

LA ENERGÍA EN MÉXICO

(Parte II/III)

Gustavo Castro Soto

Otros Mundos, A.C./COMPA

30 de julio de 2007; San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México

(NOTA: La presente investigación forma parte del Capítulo México elaborado por Otros Mundos, A.C. para la publicación **“La Política Energética en América Latina: Presente y Futuro. Críticas y Propuestas de los Pueblos”**, Coordinado por Chile Sustentable y editado en mayo del 2008. En esta publicación participaron el Programa Argentina Sustentable, Programa Chile Sustentable, Programa Brasil Sustentable, Amigos de la Tierra-Brasil, Acción Ecológica-Ecuador; AMIGRANSA-Venezuela, CENSAT-Colombia; Ceuta-Uruguay; FBOMS-Brasil; CESTA-El Salvador; y Otros Mundos-México. Se realizó gracias al apoyo del Institute for Policy Studies International Forum on Globalization - Programa Cono Sur Sustentable).

5. EL ENDEUDAMIENTO ENERGÉTICO

Según el BM y el Fondo Monetario Internacional (FMI), a principios del siglo, en el caso de Belice, el 49.4% del Producto Interno Bruto (PIB) correspondía al monto de endeudamiento. En Costa Rica representaba el 27.9% el endeudamiento respecto a lo que nacionales y extranjeros producen en un año (PIB). En El Salvador el 29.9% de su PIB correspondía a deuda; el 22.6% en Guatemala; el 99.4% en Honduras; el 281% en Nicaragua; el 76.6% en Panamá y 34% en México. Estas cifras, actualmente, se han disparado. En el caso de México hoy ha llegado al 55% del PIB que corresponde a endeudamiento, mientras el Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP) afirma que a rebasado al 105.3% del PIB nacional.¹

Por otro lado, el BM afirma que en 1999, el PIB de Centroamérica era de 59,207 millones de dólares (mdd); mientras que en el Sur-Sureste de México era de 68,080 mmd que representa el 14.33% del PIB mexicano que ascendió a 475 mil mdd. Si desglosamos el PIB de los demás países que integran el PPP sería: Belice 707 millones de dólares; Costa Rica 11,100 mdd; Salvador 12,200 mdd; Guatemala 18,000 mmd; Honduras 5,300 mmd; y Nicaragua 2,300 mmd. Pese a todo esto, los funcionarios del PPP continúan afirmando que la inversión en infraestructura depende de la capacidad de endeudamiento de los países de la región. Pero como podemos observar, el endeudamiento de los países del PPP los mantiene en total vulnerabilidad y desventaja, lo que facilita que la banca multilateral, el FMI y otros fuertes intereses de cara al ALCA, pongan sus condiciones y los gobiernos vean en el PPP un espejismo que sacará a la región de la pobreza.²

¹ La Jornada 25 de abril del 2002

² Para profundizar sobre los proyectos de integración energética del PPP se pueden y sus avances se puede consultar: BID www.iadb.org/ppp: Boletín de Prensa del 28 de noviembre de 2001; “Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central” (SIEPAC); “Iniciativa para la integración de la infraestructura básica entre México y los países del Istmo Centroamericano”; “Conectividad de la

En el caso de la licitación que la CFE hará para una nueva central eléctrica híbrida (ciclo combinado + termo solar) bajo el esquema de financiamiento de obra pública, en Agua Prieta, Sonora, con una capacidad térmica de 240 MW, y capacidad termo solar de 30 MW, recibirá una donación de 50 millones de dólares del Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF).

Proyecto de desarrollo de energías renovables a gran escala con fondos del Banco Mundial vía GEF llegará a los \$25 millones de dólares además de los 45 mmd enfocados a proveer incentivos temporales basados en el desempeño para la energía eólica a escala de red. Este es la producción. También se construirán centrales de ciclo combinado por medio de una donación de \$550 mmd del GEF.

Con el fin de intentar dotar de energía a las comunidades más pobres, el gobierno de México ha implementado un proyecto con una duración de 5 años (2006-2012) denominado “Servicios Integrales para Pequeñas Comunidades Rurales en México” por medio de una donación del GEF por US\$15 millones de dólares; un préstamo del IBRD por US\$15 mmd; los estados y municipios por con una participación de US\$30 mmd cada uno y una inversión privada de US\$ 6.5 mmd. Todo ello suma un total de US\$96.5 mmd. El objetivo es electrificar comunidades rurales en los 4 estados del sureste de México por medio de energías renovable asociado con actividades productivas en las comunidades piloto y beneficiar a 50,000 familias. La idea es que 50,000 viviendas localizadas

a más de 5 km de distancia de la red y con un número de habitantes de entre 100 a 1000, sean beneficiadas por la producción energética a través de energías renovables (eólica, sola e hidráulica) en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz. Uno de los principales objetivos del proyecto se enfoca en detonar las actividades productivas locales para impulsar el crecimiento y el desarrollo económico de las comunidades que serán seleccionadas por los gobiernos estatales, y en coordinación con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI).³

