

proceso electoral planteando que no existen condiciones para participar en torneos electorales organizados por la clase dominante.

En 2008 la revista *Tareas* comienza a celebrar su cincuentenario. En octubre de 1960 apareció la primera entrega de *Tareas* bajo la dirección del entonces joven intelectual Ricaurte Soler quien se mantuvo a la cabeza de la publicación hasta su prematuro fallecimiento en 1994.

En este número 129, *Tareas* le presta especial interés a la cuestión energética en Panamá que se está manejando contra los intereses nacionales. Por un lado, un trabajo del profesor de Física de la Universidad de Panamá, Eduardo Flores, quien propone soluciones al problema. A su vez, el ingeniero Domingo Perdomo, con una larga experiencia sobre la materia, también enfatiza la urgencia de tomar medidas que sean afines a las necesidades del país.

En la sección sobre "Historia y Sociedad", el historiador Alfredo Castillero Calvo aborda la política imperial española a fines del período colonial que se define por una política defensiva. Por otro lado, se publica un artículo que plantea como aparentemente Chile se involucró en la rebelión liberal panameña de 1885. El capitán de navío de la Armada chilena, Carlos Tromben, revela cómo los gobernantes panameños de aquella fecha no vacilan en pedirle al barco de guerra Esmeralda que esté disponible para neutralizar las maniobras de los barcos de guerra de EEUU en aguas panameñas.

En la sección "Exclusión y Ambiente", se publica un artículo sobre el problema de la exclusión y la discapacidad del sociólogo Paul Córdoba. El veterano periodista Adán Castillo Galástica aborda, por su lado, la necesidad de promover una campaña agresiva en materia de educación ambiental.

Tareas se engalana con la publicación de la entrevista que le hiciera José Carr al artista y activista social Ignacio "Cáncer" Ortega Santizo fallecido prematuramente en 2007. En la conversación, Carr logra extraer de "Cáncer" el pensamiento de una generación de panameños que estaba convencida de que en Panamá se podía construir una mejor sociedad.

Finalmente, se publican sendas declaraciones de instancias laborales que se refieren a la fundación de una nueva Internacional laboral constituida en la ciudad de Panamá con la participación de centrales obreras del mundo entero.

CRISIS ENERGETICA

EL FUTURO ENERGETICO DE PANAMA

Eduardo Flores Castro*

Problemática global

La energía es una medida del movimiento y su interacción con la materia. Uno de los principios fundamentales de la naturaleza es la *conservación de la energía* que señala que: *La energía no puede ser creada ni destruida, sólo puede pasar de una forma a otra.* De acuerdo a las distintas formas del movimiento, la energía puede ser clasificada como energía mecánica, energía química, energía electromagnética, energía nuclear, etc.

Desde el punto de vista de la utilización que el hombre le da a la energía, las fuentes de energía pueden clasificarse como: fuentes de energía convencionales (termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleoelectricas), y fuentes de energía no convencionales (fotovoltaicas, eólicas, biomasa, geotérmicas y mareomotriz).

*Profesor de Física de la Universidad de Panamá.

El consumo energético mundial se estima en $3,7 \times 10^{20}$ J al año, del cual el petróleo es la fuente de energía primaria más importante ya que representa casi el 37 por ciento del consumo energético mundial. El segundo producto de mayor consumo mundial como portador primario de energía es el carbón con 27 por ciento, seguido del gas natural con 24 por ciento, la hidroelectricidad con 6 por ciento y la producción de energía de origen nuclear también con 6 por ciento.

Las reservas mundiales de combustibles no son ilimitadas. Tomando en cuenta que las reservas de petróleo en nuestro planeta son del orden de $1,3 \times 10^{12}$ barriles, y que el consumo anual de petróleo es próximo a $3,0 \times 10^{10}$ barriles; para el año 2050 estarán agotados los yacimientos hasta hoy conocidos de petróleo de la Tierra. De acuerdo a esta estimación el declive en la reserva mundial de petróleo empezará en 2008. Por otro lado, en vista de que las reservas de uranio están próximas a $3,1 \times 10^6$ toneladas y que el consumo anual de uranio es de $6,0 \times 10^4$ toneladas, las reservas de uranio se agotarán en el año 2060. Debido a que la reserva mundial de gas natural está alrededor de $1,5 \times 10^{14}$ m³, y que el consumo anual es aproximadamente de $2,4 \times 10^{12}$ m³, las reservas de gas natural se acabarán para el año 2070. Sin embargo, como las reservas comprobadas de carbón son de $1,0 \times 10^{12}$ toneladas, y el consumo anual de carbón está alrededor de $5,8 \times 10^9$ toneladas, tenemos carbón hasta el año 2180.

