

El escenario mundial de la energía en el 2010, antes de Fukushima

José Luis Pinedo Vega, Fernando Mireles García, Sonia Azucena Saucedo
Anaya, Carlos Ríos Martínez y J. Ignacio Dávila Rangel

Unidad Académica de Estudios Nucleares, de la Universidad Autónoma de
Zacatecas

El 2010 fue el año más húmedo jamás observado desde el inicio en 1880 de las mediciones de la temperatura de la Tierra. Los ciclones en el Pacífico fueron los más apacibles con tan sólo 7 tempestades y 3 huracanes, la estación más débil desde 1950, mientras que en el Atlántico los ciclones fueron muy activos, con 19 tempestades tropicales y doce huracanes.

Esto dio como resultado sequías extremas en algunas regiones de la Tierra e inundaciones en otras. Las inundaciones de julio a septiembre en Paquistán causaron enormes destrozos y 1,760 personas muertas. La sequía en Etiopia dejó 300 mil muertos. La ola de calor o canícula y los incendios forestales en Rusia causaron 56 mil muertes. Las inundaciones en Australia entre noviembre 2010 y enero 2011 cubrieron una región del tamaño de Alemania y Francia juntas y aunque no hubo muchas muertes causaron enormes destrozos.

La actividad humana no fue la única causa de los cambios climáticos, el 2010 fue a su vez año del fenómeno del Niño. Sin embargo, si las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) continúan a este ritmo, el récord de 2010 no durará mucho tiempo.

El 56.6% del efecto invernadero se debe al CO_2 producido por el consumo de combustibles fósiles carbón, petróleo y gas natural, el 17.3 % es el remanente de CO_2 que los bosques y la vegetación en general no puede procesar por causa de la deforestación, otro 14.3 % constituye el efecto del metano y el restante 7.9% se debe al óxido de nitrógeno (N_2O). Para reducir la producción de gases de efecto invernadero es necesario reducir el consumo de energía fósil, aumentar la participación de las energías renovables y de energías limpias y evitar la deforestación.

El carbón es la fuente de energía primaria que produce mayor proporción de CO_2 . Una planta carboeléctrica produce entre 800 y 1,050 gramos de Carbono por cada kWh de electricidad producida (gC/kWh). Durante la combustión el carbón se libera en forma de CO_2 y un gramo de carbono equivale a 3.67 gramos de CO_2 ; por lo tanto las carboeléctricas producen entre 2.9 y 3.85 kilogramos de CO_2 por kWh de electricidad.

Una central de ciclo combinado y una termoeléctrica de gas natural producen entre 430 y 500 gC/kWh. La producción fotovoltaica con base en cristales de silicio produce entre 60 y 150 gC/kWh, que incluye la energía necesaria para la producción de las fotoceldas. Las plantas nucleares producen 6 gC/kWh, que incluye la energía requerida para fabricar y construir la planta y el combustible nuclear. Una planta hidroeléctrica produce 4 gC/kWh, que incluye la energía equivalente para construir la planta, y un generador eólico produce 3 gC/kWh. Aunque no hay fuentes de energía completamente limpias, a estas últimas cuatro formas de generación de electricidad, fotovoltaica, nucleoeeléctrica, hidroeléctrica y eólica, se les considera energía limpias.

La Cumbre de la Tierra y de los Cambios Climáticos celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, que reconoció la existencia de los cambios climáticos y la responsabilidad de las actividades humanas en el aumento del efecto invernadero, recomendó a los estados reducir las emisiones a niveles de 1990 y abrió la vía de la cumbre de Kyoto, Japón, que se celebró el 11 de diciembre de 1997. En ella 141 países se comprometieron a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases que producen efecto invernadero, integradas en el *Protocolo de Kyoto*. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5% las emisiones de gases con efecto invernadero entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990, un compromiso que entró en vigor el 16 de febrero del 2005. La Unión Europea y sus 15 Estados Miembro adoptaron el compromiso de adhesión desde el 31 de mayo 2002, Japón desde el 4 de junio 2002 y Rusia el 18 de noviembre 2004.

La Cumbre de Copenhague, celebrada en diciembre del 2009, debía llegar a un acuerdo mundial para bloquear el calentamiento global, sin embargo no fue así, el evento no logró ningún compromiso, derivó en un debate en torno

a las responsabilidades de los países industrializados y la deuda ecológica que deben a los países del tercer mundo. El compromiso se pospuso para *la Cumbre de Cambio Climático de Cancún, México*, celebrada del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010, donde los resultados no lograron ser más alentadores que los de la cumbre de Copenhague.