Los Proyectos de Impacto Diferido en el Registro del Gasto (PIDIREGAS), que CFE convoca mediante los procedimientos de Obra Pública Financiada y de Productor Independiente de Energía, es una forma de financiar infraestructura con deuda diferida a pagar en los próximos años. Gracias a este sistema el gobierno niega el crecimiento actual del endeudamiento difiriendo el pago para las próximas administraciones. De acuerdo con la paraestatal, se hace uso de esa energía siempre y cuando la demanda de energía eléctrica del país lo requiera, lo que significa que las plantas privadas podrían estar operando a menos del 100% de su capacidad, sin que se les pueda penalizar.

propuesta regional de transformación y modernización de Centroamérica y el Plan Puebla-Panamá”; Grupo Técnico Interinstitucional para el PPP, por el BCIE-BID-CEPAL, 30 de abril de 2001; “Terminales Regionales para la Importación y Almacenamiento de Combustibles” y “Suministro de Gas Natural al Istmo Centroamericano”; “PPP Iniciativas Mesoamericanas y Proyectos”; Coordinación México del PPP www.ppp.presidencia.gob.mx: “PPP Estado de Avance, Gobierno de México”, enero 2002; PPP: “Antecedentes, avances y perspectivas, a un año del PPP”, junio 28 de 2002; “Plan Puebla-Panamá, Infraestructura de Comunicaciones y Energía del PPP para Chiapas”, septiembre del 2001; “Programa de Inversiones 2002 SCT del PPP”, enero de 2002; “Conexión México-Guatemala”, interconexión eléctrica del PPP, 8 de febrero de 2002.

³ Wolpert Kuri, Jorge, “Energías Renovables en México”, 29 de Septiembre de 2006.

6. LOS ESCENARIOS DE PRODUCCION Y DEMANDA DE ENERGÍA

Carbón⁴. En 1999 el consumo de carbón en el mundo correspondió a 2,130 millones de tep, o sea un 25% del consumo total de energía primaria. Las reservas de carbón se estimaban en 510 miles de millones de toneladas, de las cuales el 80% se encuentran en sólo seis países, en orden decreciente de reservas: EE.UU., India, China, Sudáfrica, Rusia y Australia. México tiene 4.546 XXX de reservas de carbón mineral.

Uranio. Las reservas probadas de uranio en México, son de 14,600 tons., de las cuales 10,600 son económicamente explotables. Estas reservas aseguran el combustible necesario, para abastecer los dos reactores de la central nucleoelectrónica de Laguna Verde durante toda su vida, con un excedente del 30% y tomando en cuenta que estas reservas existen en base a una pequeña parte explorada del territorio mexicano.

Biocombustibles (Etanol). La obligación sobre PEMEX para añadir etanol en los combustibles fabricados implicará un impulso a la creación de biocombustibles. Las debilidades estriban en la falta de infraestructuras para la fabricación del etanol, así como la no previsión para invertir en las mismas por parte de PEMEX en el corto plazo. Igualmente, hay que destacar que México no es un país que pueda producir de manera competitiva la materia prima necesaria para la fabricación del etanol.

En mayo de 2006 el congreso ordenó a PEMEX (la petrolera estatal) la aprobación de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, por la cual se haría obligatoria la adición a las gasolinas, de etanol, en sustitución del Metil Terbutil Éter (MTBE). Para ello tendrá que reconvertir las plantas de MTBE, puesto que se necesitarán 4 plantas nuevas con capacidad de 150 millones de litros manuales de etanol. El problema estriba en que PEMEX no tiene dentro de sus proyectos de inversión el desarrollo de las mencionadas plantas ni tampoco el de la red de distribución que se requerirá. Una vez que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos sea aprobada, existirán 12 meses de gracia para que se ponga en vigor. Otro problema que se enfrentará es que la materia prima a través de la cual se obtiene el etanol, que es la caña de azúcar, no está asegurada. Brasil produce caña a la tercera parte del coste que le cuesta producirlo a México.

En el 2003 se puso en marcha el primer proyecto de generación de energía eléctrica a partir del biogás generado por la fermentación anaerobia de residuos sólidos orgánicos municipales en Salinas Victoria, Nuevo León. El proyecto cuenta con una capacidad instalada de 7.0 MW, y un permiso de generación de 58,2 GW/año. El proyecto, cuya electricidad será suministrada al municipio, se desarrolló con un apoyo parcial de la GEF (Fondo para el Medio Ambiente Mundial), a través del BM. Los cambios regulatorios y legales en los que está trabajando México permitirán replicar este proyecto en otros rellenos sanitarios del país con potenciales importantes de aprovechamiento de biogás para generación de energía. Hay también un proyecto de

⁴ Vélez O., Carlos, "Energías Asintóticas y Desarrollo Eléctrico Sustentable". Boletín IIE, Octubre-Diciembre de 2003, No.125; www.iie.org.mx/boletin042003/fut.pdf.

construir una planta en Guadalajara, que producirá 4 o 5 MW de electricidad dentro del vertedero de basura Coyula Mazatlán, en Tonalá, extendido sobre un área de 42 hectáreas.