Para que un país pueda aprovechar su potencial energético, se requiere un desarrollo tecnológico y una apropiada estrategia energética. El desarrollo de un país no debe medirse solamente en función de la cantidad de energía que utiliza por habitante, sino además por el uso eficiente con que utiliza su energía. Mientras que en los países desarrollados, en promedio, cada persona consume anualmente el equivalente a 40 barriles de petróleo, en los menos desarrollados cada individuo consume por año el equivalente a 6 barriles.

A pesar de que el modo de vida de los estadounidenses es una aspiración de muchas personas, si el resto del planeta consumiera la energía que consume cada ciudadano de ese país, habría que *multiplicar por 5 la producción de energía mundial*.

Desde otro ángulo, aunque encontremos y podamos explo-

tar combustibles fósiles en otros planetas, debemos cambiar nuestros hábitos y forma de consumo energético, ya que no podemos, por la supervivencia de nuestra especie, seguir arrojando gases contaminantes a la atmósfera.

Las alternativas energéticas de Panamá

El consumo total de energía de la República de Panamá en un año es aproximadamente de $7,0 \times 10^{16}$ J, lo que representa 0,02 por ciento del consumo total de energía en el mundo. De esta cantidad la energía eléctrica consumida anualmente en nuestro país es próxima a $2,2 \times 10^{16}$ J ($6,0 \times 10^9$ kW.h). En la actualidad tenemos una capacidad instalada de energía eléctrica próxima a 1 600 MW, pero cada año el desarrollo económico de Panamá requiere cerca de 40 MW de nueva generación.

Petróleo

El petróleo es un aceite natural producido por la descomposición, en ausencia de oxígeno, de sedimentos orgánicos marinos depositados bajo la superficie. La dependencia energética de petróleo de Panamá es de 87 por ciento. Nuestro país consume anualmente cerca de 16 millones de barriles de petróleo. De esta cantidad, aproximadamente, la mitad del petróleo consumido es absorbido por el transporte. Los derivados del petróleo que consumimos provienen mayoritariamente de Curaçao.

En la década de 1970 se encontraron indicios de hidrocarburo en Panamá. Actualmente se hacen los estudios de prospección y factibilidad de yacimientos de petróleo en el golfo de San Miguel en Darién. Existen evidencias de la existencia de petróleo con gas en nuestro territorio, la cuestión fundamental es saber si con los precios actuales su explotación es rentable.

Hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es el lugar donde la energía potencial que posee una caída de agua, se transforma en energía eléctrica a través de un dinamo. Las centrales hidroeléctricas no consumen el agua, ni la transforman en algo distinto, sólo aprovechan la energía del flujo del agua.

En Panamá hay instaladas ocho hidroeléctricas con potencias superiores a los 840 MW, suministrando el 53 por ciento de la generación de energía eléctrica total del país. Se tiene en proyecto la construcción de otras ocho hidroeléctricas, las cuales vendrían a representar un importante apoyo a la generación de energía no contaminante.

Energía solar

La energía solar es la energía obtenida directamente del sol. La potencia por unidad de superficie que nos llega del sol es de 1000 W/m². La energía solar puede ser aprovechada para producir agua caliente de baja temperatura para uso doméstico o industrial. A través de placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar, la energía solar se puede transformar en electricidad. También puede ser utilizada para producir electricidad calentando agua con la radiación solar y haciéndola pasar a través de una turbina. Además, se puede producir electricidad utilizando el sol para calentar el aire, que luego sube por una chimenea donde están los generadores.

Debido a la proximidad de Panamá con respecto al Ecuador, tenemos una buena disponibilidad del recurso energético solar. La energía por unidad de superficie que recibe nuestro país durante un día es del orden de 4,5 kW.h/m².

