba de 1.46 dólares por millón de BTU (unidad de energía inglesa) en 1998 a 1.95 dólares en 2005, último año del que se tienen los datos completos, con los costos reales de cada año en el mismo periodo, vemos que ya en 1998 el precio real fue de 2.12 dólares, y en 2005, de 7.54: más del triple que el precio base pactado. Estas diferencias tuvieron que ser pagadas por la CFE al consorcio propietario de Mérida III, y resulta que hoy, en la realidad, la generación de electricidad con gas natural es la más cara en México.

Las principales alternativas a la dependencia del gas natural, del cual se importa una parte importante, son las siguientes:

---

<sup>¶</sup> Maestro en Ciencias en Física.

*Gráfica 1. Precios base del concurso de Mérida III*



- Elevar, a su máximo nivel de operación, las plantas eléctricas de la CFE que no dependen del gas natural
- Aumentar la producción nacional de gas natural, con recursos propios que existen, pero que ahora son desviados
- Aumentar la capacidad de generación sólo en la medida en que la demanda real lo requiera
- Producir, en las refinerías, los combustibles que se han usado o se puedan usar para sustituir al gas natural en plantas de vapor y de ciclo combinado, y
- Diversificar las fuentes de generación de electricidad, al máximo posible. Uso de fuentes renovables.

En seguida, vamos a desarrollar este último punto, y a mostrar su viabilidad.

*Hidroelectricidad.* Esta forma de generación de electricidad no es marginal. Hay una parte importante del país en la que sólo hay este tipo de plantas, y que en lo fundamental obtiene la energía eléctrica de las mismas. Es la que está entre las plantas termoeléctricas de base de Petacalco, en Guerrero, en el Pacífico; Dos Bocas, cerca del puerto de Veracruz, en el Golfo; y Campeche, en la península de Yucatán. El área incluye la frontera con Guatemala. Dentro de esta área sólo hay dos plantas relativamente pequeñas, para uso en horas de máxima demanda, en Ciudad del Carmen y en las afueras de Acapulco. Lo demás es hidroelectricidad.

Las grandes hidroeléctricas cumplieron un papel importante cuando el país no estaba tan poblado, y cuando la gente del campo no estaba tan consciente de sus derechos. Ahora las cosas han cambiado.

Por su gran tamaño y por estar en zonas muy pobladas, implican inundar enormes extensiones y desalojar a miles de habitantes. Los tiempos en que estas plantas eran viables ya pasaron.

Ahora son muy caras, en buena medida porque son financiadas con cargo al contratista. Al consolidarse en una sola empresa o en un solo consorcio la adquisición, la obra y el financiamiento, se generan gastos indirectos y se reduce la competencia, lo cual aumenta desmedidamente el costo de las plantas. Además, persiguen exclusivamente la generación en horas de máxima demanda, y entonces su factor de potencia es muy bajo. Es decir, sólo generan en aproximadamente 20 por ciento del tiempo (unas cinco horas diarias). Esto es útil para el sistema nacional, pero ignora las necesidades locales, que requieren más horas diarias. Todos estos factores, junto con la contratación de personal de fuera de la zona de la obra, contribuyen a la oposición de la población local a estos proyectos.

El uso de plantas pequeñas y medianas y, en general, de tecnologías alternas que no implican grandes inundaciones, tiene las siguientes ventajas:

Para la construcción de plantas medianas y pequeñas, hay cientos de sitios localizados por la propia CFE. Otra alternativa, en algunas regiones con lluvia abundante buena parte del año, son las plantas que no usan presa sino que generan directamente con el agua que llega por el río.

La mejor prueba de que este tipo de plantas se puede y debe usar para el consumo general, y no sólo para el de las horas pico, es nuestro propio país, del cual una parte importante depende exclusivamente de plantas hidroeléctricas.

De los sitios localizados por la CFE, más de cien pueden dar lugar a plantas que operen en promedio 12 horas diarias o más, frente a las cinco horas que están proyectadas para las plantas más grandes. Se pueden elegir las mejores, y en ellas generar energía en las horas pico, pero también electrificar la parte de la zona en la que esté cada planta, que no lo esté ya. Además, con las plantas medianas y pequeñas hay un mayor porcentaje del gasto que se emplea en mano de obra, y también un mayor porcentaje de componentes de fabricación nacional.

La planta de La Parota, si se construye, tendrá poco menos de cinco horas diarias de operación y a un costo de mil millones de dólares. En el mismo río Papagayo hay otros 14 sitios localizados, de los que se pueden seleccionar varios que inunden superficies mínimas, facilitando acuerdos con los pobladores de la zona. De ellos se pueden seleccionar algunos que tendrían menos potencia total pero mejor factor de planta. Se puede y debe usar mano de obra local. Esta alternativa es viable, ante todo porque se puede hacer y no se estrella con mil obstáculos como pasa con el proyecto oficial.

*Plantas geotermoeléctricas.* Aunque tenemos ese recurso en varias partes del país, la mayor cantidad de energía aprovechable de este tipo está en el norte. Se ha trabajado en la falla Cerro Prieto, cerca de Mexicali, en la pequeña parte de tierra mexicana que cruza el sistema de fallas, y también en algunas fallas transversales como si fueran los afluentes de un gran río. Pero el Mar de Cortés tiene una serie de fallas geológicas que lo abarcan de norte a sur. La energía que esto implica bajo el mar es gigantesca y, hasta el momento, desaprovechada. Hay partes cerca de la costa que son más accesibles, y no es necesaria la perforación con plataformas submarinas, sino que se puede perforar en horizontal o en diagonal desde la orilla de la parte terrestre.