En la generación de electricidad a partir de basura los depósitos o vertederos municipales suelen formar sociedad con la empresa privada. Así los primeros aportan el depósito cerrado de basura y los segundos la tecnología y el dinero. La empresa 'Bioenergía de Nuevo León' es un buen ejemplo de ello. Cuenta con una planta de biogás que alimenta los sistemas de alumbrado público con lo que los 7 gobiernos municipales de Nuevo León, gracias a este proyecto logran ahorros del 12% con respecto a lo que pagarían a la CFE por el uso de la electricidad en el alumbrado. Actualmente se pretende abastecer de energía al metro de Monterrey a partir de la descomposición de los residuos orgánicos del relleno sanitario ubicado en el municipio de Salinas Victoria.

Hidrocarburos. El mayor reto de PEMEX es la disminución en la plataforma de producción de petróleo. Actualmente el 55% de la producción de hidrocarburos proviene de yacimientos que están en declinación. Cantarell, el principal yacimiento y que aporta la mitad de la producción, presenta una tasa anual de declinación del 11%. Aun con el desarrollo de proyectos como Ku-Maloob-Zaap, no será posible sostener la plataforma de producción en los máximos históricos registrados en años anteriores. En el presente año gobierno mexicano ha anunciado⁵ que la vida media de las reservas probadas es de 9.3 años con una tasa de restitución de reservas es de aproximadamente 40%. Sin embargo, la Secretaría de Energía ubica la reserva con una duración de 29 años.

Más de la mitad de dichos recursos se encuentra en el Golfo de México y, de estos, el 70% se localiza en tirantes de agua de más de 1,500 metros de profundidad. En materia de gas la demanda nacional tendrá un crecimiento anual promedio de 4% en la próxima década, mientras que la producción crecerá a un ritmo de 2.8% en el mismo periodo, lo que implicará mayores importaciones. Para reducir el déficit se pretende incrementar la producción sobre la Cuenca de Burgos, el Sur de Burgos y Poza Rica; además de la operación de tres terminales de regasificación (Altamira, Ensenada y la Terminal Pacífico) que permitirán importar gas licuado para incrementar la oferta en el mercado nacional pero con grandes efectos medioambientales.

Desde 1979 no se han construido nuevas refinerías en México. El 92% de las inversiones en este segmento se han dirigido a mejorar la calidad de las gasolinas y a procesar crudos más pesados. Debido a que la demanda de combustibles para uso vehicular, particularmente gasolinas, es mayor que la producción nacional, actualmente México importa alrededor del 38%; es decir, 270 mil barriles diarios. El volumen de importación es equivalente a la producción total de una refinería de gran tamaño, más grande que cualquiera de las refinerías del país. En petroquímica se importa al 2007 cerca del 53% del consumo interno.⁶

⁵ Declaraciones del Presidente Felipe Calderón el 18 de marzo de 2007.

⁶ México, D.F. 17 de abril de 2007, Comparecencia ante la Cámara de Diputados de la Dra. Georgina Kessel

Energía eléctrica. El Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) es el resultado de estudios dentro de la planificación integral del sistema eléctrico del país. El POISE describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión del Sistema Eléctrico Nacional para satisfacer la demanda de electricidad en los próximos diez años.⁷

Entre el 2000 y el 2005, los ingresos por exportaciones de electricidad aumentaron 186.5% en promedio cada año, para alcanzar en los primeros nueve meses del 2005 un monto de 406.7 millones de dólares, según el Banco de México. Con ello, las ventas externas de electricidad fueron el concepto más dinámico en los últimos 5 años, medidos por su tasa de crecimiento del periodo, además de los montos superiores a los cien millones de dólares entre enero y septiembre de cada año. Una de las razones se debió a la crisis de energía que se vivió en California, EU, que empezó a aumentar la interconexión en las redes eléctricas de ambos países y es Baja California la entidad mexicana que más comercio de electricidad realiza con el vecino país del norte.⁸

En diez años, entre el 2003 y el 2013, la CFE planteó invertir US\$47.000.⁹ La generación representaría el 49% de la inversión para llegar a una capacidad instalada de 25.018MW por medio de 64 proyectos. La transmisión y distribución representarían un 18% cada una y el mantenimiento, el 15%. En el 2003 la CFE calculó que en base al crecimiento del 4,7% del PIB, el consumo de electricidad sería de 5,6% anualmente hasta 306GWh para el 2013, comparado con los 177GWh del 2003.¹⁰ Los mayores aumentos fueron previstos para los estados de Baja California, la península de Yucatán y la zona noreste del país sobre todo por la inversión de las empresas en esta región. Sin embargo, tal crecimiento del PIB no se dio. Para el período 2004-2013, la CFE espera retirar 4.189MW de su propia capacidad y 800MW de capacidad de autoabastecimiento. Esto marca la ruta de entrada del capital privado.