Si deseáramos reemplazar toda nuestra energía eléctrica por energía fotovoltaica, necesitaríamos un área para la disposición de los paneles de unos 150 km². El costo de los paneles solares, sus baterías y conectores que suplirían nuestras necesidades sería de aproximadamente 50 mil millones de dólares. Si consideramos que estos paneles tienen una vida útil alrededor de 25 años, significa que terminado este tiempo se debe hacer una nueva inversión. Esto sin considerar que las baterías (acumuladores de energía) deben ser reemplazadas aproximadamente cada 3 años.

A pesar que la inversión para generar electricidad fotovoltaica es alta, ella es una alternativa en los lugares en donde aun no ha llegado la red de distribución de energía eléctrica. No está de más recordar que cerca del 15 por ciento de las viviendas de nuestro país aun no disponen de electricidad.

Energía de biomasa

La biomasa es todo material orgánico de origen vegetal o animal que puede ser utilizada para producir energía. Entre los residuos agrícolas que pueden ser quemados para generar electricidad, tenemos los tallos del maíz y el bagazo de la caña. No está de más señalar que la mitad de masa de los árboles que es destinada para uso maderable, es desechada en forma de ramas, corteza, astillas y aserrín.

La caña de azúcar puede ser utilizada para producir etanol (biocombustible), para posteriormente ser empleado como combustible en los automóviles. En vista que el rendimiento de una hectárea de caña produce aproximadamente 2.300 galones de etanol al año y que el consumo anual de gasolina en Panamá es del orden de 162 millones de galones; si deseáramos añadir 10 por ciento de etanol a la gasolina (gasolina E10), se requerirían 16,2 millones de galones de etanol. Para esto necesitaríamos sembrar 70 km² de caña.

Como actualmente Panamá posee 170 km² destinado a la siembra de caña, requeriríamos utilizar el 41 por ciento de estas cosechas para producir el etanol requerido u ocupar 70 km² adicionales para las nuevas plantaciones de caña.

El biodiesel es un biocombustible que se obtiene a partir de aceites vegetales o grasas animales mediante procesos industriales. Una de las variedades de mayor rendimiento por hectárea de aceite vegetal para producir biodiesel es la palma africana.

Considerando que una hectárea de palma produce cerca de 1400 galones de biodiesel al año y que el consumo anual de diesel en Panamá es del orden de 267 millones de galones, si deseáramos añadir 5 por ciento de biodiesel al diesel (diesel B5), se requerirían 13,4 millones de galones de biodiesel. Para esto necesitaríamos sembrar 95 km² de palma.

Actualmente, nuestro país siembra alrededor de 60 km² de palma africana, cubriendo solamente el 30 por ciento de la demanda nacional de aceite vegetal para consumo humano. Esto significa que en verdad se debería sembrar el faltante de palma para producir el aceite comestible (140 km²), más los 95 km² de palma que se requiere para añadirlo al diesel; de aquí que la superficie total requerida para la siembra de palma africana es de 235 km².

Si se supone que el dióxido de carbono emitido por la combustión de los biocombustibles es igual al que las plantas capturan durante su crecimiento, su utilización representaría una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Todo parece indicar que la producción a gran escala de etanol y biodiesel es inviable, ya que si quisiéramos sustituir toda la gasolina y todo el diesel que usamos por etanol y biodiesel tendríamos que sembrar cerca del 3,4 por ciento de del territorio nacional de caña de azúcar y palma africana.

Energía eólica

La energía eólica es el aprovechamiento de la energía del aire en movimiento. A través de esta fuente de energía renovable la energía cinética del viento hace girar las aspas de una turbina, transformándola, por medio de un generador, en electricidad.

Panamá posee un gran potencial de generación eólica en lugares como cerro Tute, Boquete, Hornito, La Miel, Coiba, las costas de Los Santos, Bocas del Toro, San Blas, Colón y el norte de Coclé, en donde la rapidez media anual está del orden de 35 km/h.

En el supuesto que tengamos la capacidad eólica para reemplazar a toda nuestra actual generación eléctrica por aerogeneradores de 600 KW, se requeriría instalar cerca de 6.000 torres eólicas. La inversión para realizar un proyecto de semejante magnitud sería de alrededor de los 2.400 millones de dólares. Como la energía eólica no es una fuente estable, en realidad la energía eólica no se utiliza como una fuente única, sino como fuente complementaria de energía.