Lo cierto es que después de los fracasos de Copenhague y de Cancún, el consumo de energía continuó aumentando en el mundo, mientras que la proporción del consumo de energía fósil que aporta el 87% del total, prácticamente permaneció constante.

En el 2010 el consumo mundial de energía primaria aumentó 5.4 % y el consumo total ascendió a 12 mil millones de toneladas equivalentes de petróleo (12,000 Mtep). Circunstancialmente en el 2009, como resultado de la crisis financiera desatada en Estados Unidos, hubo una reducción en el consumo mundial de energía del orden de 1.1% y por lo tanto una mitigación significativa en la producción de CO₂. Pero en 2010 el consumo mundial no solo se recuperó sino que repuntó de manera preocupante. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía en 2010 la producción de CO₂ en el mundo alcanzó la cifra record de 30 mil 600 millones de toneladas, 5% más que en 2008.

El petróleo sigue siendo la fuente de energía primaria más utilizada y su consumo sigue aumentando, sin embargo pierde terreno respecto al carbón. En 2010 el petróleo representó el 33.56% del consumo mundial, el carbón el 29.62%, el gas natural el 23.81%, la hidroelectricidad el 6.46% la energía nuclear el 5.21% y las fuentes no renovables el 1.3%.

El consumo de todos los tipos de energía aumentó, pero el carbono y el gas natural aumentaron en mayor proporción, favorecidos por su abundancia relativa y su bajo precio. El consumo de carbón aumentó en 7.6% y el del gas natural 7.4%. Con esta tasa de crecimiento, es prácticamente seguro que en menos de dos años el carbón destronará al petróleo, en cuyo caso los objetivos del Protocolo de Kyoto están aún mas lejos de poderse alcanzar. El aumento en el consumo de carbón significa que al mercado mundial de la energía poco le importan las consecuencias ambientales.

Los mayores consumidores de carbón durante el año 2010 fueron China, que consumió el 48.2% del carbón mundial, Estados Unidos que consumió 14.8%,

India el 7.8%, Japón 3.5 %, Rusia 2.6%, Sudáfrica 2.5 %, Alemania 2.2%. Tan solo estos siete países consumieron conjuntamente el 81.2 % del carbón del mundo.

Las reservas probadas de carbón en 2010 ascendían a 861 mil millones de toneladas, que dan una relación reserva/producción (R/P) de 118 años; las reservas de gas natural ascendían a 187.1 trillones de metros cúbicos, una relación R/P de 58.6 años; y las reservas de petróleo a 1,383.2 miles de millones de barriles, una relación R/P de 46.2 años.

El uso del gas natural, por su parte, aumentó impulsado por la ampliación de la oferta. Rusia incrementó su producción en 11.6%, Estados Unidos en 4.7% y en Qatar 30.7%. A esto se agregó la intempestiva explotación del gas de pizarra (o en inglés *Shale gas*) que desde el 2005 floreció en Texas y Colorado, en Estados Unidos, lo que propició que cayera el precio del gas natural. La técnica de explotación del gas de pizarra, requiere mucha agua para fracturar la roca para extraerlo y utiliza sustancias químicas tóxicas como glicoles y tolueno, que a menudo contaminan los mantos acuíferos. Como la recuperación del gas no se da al 100% se liberan a la atmósfera cantidades importantes de metano que contribuyen a aumentar el efecto invernadero. Esto ha provocado que aún antes de consolidarse la técnica de explotación, el gas de pizarra enfrente ya un gran rechazo.

Frenado por un aumento promedio de 29 % en el precio del petróleo respecto al 2009, el consumo tuvo un aumento moderado de 3.1 %. Entre lo más destacado, China aumentó su consumo en un 10.4%, mientras que Estados Unidos en un 5.4 %, Rusia en 9.2% y Brasil en 9.3%, lo cual mostraba síntomas de la recuperación económica después de la crisis del 2009. Sin embargo el ensamble de países de Europa registró una reducción en el consumo, notablemente en Francia hubo una reducción de 4.7% y en Reino Unido de 1%; mientras que en Alemania hubo un pequeño aumento de 1.1%.

La hidroelectricidad aumentó un 5.3%, mientras que la oferta de energía nuclear tuvo un incremento de sólo 2%, el más reducido de todas las fuentes de energía.

El aumento más espectacular fue justamente el de las energías renovables, que registraron un incremento de 15.5%. Sin embargo su participación fue apenas de 1.3% del consumo mundial y su adopción no ha sido

muy general. El 70% de la energía renovable se desarrolla en tan sólo 11 países: Estados Unidos produjo el 24.7%, Alemania 11.7%, España 7.8%, Brasil 5%, Italia 3.5%, Japón e India 3.2%, Reino Unido 3.1, Suiza 2.7%, Canadá y Francia 2.1%.