⁷ Ver "Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2007-2016" de la Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Programación, Gerencia de Programación de Sistemas Eléctricos.

⁸ Grupo Reforma/Negocios/José Luis Caballero; martes 15 de Noviembre de 2005; <http://fox.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/?contenido=21911&pagina=165>

⁹ Fuente: CFE, 30, Diciembre 2004.

¹⁰ Ver Anexo 9: Mapa de la demanda del Sistema Eléctrico Nacional.

Capacidad adicional por tecnología en 2006-2016 ^{1/} Servicio público (MW)

Tecnología	En construcción o licitación ^{2/}	Licitación futura	Total
Ciclo combinado	4,238	7,946	12,184
Hidroeléctrica	1,504	2,205	3,709
Carboeléctrica	678	2,800	3,478
Geotermoeléctrica	0	158	158
Turbogás	0	379	379
Combustión interna	46	25	71
Eoloeléctrica	83	506	589
Generación distribuida de LyFC	448	0	448
Libre ^{3/}	0	6,021	6,021
Total ^{4/}	6,997	20,040	27,037

1/ Resultado de estudios de planificación, no incluye autoabastecimiento remoto

2/ Se incluye la capacidad que entró en operación durante 2006

3/ La tecnología de estos proyectos se definirá posteriormente. Algunas opciones posibles son: Ciclo combinado (utilizando gas natural, gas natural licuado, residuos de vacío, etc.), carboeléctrica, nucleoeeléctrica o importación de energía

4/ Las cifras están redondeadas a números enteros, por lo que los totales podrían no corresponder exactamente

La nueva generación programada para el 2008 asciende a un total de 918MW y está compuesta por el proyecto de ciclo combinado Mixicalli II de 228MW en proceso de licitación; el proyecto de ciclo combinado Samalayuca IV de 456MW y adiciones de ciclo combinado de 92MW y 142MW a las plantas Tuxpan y San Lorenzo, respectivamente.¹¹

Para el 2009, se planean 2.037MW que se dividirían en 700MW para la Carboeléctrica del Pacífico, 469MW para el proyecto de ciclo combinado Agua Prieta II, así como una capacidad de ciclo combinado de 440MW para un sitio no especificado en el norte del país y una capacidad de ciclo combinado de 428MW en la zona central.

Para el 2010 se contempla la planta de ciclo combinado de 1.046MW Tamazunchale II, un proyecto de ciclo combinado de 550MW en el oeste del país y un segundo proyecto de ciclo combinado de 428MW en la zona central de México. Entrarán en funcionamiento también los proyectos de ciclo abierto Baja California II de 225MW y Baja California Sur III de 38MW, el proyecto eólico de 101MW La Venta III, y una adición de ciclo combinado de 84MW a la termoeléctrica Presidente Juárez. La nueva capacidad para el 2010 alcanzaría un total de 2.502MW.

Para el 2011, se planea el inicio de operaciones de 4.315MW mediante 10 proyectos: el proyecto eólico de 101MW La Venta IV, la presa hidroeléctrica La Parota de 900MW, un proyecto de ciclo combinado de 550MW en el oeste del país y un proyecto de ciclo combinado de 450MW en el norte. También se planean proyectos termoeléctricos de tecnología aún no definida en Baja California III (253MW), Río Bravo V (550MW), Tamazunchale III (523MW), al igual que un proyecto de 550MW en el centro del país y

¹¹ CFE, Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2007-2016.

un proyecto de 428MW en la zona noroeste. Iniciará el proyecto a diesel de 10MW Santa Rosalía, en el estado de Baja California del Sur.

Para el 2012 la CFE pretende incrementar 600MW de energía hidroeléctrica, con la expansión de 400MW de la planta Villita en Michoacán y la rehabilitación por 200MW de la planta Infiernillo. Cerca de 255MW de capacidad termoeléctrica de ciclo abierto está destinado a Baja California IV, así como capacidad de ciclo combinado de 550MW en el oeste del país.

En total son 11 plantas que en conjunto sumarían 4.701MW las que se contemplan para el 2013: la planta eólica de 101MW La Venta V, dos proyectos de ciclo combinado de 450MW en el norte del país y una planta de ciclo combinado de 550MW en el oeste, además de siete proyectos termoeléctricos cuya tecnología aún no se define. Los siete son Río Bravo IV (512MW), Pacífico II (700MW), Baja California Sur V (38MW), Baja California V (250MW), una segunda planta de 550MW en Dos Bocas, 550MW en la península de Yucatán y otros 550MW en el centro del país.

Hasta el 2013 la CFE planea en principio aumentar la capacidad de proyectos de autosuficiencia en 2.065MW; y que Pemex proporcione 1.400MW con cuatro proyectos de 350MW. Para este año la CFE espera que la generación total en México sea de 71.766MW siendo hoy de 47,857MW.

**Capacidad efectiva por tipo de tecnología^{1/} (MW)-
Servicio público**

Área	Hidro-eléctrica	Eolo-eléctrica	Hidrocarburos				Dual ^{2/}	Carbo-eléctrica	Geotermo-eléctrica	Nucleo-eléctrica	Total ^{3/}	
			Térmoeléctrica convencional	Ciclo combinado CFE	PIE	Turbogás						Combustión interna
Noroeste	941		2,092	225	508	117					3,883	
Norte	28		936	1,145	757	371					3,237	
Noreste	118		1,175	828	3,718	431		2,600			8,869	
Occidental	1,803		3,466	565	601	24	2,100		190		8,748	
Central	1,546		2,174	1,038		374					5,133	
Oriental	6,100	2	2,217	452	1,478	472			40	1,365	12,126	
Peninsular			442	220	736	342					1,744	
Baja California			320	496	489	299			720		2,324	
Baja California Sur			113			153					412	
Aislados		1				15			10		57	
Total ^{4/}	10,536	2	12,935	4,969	8,287	2,599	182	2,100	2,600	960	1,365	46,534

1/ Al 31 de diciembre de 2005

2/ A partir de enero 2001 utiliza carbón y/o combustóleo

3/ No incluye autoabastecimiento ni cogeneración

4/ Las cifras están redondeadas a números enteros, por lo que los totales podrían no corresponder exactamente a la suma

Por tanto, la realidad muestra varios retos a enfrentar. Uno de ellos es el alto margen de reserva de capacidad, superior al 40%. Los planes de expansión de la CFE en los últimos años se basaron, entre otros factores, en expectativas de crecimiento económico y de demanda de electricidad, que no se registraron en los niveles esperados. Esto ha generado capacidad ociosa, lo que presiona a la alza los costos de operación. Para reducir la reserva, se ha reprogramado la fecha de entrada en operación de los proyectos que aún no están comprometidos. Otro reto del sector eléctrico es la diversificación de las fuentes de generación. En la última década, la expansión de la capacidad se basó

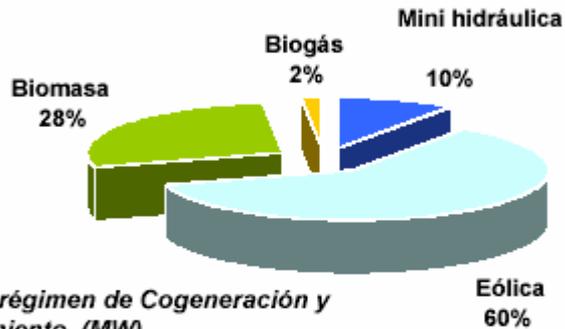
principalmente en centrales de ciclo combinado. Esta tecnología ofrece mayor eficiencia, menores costos de inversión y plazos de construcción más cortos. Sin embargo, al utilizar gas natural, ha generado mayores importaciones de este combustible.

Generación de Energía para Autoabastecimiento

Además de las plantas de generación de la CFE y LFC, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) ha otorgado 80 permisos para proyectos operados con energías renovables, con capacidad total de 1,774 MW.

64 de estos proyectos se encuentran en operación, con una capacidad total instalada de 552MW.

Capacidad autorizada para cogeneración y autoabastecimiento que opera con energías renovables



Capacidad Autorizada bajo el régimen de Cogeneración y Autoabastecimiento (MW)

Fuente de energía	En Operación	En desarrollo	Total
Hidráulica	76.5	95.2	171.7
Eólica	-	1076.2	1076.2
Biomasa	454.9	40.0	494.9
Biogas	20.3	10.6	30.9
Total	551.7	1,222.0	1773.7

En cuanto a la paraestatal Luz y Fuerza del Centro sus pasivos laborales superan los 210 mil millones de pesos entre pensionados y trabajadores activos. Los recursos transferidos al Organismo en 2006 superaron los 33 mil millones de pesos, equivalentes a dos veces el presupuesto de la UNAM, y se estima que, en 2012, este monto será cercano a los 70 mil millones. Adicionalmente, las pérdidas de energía se ubican en más de 32%, lo cual excede los estándares de la industria eléctrica. Esto significa que una tercera parte de la energía disponible para venta, se pierde o no se cobra.

Módulos Fotovoltaicos. Para el investigador Miguel Escudero González¹², la energía fotovoltaica en México tiene una presencia puramente anecdótica, y esta situación no se espera que cambie dada la ausencia de incentivos económicos para producir este tipo de energía, cuyo Kw/h producido resulta mucho más caro en relación a otras fuentes. Este tipo de energía únicamente puede tener un cierto potencial (todavía no desarrollado) para electrificar aldeas pequeñas y sin acceso al tendido eléctrico, y para el bombeo de agua en ranchos. Tampoco hay empresas mexicanas fabricantes de células solares, si bien sí que algunas empresas han establecido plantas de ensamblado de paneles en México para su posterior reexportación a Estados Unidos.

¹² Escudero González, Miguel; "El mercado de las Energías Renovables en México", Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Monterrey. Septiembre de 2006.

En el periodo de 2003 fueron instalados 0.6234 MW en módulos fotovoltaicos sumando un acumulado de 15.070 MW que se disponen en calentamiento de agua de albercas, hoteles, clubes deportivos, casas habitación, industrias, electrificación rural, comunicaciones, bombeo de agua y refrigeración; con una superficie total instalada de 120,576 m², con factor de planta de 25% y un promedio de horas sol de 6 h/día. Según Escudero, la disponibilidad de energía solar primaria fue de 0.8291 Petajoules y la generación secundaria de electricidad se ubicó en 0.0297 Petajoules.

Otras fuentes confirman que México cuenta con 5 kWh/m²/day promedio de radiación solar y poco aprovechada. Sin embargo, durante la década de los 90's, la instalación de nuevas celdas fotovoltaicas han tenido un crecimiento de 8.9% anual. De 1993 al 2004, la capacidad fotovoltaica instalada aumentó del .1 MW a 18.1MW.¹³

Calentadores Solares Planos. Para Escudero en el 2003 en México fueron instalados 75,304 m² de calentadores solares planos sumando un acumulado de 573,919 m² con un 70% de eficiencia en promedio; una radiación solar promedio de 18,841 kJ/m²; una disponibilidad de energía solar primaria de 0.094 Mtoe (3.947 Petajoules) y una generación de calor útil de 0.065 Mtoe (2.763 Petajoules).

Aerogeneradores. En cuanto a los aerogeneradores de electricidad en el 2003 se instalaron 6.9 Kw. sumando un acumulado de 2,529.4 Kw. con un factor de capacidad medio de 0.4 y una generación secundaria de electricidad de 0.0319 Petajoules. En el estudio de mercado de Escudero asegura que para la misma fecha había un acumulado de 2,166 Kw. en aerobombas de agua (papalotes de agua) para la generación de energía eléctrica y bombeo de agua con una generación mecánica de 0.0171 Petajoules.

Minihidráulicas. La oficina mexicana del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) lanzó en 2006 una licitación de consultoría para generación hidroeléctrica en México con el fin de elaborar un mapeo sobre generación microhidroeléctrica en el país e identificar los puntos donde se pueden instalar.¹⁴ El Gobierno mexicano calcula que la capacidad potencial de generación adicional a partir de recursos renovables es de 14.650MW. La generación eólica aportaría la mayor parte de la capacidad, seguida de la generación solar, a biogás, geotérmica, hidroeléctrica a pequeña escala y a biomasa.¹⁵

Antes de finalizar el gobierno del presidente Vicente Fox, durante el 2006, las grandes empresas con altos consumos eléctricos y que buscan desarrollar proyectos de autoabastecimiento para reducir costos, lograron que se les otorgaran 12 permisos para instalar y operar "minihidroeléctricas"¹⁶ generadoras con inversiones por 160 millones de dólares, cuatro en operación y ocho aún en obra, con capacidad de 736 MW en

¹³ Wolpert Kuri, Jorge, "Energías Renovables en México", 29 de Septiembre de 2006.

¹⁴ Para el caso de Guatemala, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) anunció hoy la aprobación de un financiamiento de US\$400.000 de su Fondo de Infraestructura (InfraFund) destinado a estudios de factibilidad para apoyar el desarrollo de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas en Guatemala. Con esto se incrementará la participación del sector privado como la formación de asociaciones público-privadas. Comunicado de prensa del BID, 15 de marzo, 2007.

¹⁵ BNamericas.co, Martes 19, Septiembre 2006.

¹⁶ Mural.com, 23 de mayo de 2006.

conjunto¹⁷ con una inversión que asciende a 160 millones de dólares. El objetivo de estas plantas es que, previa concesión a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA), bajo la Ley de Aguas Nacionales, particulares puedan operar pequeñas hidroeléctricas en ríos y presas ‘para obtener energía más barata de la que compran a la CFE cuyas tarifas suben según el precio de los hidrocarburos’.¹⁸

Lo anterior obviamente apunta hacia la privatización de los ríos en el país y la confrontación con las comunidades indígenas y campesinas. Hacia el fin del sexenio del gobierno del presidente Vicente Fox, su Secretario de Energía, Fernando Canales Clariond, anunció que se habían identificado 150 puntos viables para nuevos proyectos hidroeléctricos que podrán desarrollar el sector privado y la CFE. Y confirmó que "La Comisión Reguladora de Energía (CRE) trabaja en definir cuáles de esas fuentes hidráulicas serían reservadas al Gobierno a través de la CFE y cuáles serían susceptibles de ser otorgadas como permisos a particulares". Carlos Ruiz Quintana, subgerente de Dictaminación de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el mismo periodo, reconoció que cualquier persona física o moral podría solicitar una concesión si se cumplen tres principios específicos: disponibilidad de agua, respeto a los derechos de veda, reglamentos y reserva, y no afectar los derechos de terceros. Del mismo modo se requiere de un estudio de impacto ambiental "tipo 1", uno de los requisitos menos complicados de cumplir y que se tramita en la localidad lo que facilita la apropiación empresarial. Antonio Gordillo Ozuna, gerente de registro público de derechos de agua de la CNA, refirió que la CFE ya tiene concesionados los ríos más caudalosos del País, así como las principales presas, pero se busca sacar provecho a cauces más pequeños con los otros proyectos. Para la CFE, por ejemplo, las cuencas de los ríos Moctezuma y Bajo Balsas, que cruzan Hidalgo, ofrecen un gran potencial para el interés de las inversiones privadas.¹⁹ Actualmente, por ejemplo, la Proveedora de Electricidad, en Jilotlán de Dolores, Jalisco, que inició operaciones en enero del 2005, genera 19 MW y suministra energía a empresas locales avícolas por medio de una pequeña red que instalaron con autorización de la CRE.²⁰

La minihidráulica tiene todavía un gran potencial.²¹ Los sitios identificados con mayor potencial minihidráulico se encuentran ubicados en los estados de Puebla, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca, Jalisco, Guerrero y Nayarit por la ubicación de 130 ríos en éstos o afluentes de segundo orden que llegan al río principal. Y los ríos Grijalva, Ixtapantongo y Balsas tienen el 90% del potencial según datos de la CONAE. Por otro lado, la normativa que permite la puesta en marcha de plantas a través del esquema de autoabastecimiento está suponiendo un incremento de las centrales minihidráulicas que entran en funcionamiento en México. Para conseguir un permiso para la creación de una central minihidráulica es necesario tramitarlo a través de la Comisión Nacional del Agua y como requisito se ha de realizar un estudio de impacto ambiental ‘tipo 1’ como

¹⁷ 22 de mayo de 2006, declaración de Francisco Xavier Salazar, presidente de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

¹⁸ Según ha afirmado Eduardo Zenteno, director en México de la empresa Electricité de France (EDF).

¹⁹ MURAL, 23 de mayo del 2006

²⁰ Business News Americas

²¹ Ver “Producción Minihidráulica en México”, Comisión Nacional de Ahorro de Energía, www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_631_energia_minihidraulica

hemos mencionado, que es de los menos complicados de cumplir, y que se tramita en la misma localidad donde se propone instalar la central minihidráulica.

Se prevé que este tipo de inversión vaya aumentando gracias en parte al Acuerdo Presidencial de Mejora Regulatoria, firmado el 11 de agosto de 2005, a través del cual se permite transmitir la energía eléctrica más allá de una localidad a través de la red de la Comisión Federal de la Electricidad (la compañía eléctrica estatal más importante de México) pagando una tarifa. Además las tarifas de los nuevos proyectos no estarán sujetos al régimen paraestatal, el cual supone subidas de tarifas de acuerdo al comportamiento de los hidrocarburos.

Por otro lado la CFE también cuenta con un total de 36 centrales fuera de servicio, cuando la potencia de este grupo de centrales era de 36,7 MW, y se estima que habrían estado aportando en conjunto unos 125,6 GWh de generación media anual. Y es que el número de plantas minihidráulicas obsoletas es demasiado grande. Esto supone según la CFE una oportunidad de negocio para empresas del sector, ya que un campo importante en el cual ya se han llevado a cabo proyectos es la repotenciación de minihidráulicas dadas de baja o en servicio por medio de turbinas más eficientes pero sin retirar las unidades originales. Y los resultados indican que es factible la eficiencia de generación. Comexhidro es una empresa que se dedica al aprovechamiento de presas de riego agrícola para su uso energético. El impacto ambiental resulta nulo, ya aquí que no hace falta construir la presa, sino que se emplea la ya desarrollada. La empresa inauguró en 2003 su primer proyecto llamado "Las Trojes", una minihidroeléctrica de 8 MW de capacidad en el estado de Jalisco. El proyecto más importante de la empresa es la hidroeléctrica "El Gallo" en el estado de Guerrero, una planta con una capacidad de 30 MW. Dicho proyecto incluirá por primera vez en México un componente de financiamiento ambiental, a través de bonos de carbono dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La empresa aprovechará los incentivos adicionales provenientes de estos bonos conjuntamente con la nueva regulación sobre interconexiones para fuentes intermitentes, para así lograr la rentabilidad de sus proyectos.

El potencial hidroeléctrico total nacional se estima en 53.000 MW, del cual se tienen identificados 541 sitios con un potencial de 19.600 MW. Por ejemplo, en la región que comprende los estados de Veracruz y Puebla se estima un potencial de generación de hasta 3.570 GWh/año, equivalente a una capacidad media de 400MW. Según datos de la CFE el potencial hidroeléctrico aprovechado actualmente para generación de electricidad asciende a los 9.100 MW en 77 centrales con una generación anual de poco más de 20.000 GWh/año. El potencial estimado para centrales con capacidades instaladas menores a los 10 MW se sitúa en los 3.250 MW. Por otro lado se estima que en los canales de riego agrícola existe un potencial aprovechable superior a 300 MW. Según datos de la Secretaría de Energía, en los últimos 10 años el costo del Kwh. se ha reducido en más de un 30%, y se espera una reducción adicional de 30% para el año 2010.

Según fuentes de la propia CFE, ésta y Luz y Fuerza del Centro cuentan con 22 centrales minihidráulicas operativas (< 5MW) conectadas al sistema eléctrico nacional. En dichas centrales hay instaladas un total de 44 unidades turbo-generadoras cuya capacidad efectiva conjunta es de aproximadamente 33MW, es decir, un promedio de

1,5 MW/central (0,75 MW por unidad). Su generación media anual conjunta es aproximadamente de 102 GWh. Por otro lado hay también un gran número de centrales en estados como Veracruz, Chiapas, Morelos, Estado de México y D.F. de particulares independientes de la red nacional. Sin embargo por tratarse de sistemas privados, la información que se tiene en cuanto a su operación y mantenimiento actual es muy escasa y es muy probable que muchas de ellas estén fuera de servicio.

Otras fuentes confirman que México cuenta con una capacidad de 3,500 MW de mini hidráulicas y 1,000 MW de bagazo.²²

Energía geotérmica. México ocupa el tercer lugar mundial en capacidad de generación de energía geotérmica, con 843 MW instalados en los campos de Cerro Prieto (730 MW), Los Azufres (88 MW) y los Humeros (25 MW). Esta cifra representa el 2,0% de la capacidad instalada del servicio Público. Asimismo está en construcción una ampliación en los Azufres II por 107 MW y otra en proyecto en Los Humeros por 55 MW. La viabilidad de este recurso energético dependerá del desarrollo de tecnología que permita el aprovechamiento de todos los tipos de recursos geotérmicos (roca seca caliente, geopresurizados, marinos y magmáticos). La CFE, que es el único desarrollador en México de estos proyectos, ha establecido la existencia de diversas manifestaciones termales en el país. En algunos sitios ha perforado pozos exploratorios, como en Tres Virginias (Baja California Sur), Los Negritos (Michoacán) y Acozulco (Puebla). Se estima que el potencial geotérmico de México en sistemas hidrotermales de alta entalpía (temperaturas mayores a 180° C) permitiría generar cuanto menos 2.400 MWe., y sin embargo sólo el 40% es aprovechado.

México cuenta con abundantes recursos geotérmicos. Actualmente contamos con una base de datos que incluye 2,332 manifestaciones geotérmicas distribuidas en 27 de los 32 Estados Mexicanos.²³

Biomasa. Según Jorge Wolpert Kuri, Consultor para Proyectos de Energías Renovables con Agencias Multilaterales,²⁴ en cuanto a la generación con Biomasa la industria azucarera tiene una capacidad total instalada de 426 MW, que funcionan con biogás en 48 molinos, pero con plantas viejas e ineficientes. Recientemente, la Comisión concedió un permiso para instalar una capacidad adicional de 40 MW. Además, 2 molinos de papel tienen un permiso de la CRE para co-generar vapor y electricidad con biomasa, el primero funcionará con bagazo (10MW), y el segundo que incinera licor negro (10 MW); tres permisos adicionales para la obtención de biogás a partir de rellenos sanitarios (18.2 MW), y un cuarto para biogás obtenido de procesos industriales (1 MW); y otro proyecto se encuentra en desarrollo, y ha sido autorizado para generar energía a partir de biogás producido por la fermentación anaerobia del abono de la vaca (10.6 MW).

²² Wolpert Kuri, Jorge, “Energías Renovables en México”, 29 de Septiembre de 2006.

²³ Iglesias R., Eduardo, Víctor Arellano Gómez y Rodolfo J. Torres, “Estimación del Recurso y Prospectiva Tecnológica de la Geotermia en México”, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Gerencia de Geotermia; www.iie.org.mx

²⁴ Wolpert Kuri, Jorge, “Energías Renovables en México”, 29 de Septiembre de 2006.