Finalmente debemos señalar que la energía eólica no es ilimitada, ya que si se llegase a *capturar el 1 por ciento de todos los vientos de mundo* podría causar un desastre ecológico. Todo esto sin considerar que las torres de acero, sus paletas de fibras de vidrio y sus bases de cemento, también representan fuentes de contaminación en sus procesos de fabricación.

La turba

La turba se produce por la descomposición de la biomasa bajo condiciones homogéneas por periodos de miles de años

en pantanos. La turba por ser la primera etapa de la formación de carbón, presenta una concentración de carbono inferior al 60 por ciento.

Una de las mayores reservas de turba de nuestro país se encuentra en Changuinola, ocupando una superficie de 80 km² y 8 m de espesor. Considerando la cantidad de turba que poseemos y en vista de que su capacidad energética es del orden de 20 MJ/kg, podríamos suplir con este combustible las necesidades de las actuales termoelectricas durante aproximadamente 30 años.

Poder geotérmico

La energía geotérmica es la que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Las zonas con mayor potencial térmico de nuestro país son: Caldera y La Colorado (Chiriquí), El Valle de Antón (Coclé), La Chitra (Veraguas), y Tonosí (Los Santos). Se estima que Panamá tiene un potencial geotérmico del orden de los 50 MW.

Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es la que resulta de aprovechar los cambios de las mareas, como consecuencia de la interacción gravitatoria entre la Tierra y la luna. Esta diferencia de alturas se utiliza para mover durante el ascenso y el descenso de las aguas, una turbina y genere electricidad.

De los 21 puntos en el mundo, que se destacan como potenciales fuentes para el aprovechamiento de la energía mareomotriz, la costa pacífica de Panamá es uno de ellos. El golfo de Panamá por tener una diferencia de altura entre sus mareas de aproximadamente 4,0 m, posee un potencial mareomotriz susceptible de ser aprovechada.

¿Qué hacer frente a la crisis energética?

Lo primero que hay que hacer es que los gobiernos y la sociedad en general tomen conciencia de la gravedad del problema. Los próximos 10 años son claves para tomar medidas y desarrollar los proyectos que sustituyan las fuentes de energía tradicionales por fuentes de energía alternas.

Se deben apoyar los proyectos de innovación tecnológica, como el que propone que en las salidas de las termoelectricas

se instalen plantas de captura y almacenamiento de CO₂, para convertirlo en combustible para su reutilización.

La actividad que consume la mayor cantidad de petróleo es el transporte, por lo que en nuestra opinión, una de las medidas que habrá que tomar a futuro será la de regular el tamaño de los motores de los automóviles, es decir, llegará un momento en que el cilindraje máximo de los automóviles tipo sedán, no podrá exceder los 1.000 cm³.

Además, se tendrá que utilizar sustitutos de energéticos que no provengan de los combustibles fósiles. Sobre la polémica que si se utilizan combustibles provenientes de algunos cultivos, esto representa un peligro alimenticio para el mundo. A nuestro modo de ver esto tiene una solución muy simple: utilicemos los terrenos que actualmente todos los países utilizan para la siembra de tabaco y para la siembra de plantaciones que generen bebidas de alta concentración alcohólica (ron, tequila, whisky, vodka, etc), y de esta forma solucionamos varios problemas a la vez.

En el caso específico de la República de Panamá, se debe utilizar nuestra posición geográfica para convertirnos en *centro energético regional*, es decir, crear las condiciones para la instalación de refinería regional, centros de procesamiento de biocombustibles, planta de tratamiento de lubricantes, centro de distribución de gas natural, etc. Naturalmente, que cada una de estas instalaciones debe contar con las normas de seguridad ambiental nacionales e internacionales.

Como todas las fuentes de energía, la hidroeléctrica no es ilimitada, es decir, que no todos los países tienen ríos apropiados para ser aprovechados energéticamente. Hay que señalar que la construcción de grandes hidroeléctricas trae añadido problemas sociales. Este es el caso de la hidroeléctrica Las Tres Gargantas en China (18.000 MW), en la que se ha tenido que reubicar a 2 millones de personas. Nuestro país tiene potenciales recursos hidroeléctricos que deben ser aprovechados a plenitud. Las futuras hidroeléctricas que se construyan en nuestro país deben ser de tamaño medio (no más de 150 MW), con un área de embalse que no cree grandes afectaciones y con una apropiada compensación ambiental y social.