Eficiencia en el uso de energía de los principales consumidores del Mundo en 2010.

China.- Tiene la población más grande del mundo con 1,354 millones de habitantes y es la segunda potencia económica mundial, con un PIB de 5,745.1 miles de millones de dólares, que es del orden de 40% del PIB de Estados Unidos, y un producto interno bruto per cápita de 4,243 dólares.

En el año 2010 China rebasó a Estados Unidos como primer consumidor mundial de energía, un acontecimiento histórico sin precedente. Su consumo de energía ascendió a 2,432 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), que representa el 20.22% del consumo mundial. El 70.5% del consumo de China correspondió a carbón, el 17.6% a petróleo, el 6.7% a hidroelectricidad, el 4% a gas natural, el 0.7% de energía nuclear, y 0.5 % a energías renovables. Sólo 192 Mtep, que corresponden a 7.9 % de su consumo, tuvieron su origen en energías limpias: hidroelectricidad, nucleoelectricidad y energía renovables.

El rendimiento energético, que se mide dividiendo el PIB entre el consumo de energía total, fue tan solo de 2.³⁶ dólares por cada kilogramo de petróleo equivalente consumido (US\$/kgpe). Su consumo de energía per cápita, que se mide dividiendo el consumo de energía entre el número de pobladores, fue 1.8 toneladas equivalentes de petróleo por habitante (tep/hab).

China es el líder mundial en el crecimiento del consumo de energía, que en el 2010 registró un aumento de 11.2%. Con 48.2% del carbón mundial fue el mayor consumidor de este energético; consumió el 10.6% del petróleo, el 3% del gas natural; el 2.7% de la energía nuclear y el 7.6% de la energía renovable.

El hecho de ser el mayor consumidor de energía hace que sea el país con mayor producción de gases de efecto invernadero. Sin embargo, aunque ciertamente impulsa el desarrollo de las fuentes renovables y de las energías limpias, a tal grado que es el país con el programa nuclear más ambicioso y con

las plantas hidroeléctricas más grandes del mundo, la contribución de las fuentes limpias es tan sólo de 7.9%.

Estados Unidos.- Es la primera potencia económica mundial con un PIB de 14,624.2 miles de millones de dólares, 317 millones de habitantes y un PIB per cápita de 46,133 dólares.

En el 2010 pasó a ser el segundo consumidor mundial de energía con 2,286 Mtep, que representa el 19.04% del consumo mundial. El 37.2% del consumo de los Estados Unidos correspondió a petróleo, el 27.1% a gas natural, el 23.0% a carbón, el 8.4% a energía nuclear, el 2.6% a hidroelectricidad, y el 1.7% a energías renovables. El 12.7% de su consumo correspondió a energías limpias, 290.3 Mtep.

El rendimiento energético de Estados Unidos fue de 6.⁴⁰ US\$/kgpe. Su consumo de energía per cápita fue 7.2 tep/hab.

Estados Unidos ha liderado por décadas el consumo de petróleo, de gas natural, de energía nuclear y energías renovables. En el 2010 consumió el 21.1% del petróleo del mundo, el 21.7% del gas natural, el 14.8% del carbón, el 30.7% de la energía nuclear y el 7.6% de la hidroelectricidad y el 24.7% de la energía renovable. En 2010 Estados Unidos aumentó su consumo de energía en 3.7%, una cantidad inferior al promedio mundial, pero que refleja una progresiva recuperación del aparato productivo después de la crisis del 2009.

Rusia. - Es la décima potencia económica con un PIB de 1,476.9 miles de millones de dólares, que es apenas el 10% del PIB de Estados Unidos, y con 141.2 millones de habitantes tiene un PIB per cápita de 10,460 dólares.

En 2010 Rusia fue el tercer consumidor mundial de energía, con 690.9 Mtep, el 5.75% de la energía del mundo. El 54.0% de la energía correspondió a gas natural, el 21.4% a petróleo, el 13.6% a carbón, el 5.6% a energía nuclear, el 5.1% a hidroelectricidad, y prácticamente no utilizó energías renovables. El 10.7% de su consumo correspondió a energías limpias, 73.9 Mtep.

El rendimiento energético de Rusia fue de 2.¹⁴ US\$/kgpe. Su consumo de energía per cápita fue 4.9 tep/hab.

En 2010 Rusia aumentó su consumo total de energía en 5.5%, impulsado sobre todo por un aumento extraordinario de un 9.2% en el consumo de petróleo y un aumento un poco menos impactante de 6.2% de gas natural.

India.- Tiene la segunda población más grande del mundo con 1,214 millones de habitantes con una explosiva tasa de crecimiento de 9.7%, un PIB de 1,430 miles de millones de dólares y un PIB per cápita de 1,180 dólares.

En 2010 India fue el cuarto consumidor mundial con 524.2 Mtep, que representó el 4.4% de la energía del mundo. El 53.0% su energía provino del carbón, el 29.5% del petróleo, el 10.6% de del gas natural, el 4.8% de la energía nuclear, el 1.0% de la hidroelectricidad, y cerca de 1.0% de energías renovables. El 6.8% de su consumo correspondió a energías limpias, 35.6 Mtep.

En 2010 India aumentó su consumo en 9.2%, su rendimiento energético fue de 2.⁷³ US\$/kgpe y el bajo consumo de energía per cápita de 0.43 tep/hab que refleja su enorme población.

Japón.- Es la tercer potencia económica, con un PIB de 5,390.9 miles de millones de dólares, apenas ligeramente inferior al de China, una población de 127.36 millones y un PBI per cápita de 42,328 dólares, que es casi 10 veces el de China.

En 2010 Japón fue el quinto consumidor mundial de energía, con 500.9 Mtep, el 4.2% de la energía del mundo. Esta cantidad, es del orden de la quinta parte del consumo de China. El 40.2% de su energía provino del petróleo, el 24.7% del carbón, el 17.0% del gas natural, el 13.2% de la energía nuclear, el 3.9% de la hidroelectricidad y el 1.0% de las energías renovables. Con 90.7 Mtep, el 18.1% correspondió a energías limpias, pero en el caso de la hidroelectricidad la explotación ha llegado a su máximo y en cuanto a las energías solar y eólica tienen progresos importantes, pero su proporción es marginal.

En 2010 Japón aumentó su consumo en 5.9%, su rendimiento energético fue de 10.⁷⁶ US\$/kgpe y su consumo de energía per cápita 3.93 tep/hab.

Alemania.- Es la cuarta potencia económica mundial, con 82 millones de habitantes, un PIB de 3,305.9 miles de millones de dólares y un PBI per cápita de 40,316 dólares.

Alemania, con un consumo de 319.5 Mtep, que representó el 2.7% del total mundial de energía, fue el sexto consumidor de energía. El 36.0% provino del petróleo, el 23.9% del carbón, el 22.9% del gas natural, el 9.95% de la energía nuclear, el 1.34% de la energía hidráulica y el 5.82% de las energías renovables. El 17.1 % de su energía correspondió a energías limpias, 54.6Mtep.

En el 2010 Alemania aumentó su consumo en 3.9%, su rendimiento energético fue de 10.³⁵ US\$/kgpe y su consumo de energía per cápita fue 3.9 tep/hab.

Otros grandes consumidores.- Los siguientes grandes consumidores de energía del Mundo son: en 7° lugar Canadá, con 316.7 Mtep; en 8° Corea del Sur, con 255.0 Mtep; en 9° Brasil, con 253.9 Mtep; en 10° Francia, con 252.4 Mtep; en 11° Irán, con 212.5 Mtep; en 12° Reino Unido, con Mtep 209.1; en 13° Arabia Saudita, con 201.0 Mtep; en 14° Italia; con 172.0 Mtep; y en 15° México, con 169.1 Mtep. Irán y Arabia Saudita son grandes exportadores de energía en forma de petróleo crudo,

Algo similar al desplazamiento en el ranking mundial de Estados Unidos por China, fue el desplazamiento de Francia por Brasil.

México.- Tiene 110.6 millones de habitantes, un PIB de 1,004 miles de millones de dólares y un PBI per cápita de 9,078 dólares.

México, con un consumo de 169.1 Mtep, en 2010 fue el 15° consumidor de energía, con 1.4% del total mundial. El 51.7% de la energía provino del petróleo, el 36.7% del gas natural, el 4.9% del carbón, el 4.9% de hidroelectricidad, el 0.8% de la energía nuclear y el 1.0% de energías renovables. El 6.7% de su energía corresponde a energías limpias, 11.3 Mtep, una participación apenas del mismo orden que el de India.

En cuanto a petróleo, en 2010 México produjo 146.3 Mtep y consumió 87.4 Mtep. La diferencia fue 58.9 Mtep, sin embargo las exportaciones netas ascendieron a 45.9 Mtp, lo que quiere decir que en la contabilidad nacional hay una discrepancia de 13.0 Mtep, que es 8.8% del petróleo producido.

En cuanto a gas natural, en 2010 México produjo 49.8 Mtep y consumió 62.0 Mtep. Esto implica que importó 12.2 Mtep o el 19.7% del gas que consume.

En 2010 México registró un aumento en el consumo de energía de 1.2 %. Su rendimiento energético fue de 5.⁹⁴ US\$/kgpe, un rendimiento ligeramente inferior al de Estados Unidos, que es 6.⁴⁰ US\$/kgpe, y 55% del rendimiento de Japón. Lo negativo del caso es que el PIB per cápita de México es apenas del orden de un quinto del de Estados Unidos, Japón o Alemania. Estos datos ubican a México como un país altamente consumidor de energía, por tanto que tiene grandes rezagos en materia de eficiencia.

El consumo de energía por habitante fue de 1.5 tep/hab, es decir ligeramente inferior al de China el cual, aunque es el mayor consumidor del mundo, tiene un nivel de vida de un país emergente y no el de un país desarrollado. Esto quiere decir que México tiene un consumo propio de un país con una gran población.

Conclusiones. -Las iniciativas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático y la adopción del Protocolo de Kyoto parecen haberse metido en el congelador. En el año 2010 el mundo aumentó su consumo de energía en un 5.7%. Al mismo tiempo, la alternancia de sequías extremas e inundaciones continúan alertando al Mundo que los cambios climáticos son reales y de dimensiones catastróficas, pero la sed por la energía predomina sobre la preocupación por los cambios climáticos.

No parece haber países benévolos con el medio ambiente, al menos entre los mayores consumidores del mundo. El uso de la energía parece regirse estrictamente por la preocupación por el crecimiento económico y no parece tener más freno que la disponibilidad y los precios en el mercado.

La incorporación de fuentes de energía limpias y de fuentes renovables, aunque notable, no ha podido aumentar ni siquiera en un uno por ciento de la participación mundial. Las energías fósiles siguen aportando el 87% de la energía, y siguen rigiendo el crecimiento en el consumo.

Tan solo China y Estados Unidos consumieron casi 40% de la energía del mundo y produjeron una proporción similar de gases de efecto invernadero. Los 6 primeros consumidores de energía en conjunto consumieron 56% de la energía del mundo, ¿a cambio de qué?. Entre estos primeros consumidores Japón y Alemania son los países que tienen mayor participación de energías limpias con participaciones de 18.1% y 17.1% respectivamente.

Entre los primeros consumidores, Japón y Alemania tienen las mejores cifras tanto en rendimiento energético como en consumo de energía per cápita. Hay otros países con rendimientos ligeramente mejores como Dinamarca, Irlanda, Reino Unido y Suiza, pero finalmente el rendimiento significa cuántos dólares se obtienen por un kilogramo equivalente de petróleo de energía consumida y no qué tan benévolo se es con el planeta. Particularmente Suiza sustenta gran parte de su productividad en las finanzas, actividad que no requiere infraestructura consumidora de energía.

No es suficiente mejorar el rendimiento energético, puesto que este depende en gran medida del mercado y particularmente del tipo y valor de las mercancías. China, utilizando una cantidad similar de energía que Estados Unidos, domina el mercado mundial de las mercancías. Sin embargo, tan sólo tiene un PIB equivalente a 29% del de Estados Unidos.

Imperativamente es necesario tanto reducir el consumo como promover el uso de energías limpias.

Bibliografía. -

- *2010, année des catastrophes naturelles*, LEMONDE.FR Avec AFP | 03.01.11 | 19h19 · Mis à jour le 03.01.11 | 22h36.
- Bilan du Monde, Le Monde, 2011.
BP Statistical Review of World Energy, June 2011,
bp.com/statisticalreview, June 2011.
- [J. L. Pinedo Vega](#), *El Petróleo en Oro y Negro*, Estudios Interdisciplinarios, Colección Libros en Red, Publibook, ISBN 1-59754-085-4, (2005).
- *L'année 2010 a été la plus chaude sur le globe, ex aequo avec 2005*, LEMONDE.FR avec AFP et Reuters | 13.01.11 | 07h12 · Mis à jour le 13.01.11 | 09h43.
- Nuclear Energy Data, Données sur l'énergie nucléaire 2010, OECD 2010, NEA No. 6893.
- Munich RE NatCatSERVICE,
http://www.munichre.com/app_pages/www/@res/pdf/media_relations/press_releases/2011/2011_01_03_munich_re_natcatservice_en.pdf.