En los Estados Unidos, en el estado de California, hay cuatro plantas de este tipo, a lo largo del mismo sistema de fallas, en las que no sólo se comprueba que se pueden lograr cantidades importantes de electricidad, sino que esto se puede hacer sin contaminar.

Se puede perforar en una zona geotérmica y el vapor que sale, que tiene sustancias corrosivas, pasa por uno de los ciclos de un intercambiador de calor, con lo cual se enfriá, y es reinyectado a la zona geotérmica nuevamente, formando a su vez un ciclo, principalmente subterráneo. El ciclo del intercambiador que recibe la energía en forma de calor, con una eficiencia aproximada de 80 por ciento, tiene vapor limpio y es el que hace funcionar a la turbina de vapor que, a su vez, transmite su movimiento al generador de electricidad. Esta parte ya no tiene elementos corrosivos, y en la primera se utilizan aleaciones o superaleaciones resistentes a la corrosión.

Esto permite que el vapor sea más caliente que el que usa la CFE (unos 200 grados). Es posible que, en el vapor limpio del ciclo superior,

se alcancen los 530 grados que usa una turbina comercial de vapor. Aunque el costo aumente, la mayor eficiencia haría al proyecto más económico que los de la CFE.

El costo nivelado para una nueva geotérmica en Baja California era estimado por la CFE, en 2004, en 22 centavos (menos de dos centavos de dólar) por kWh, menos de la mitad de lo que costaba entonces generar con gas natural. Ya en 2005, con el gas mucho más caro, no publicaron estos datos para tratar de justificar su monopolio en el uso y abuso del gas. La energía de una planta más eficiente podría ser incluso más barata.

Todavía hay otro elemento de eficiencia que se puede agregar, no directamente a la planta, sino al sistema en su conjunto. La CFE suelta el vapor a los 150 grados aproximadamente, lo cual implica desperdicio de energía: para sus funcionarios, la electricidad ha sido lo único importante.

Las nuevas plantas deben aprovechar el vapor en otros usos. En especial en Baja California, que tiene climas áridos, y la orilla del mar cerca de los principales puntos con geotermia sea marítima o terrestre, el desalamiento del agua del mar, para obtener agua potable y para riego eficiente, es un uso fundamental.

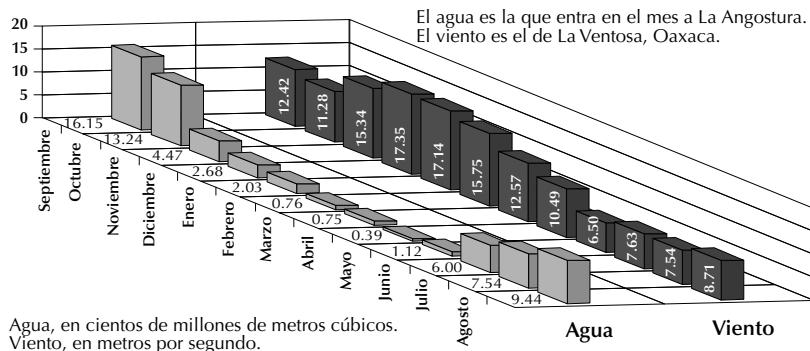
*Plantas eoloeléctricas.* La principal fuente de este tipo de energía, aunque no la única, es la región de La Ventosa, en el istmo de Tehuantepec, en Oaxaca. El viento tan constante y a altas velocidades que hay en la región se debe a la consistente diferencia entre la alta presión en el Golfo de México, con aire más frío, y la presión baja con aire más caliente en el Océano Pacífico. Además, las cordilleras que existen a ambos lados, crean un efecto de embudo que canaliza el viento para que pase de un mar al otro precisamente por esta región, que en general tiene menos de 200 metros de altura sobre el nivel del mar. Además, de hecho forma parte de la cuenca del río Grijalva, con una gran capacidad instalada hidroeléctrica, lo cual tiene varias ventajas:

- Fuentes de trabajo en zonas deprimidas de Oaxaca y Chiapas
- Mejores posibilidades de integrar la producción nacional de partes y materiales
- Energía verdaderamente limpia, dado que el gas natural genera un gas precursor del ozono y de la lluvia ácida, y gases de efecto invernadero

- Conservación de un recurso no renovable, el gas, y pleno aprovechamiento de los renovables hoy desperdiciados
- Energía de punta barata para las horas de mayor demanda, dado que con la energía generada con el viento se evita el uso constante de las presas a la capacidad total actual
- Cuando hay menos agua, en la época de sequía en especial, es cuando más viento hay, y cuando se genera más electricidad con el viento

*Gráfica 2. Viento y agua se compensan*

Los meses con menor generación de agua tienen más viento en La Ventosa



Agua, en cientos de millones de metros cúbicos.  
Viento, en metros por segundo.

- También por año, cuando tenemos un año con lluvias extremadamente escasas, es cuando tenemos mejores vientos, y viceversa

En el mismo documento de 2004 citado para el costo de las plantas geotérmicas, a las próximas eólicas se les atribuye un costo nivelado de alrededor de 31 centavos de peso. Se partió del supuesto de un factor de planta de 0.40, cuando el promedio real es del orden de 0.60, pero sean estos 31 centavos o alrededor de 21, la energía es bastante más barata que la del gas natural.