Cuando se inicie la producción de etanol y biodiesel en

nuestro país, se tendrán que establecer legislaciones, tal como existe en otros países, para el uso obligatorio de gasolina con un 10 por ciento de etanol (gasolina E10) y diesel con un 5 por ciento de biodiesel (diesel B5)

En vista que cerca del 18 por ciento de las familias panameñas utilizan leña como combustible para preparar sus alimentos, se hace necesario reforzar el manejo sustentable de la leña, a través de los programas de siembra de árboles de crecimiento rápido para este fin.

Se debe *incentivar fiscalmente* a las empresas que incorporen energía solar y/o eólica como parte de la energía que consumen. Por otro lado, debemos aprovechar a plenitud las potencialidades geotérmicas y mareomotrices que poseemos.

Si lográramos que la mitad de las familias de la República de Panamá, cambien sus focos incandescentes por focos fluorescentes, lograríamos un ahorro en la economía doméstica de alrededor de *20 millones de dólares al año*. Esto equivale a un ahorro de la energía que genera una termoeléctrica de 140 MW. En este sentido, el gobierno ya ha dado los primeros pasos, pero una medida que incentivaría el uso de focos fluorescentes es la *exoneración del impuesto de introducción* de estas lámparas, para hacerlas accesibles al bolsillo de todos los panameños.

Es obligante ser optimistas frente a la adversidad. Si embargo, se debe tener presente que ninguna medida aislada para enfrentar la crisis energética es la solución al problema. El futuro energético de Panamá estará asegurado, sólo si aprovechamos todas las potencialidades energéticas que poseemos.

Para finalizar, deseo hacer la siguiente pregunta relacionada con los diferentes problemas que enfrenta la humanidad incluyendo, por supuesto, el energético ¿Cuál es el número de personas que pueden habitar en forma sostenible en nuestro planeta? Actualmente somos *6 612 millones* de personas en la Tierra. Las proyecciones más conservadoras señalan que antes de que termine el presente siglo habremos duplicado la población mundial. ¿Hasta dónde podremos crecer? ¿Podemos duplicar, triplicar, cuadruplicar ... la población mundial?

Según Albert Bartlett, el crecimiento sostenible es una

paradoja, ya que mientras un incremento significativo de la población requiere tiempos muy breves, los recursos del planeta donde vivimos, al ser esférico, son finitos. Este profesor de Física señala que: “*la mayor carencia de la raza humana es nuestra falta de habilidad para entender la función exponencial*”.

Bibliografía

- Luis Hernández, (2006), “El problema energético en el desarrollo global y la energía fotovoltaica”, *Revista Iberoamericana de Física* 1/2, España.
- Millar, T., (1995), *Ecología y medio ambiente*, Grupo Editorial Iberoamericano. México.
- Atwater, Mary y et. al. (1993). *La Tierra y el espacio*, Programa de Ciencias, McMillan-McGraw-Hill, EEUU.
- Reche, F.J. e Iñigo Aguire, (2002), *Base de la física medioambiental*. Editorial Ariel Ciencia. Madrid.

CONTRADICCIONES EN EL DESARROLLO DE LAS HIDROELÉCTRICAS EN PANAMA

Domingo Perdomo*

1. Introducción

La situación actual de altos precios del petróleo y la crisis energética en ciernes deben impulsar en la sociedad una *revisión de las políticas del Estado* para determinar si éstas han sido o serán eficientes para afrontar este desafío. Los cambios realizados en la década de 1990 en el sector eléctrico deben ser confrontados con los resultados obtenidos y deberá ser evaluado si los mismos podrán funcionar en un escenario de altos precios de los combustibles y crisis energética global como el que estamos viviendo.

La política energética que fue trazada en nuestro país en la década de 1970 con la construcción de hidroeléctricas y la integración del sistema eléctrico *aún continúa vigente*. Su objetivo principal fue disminuir la *dependencia de los derivados*

*Ingeniero civil especializado en ingeniería hidráulica, ex-gerente Nacional de Proyectos en Construcción del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE).