

X-098

Ponencia de  
Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director  
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales (CEEA)  
Universidad de Puerto Rico

Presentada ante la  
Honorable Comisión de Agricultura y Recursos Naturales del  
Senado de Puerto Rico

Relacionada con  
La posibilidad de utilizar carbón mineral para la  
generación de energía eléctrica en Puerto Rico

(R. del S. 97)

Honorable Sr. Presidente de la Comisión de Agricultura y Recursos Naturales del Senado de Puerto Rico y Honorables miembros de esta Comisión, mi nombre es Juan A. Bonnet, Jr. Soy director del Centro para Estudios Energéticos y Ambientales (CEEA) de la Universidad de Puerto Rico. Es mi propósito hoy el discutir la conveniencia de utilizar el carbón mineral para la generación de electricidad en Puerto Rico y de apuntar hacia la utilización de la biomasa como fuente de combustible competitivo alternativo al carbón mineral.

El desarrollo de la infraestructura industrial, comercial y social en Puerto Rico durante muchos años que se remontan a los tiempos de la Segunda Guerra Mundial fue basado en el bajo costo y abundancia del petróleo. Esto comenzó a cambiar drásticamente durante la última década.

Hoy sabemos que no podemos depender en el petróleo extranjero, que inevitablemente escaseará cada día más. Como resultado las leyes económicas y políticas mundiales han forzado un aumento considerable en los precios. El control de precios en la producción doméstica de petróleo en la nación americana no tenía mucho sentido económico. Por esta razón y para enforzar la conservación de este recurso, el control de precios fue abandonado. Ante la problemática mundial de este recurso natural, Puerto Rico tiene que realizar una transición a otras fuentes de combustibles alternos al petróleo. Para poder realizar esto, tenemos que aunar esfuerzos técnicos, financieros y de recursos humanos. Esto es un gran reto al igual que una gran oportunidad. Toda disciplina tiene una aplicación en los períodos de transición. Las ciencias naturales, la ingeniería y las ciencias sociales estarán envueltas en moldear una nueva sociedad que no esté descansando en la tecnología y uso del petróleo.

Pero por los próximos años inmediatos, el mundo continuará dependiendo en el petróleo, el cual proveyó la mitad de las necesidades energéticas del mundo el año pasado. En Estados Unidos cerca del 46% de la energía consumida <sup>(1)</sup> se produjo del petróleo importado; <sup>(1)</sup> en Puerto Rico esta cifra fue cerca del 100%. Hasta el 1985 la fuente más confiable para mejorar nuestro cuadro energético será la conservación de la energía, haciendo un uso más eficiente de ésta.

Desde 1985 al año 2000 el carbón mineral representa prácticamente la única alternativa disponible que puede competir económicamente con todas las demás, comercialmente disponibles excluyendo la energía nuclear.

Tecnologías tales como la biomasa, calefacción y enfriamiento por métodos solares, utilización y conversión de energía oceanotérmica (OTEC) al igual que el uso de celdas fotovoltaicas tendrán que competir económicamente con el carbón mineral si es que éstas han de figurar con alguna prominencia en el cuadro energético de las naciones del planeta. Creo que algunas de ellas podrán competir ventajosamente. Para este tiempo ya también habremos desarrollado métodos más eficientes para el uso de la energía contribuyendo así a la conservación. No obstante vislumbramos al carbón mineral como un fuerte contendiente para suplir económicamente los mercados energéticos del mundo incluyendo a Puerto Rico.

Después del año 2000 el mundo, incluyendo a Puerto Rico, utilizará más abundantemente otras alternativas en desarrollo al presente como la conversión directa de la energía solar, y tecnología nuclear avanzada como la energía de fusión.

Enfoquemos ahora más detalladamente nuestra discusión sobre el carbón mineral ya que como he apuntado a grandes rasgos ésta es la alternativa económicamente viable de inmediato, disponible comercialmente, y de cierta aceptabilidad social.

El carbón tiene, lo que podríamos describir como una "sucia reputación", y muy correctamente se ha ganado este adjetivo por su comportamiento en el pasado frente a un mercado de abundante petróleo a precios ridículamente bajos.

La minería ha matado a miles y miles de obreros, inmensas extensiones de terrenos han sido desolados en aras de extraer carbón, ríos y fuentes de aguas han sido contaminados con desperdicios provenientes de las minas de carbón. En el pasado al quemarse en los hornos para producir vapor los gases de escape en las chimeneas de las calderas cargaban el aire con contaminantes afectando la salud de miles y miles de seres humanos.<sup>(2)</sup> Fue por esta razón que el carbón ante un mercado de abundante y barato petróleo sucumbió. Ya para fines de la década de 1960 el uso del carbón mineral había sido rezagado a una última posición en la escala de uso de combustibles. Más aún, las regulaciones ambientales decretadas a fin de la década del 1960 por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA), forzaban a la mayoría de las centrales de carbón a cambiar para quemar petróleo, decisión que se revirtió luego del embargo árabe en el 1973.

Ahora, todos hemos reconsiderado y vuelto a estudiar con detenimiento la utilización del carbón mineral. Los ambientalistas al igual que los técnicos y los científicos sociales, deben de aunar esfuerzos para considerar las perspectivas de esta alternativa ante la situación de combustibles en el panorama mundial. Durante el resto del presente siglo el carbón mineral puede ser la contestación energética para América.

El estudio titulado: "World Coal Supply" publicado en abril de 1980 a un costo de 2 millones de dólares y realizado durante un período de 18 meses por un grupo de expertos de 16 naciones y dirigido por el Profesor Carroll Wilson del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) indica la necesidad de expandir los mercados del carbón mineral durante las próximas dos décadas como una solución a la crisis energética. El estudio indica que el petró-

leo ahora cuesta tanto que es posible el gastar grandes cantidades de dinero en limpiar el carbón para proteger el ambiente y todavía este resuelta económicamente competitivo. Este predice que el carbón puede competir ventajosamente contra el petróleo en todos los mercados de exportación. Los Estados Unidos podrían convertirse en la Arabia Saudita de los exportadores del carbón.

Este es un cuadro muy halagador. Pero aún si estuviera remotamente correcto, la vieja imagen del impacto ambiental del carbón es claramente incorrecta. El carbón puede llenar las necesidades energéticas del planeta durante las próximas dos décadas sin afectar adversamente el ambiente siempre y cuando se tomen las debidas precauciones de acuerdo a la tecnología desarrollada y disponible para proteger el ambiente.

El mensaje central del estudio aludido, dirigido por el Profesor Wilson de MIT, es que el uso del carbón tiene que ser triplicado y las exportaciones del carbón aumentadas por un factor de diez si el mundo ha de resolver sus problemas inmediatos relacionados con el recurso de la energía.

#### Cuales son las alternativas?

La conservación solamente no contribuirá significativamente. La energía nuclear está encontrando mayor oposición. La energía solar y fuentes renovables no estarán disponibles en forma comercial hasta el año 2000. Así que mientras tanto las necesidades energéticas requeridas para el crecimiento económico tendrán que proceder del carbón mineral como combustible.

Esto puede lograrse, indica el referido estudio, sin sacri- \_

ficar la salud, la seguridad y la protección ambiental. La razón: El Petróleo es hoy tan caro que resulta económico el limpiar el carbón.

El costo de extraer, transportar y quemar carbón en los Estados Unidos aún después de cargar los costos para cumplir con las restricciones ambientales más estrictas es de aproximadamente \$60 la tonelada; el valor equivalente en petróleo crudo sería alrededor de \$165.00. Esto le dá al carbón mineral una tremenda ventaja de precio la cual provee todavía margen suficiente para sufragar costos de medidas ambientales aún más estrictas. Esta ventaja diferencial de precio del carbón sobre el petróleo se agranda cada día más.

El mayor impacto ambiental al uso del carbón es el "efecto de invernadero" en el clima del planeta. La radiación infrarroja del planeta que normalmente escapa hacia el espacio puede reducirse por la acción de una alta concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera aumentando así la temperatura del planeta y causando serios cambios climatológicos. El estudio mundial sobre usos del carbón mineral anteriormente referido apunta que existen muchas incertidumbres en cuanto a la ocurrencia de este fenómeno. Y aún ésto no puede atribuirse al carbón, pues lo mismo ocurre con la quema de cualquier combustible, petróleo, leña, biomasa, carbón, etc. Si estos efectos resultan serios, dice el informe, habrá que reducir la combustión en general. Esto parece una medida razonable si el mundo ha de tomar sus decisiones una a la vez y cuando se haga necesario.

El potencial de exportación de carbón en Estados Unidos es normalmente soslayado por la industria. Estados Unidos tiene el mayor potencial de exportación seguido por Australia y Sur Africa.

Para el año 2000 el carbón puede convertirse en la principal fuente de intercambio internacional para Estados Unidos y a la vez contribuir al más grande beneficio de reducir la dependencia de la Nación Americana del petróleo importado.

El Estudio Mundial del Carbón representa mayor verificación a resultados de estudios anteriores. Sus predicciones son alcanzables. Sus metas pueden lograrse a través de un crecimiento en el consumo de carbón de un 5% anual, una cifra que ha sido alcanzada en años recientes. El estudio apunta la necesidad de expandir el sistema de tranportación y manufactura de equipos requeridos para una mayor producción. También apunta el estudio hacia la necesidad de legislar para acplerar los procedimientos de licenciamiento de facilidades, estabilización de normas ambientales y de formas de promoción para la inversión capital.

Cuál es el significado o beneficio del uso del carbón mineral para Puerto Rico?

El CEEA tiene actualmente un contrato con la Autoridad de Energía Eléctrica para recolectar data ecológica (marina y terrestre) de dos sitios en el oeste de Puerto Rico. La data se toma siguiendo instrucciones específicas ya delineadas de ante mano. El procedimiento envuelve análisis de laboratorio para determinar contenidos de las muestras tales como la cantidad y clasificación de ciertos nutrientes y otros índices especificados. El diseño de dicho estudio ecológico, la interpretación del mismo, así como el derecho de uso y propiedad de la data coleccionada son funciones reservadas para la AEE. Al aceptar este contrato el CEEA por lo tanto estipuló que no podría, ni debía, tomar una posición de endoso relativo a la selección de un sitio en particular. Esa es aún nuestra posición.



Existe al presente considerable controversia en relación a la deseabilidad del uso del carbón mineral como una opción alternativa al petróleo en Puerto Rico. Los argumentos a favor de una central eléctrica utilizando carbón como combustible revuelven sobre temas socioeconómicos y políticos para el desplazamiento del petróleo y los argumentos en contra girán alrededor de los efectos en el ambiente, la salud y la importación de otro producto como es el carbón. Normalmente todas estas razones que se esgrimen son analizadas en forma altamente simplificadas, perdiéndose la perspectiva cuantitativa de los puntos envueltos. Preferimos por lo tanto hablar de centrales de energía eléctrica que utilizan carbón como combustible en forma generica.

El CEEA ha concluido recientemente un estudio titulado "Energy Analysis and Socio-Economic Consideration for Puerto Rico" donde se trata al carbón como una opción entre muchas.<sup>(3)</sup> En este estudio una central de 450 MWe utilizando carbón como combustible se considera con todas las protecciones ambientales, quemando carbón de alto contenido de azufre el cual se considera disponible en condiciones de emergencias nacionales. Los costos de inversión incluyen puerto, equipo para descarga y almacenamiento del carbón, tratamiento de efluentes sulfurosos (sludges), la fijación de estos y otros extras. La operación y mantenimiento incluye costos extras para desulfurizar los gases y una organización cuyo personal sería casi el doble de lo que tiene una instalación a base de petróleo. El costo capital, incluyendo inflación e intereses durante la construcción es cerca de \$1600/kw para 1985. Aún con todas estas penalidades los costos de generación de la central de carbón resultan 1/3 de los costos de una central equivalente de aceite durante la vida de la planta.

Los costos de producción durante el primer año de operaciones

( 1985) resultaron los siguientes:

Central Carbón	63.5 mills/kw hr neto (aprox. 6 1/3 ¢ / kwh neto)
Central Aceite	101.34 mills/kwh neto (aprox. 10.1¢ /kwh neto)
Costos actualizados durante la vida de la planta (35 años)	
Central Carbón	95.9 mills /kwh neto (aprox. 9.6¢ / kwh)
Central Aceite	307.4 mills / kwh neto (aprox. 31¢ /kwh neto)

El costo diferencial durante la vida de la planta equivale a una economía anual para el Pueblo de Puerto Rico de unos \$572 millones de dólares a favor de la central de carbón. Durante el primer año de operaciones debido al diferencial de precios mas pequeños entre carbón y aceite la economía sería alrededor de \$105 millones a favor de la central a base de carbón.

Este alto costo diferencial a favor de una central de carbón diseñada y construida en Puerto Rico con todos los equipos necesarios para proteger el ambiente está en armonía con los hallazgos del Estudio Mundial del Carbón. En realidad, ahora las centrales a base de carbón pueden ser diseñadas para producir menos contaminación que las centrales existentes que queman aceite residual. El reemplazar las viejas centrales de aceite por centrales de carbón adecuadamente diseñadas, construidas y operadas podría resultar en menos contaminación ambiental.

Estos estudios realizados por el CEEA sirven de marco de referencia para la comparación de costos de otras alternativas. Los estudios del CEEA en esta área indican que la alternativa energética de la biomasa como combustible es probablemente la alternativa que mayor se le acerca en competencia al carbón a un término de corto plazo.

Excluyendo las centrales nucleares, el costo más bajo para producir electricidad resulta de las centrales que quemen biomasa.

Con una escalación de precios de 8% por año hasta el 1985 el costo promedio de generación eléctrica durante el primer año de operación de una central quemando biomasa es proyectado en 4.58 centavos por kwh. Con una escalación de precios de 5% anual después del 1985 el costo actualizado de la electricidad durante la vida de la central (35 años) es de 7.13 centavos por kwh. Si estos costos son comparados con los costos anteriores citados para una central de carbón con desulfurización de gases (lavado de los gases de la chimenea) una central quemando biomasa resulta ser entre 25-28% mas barata que una que queme carbón.

Para lograr esto se requiere establecer una organización y logística que incluye la parte agrícola, la recolección, secado y almacenamiento, logística de transportación, desarrollo de equipo procesador o trituradora de biomasa en la central eléctrica, así como estudios e impactos ambientales. CEEA ha sometido ya dos propuestas al Departamento de Energía Federal con el endoso de la Autoridad de Energía Eléctrica y el Gobierno de Puerto Rico para un proyecto piloto capaz de procesar 1200 toneladas diarias de biomasa lo suficiente para alimentar 25% de las necesidades de combustible de una central de 300 MWe. Las especies consideradas en la propuesta incluyen bagazo, yerbas napier y sordan.

Debido a la austeridad presupuestal del presente Gobierno Federal los fondos para este tipo de proyectos han sido retirados.

La Academia Nacional de Ciencias<sup>(4)</sup> por requerimiento del Gobierno de Puerto Rico efectuó un estudio de un año en relaciones a las opciones energéticas de Puerto Rico. Las recomendaciones hechas por la Academia Nacional de Ciencias en cuanto a un programa de biomasa concuerdan y están en armonía con el programa sobre biomasa que ha venido desarrollándose en el CEEA durante los últimos cuatro años. Dichas recomendaciones incluyen lo siguiente:

"De todas las alternativas discutidas, siembras de biomasa basadas en la existente industria de la caña representan el mayor potencial. Esta puede producir una significativa fracción de la electricidad requerida en la isla con bagazo como combustible, para el año 2,000."

y

"En total, siembras de energía, en términos intermedios pueden representar para Puerto Rico la más importante fuente de recursos renovables. Dado un desarrollo vigoroso, esta puede proveer un 10% o más de los requerimientos de electricidad de la isla para el año 2,000. Etanol producido como un co-producto puede eliminar la dependencia de la industria del ron en mieles extranjeras y también suplementar los requerimientos de gasolina."

Se ha calculado<sup>(3)</sup> que dedicando 75,000 acres de tierra que al presente han sido designados para la industria de la caña, para la siembra de lo que llamamos caña energética el equivalente de dos unidades generatrices de 400Mwe pueden ser alimentadas con biomasa. Esta podría ser nuestro primer recurso indígena de fuente renovable de energía. Estimamos que resulta muy conveniente que toda central diseñada para quemar carbón incorpore en su diseño facilidades para la quema de biomasa.

Es nuestra recomendación definitiva que toda planificación que se haga en Puerto Rico para la posible quema de carbón se

planifique también para la quema de biomasa simultáneamente.

En resumen, creemos en general que el uso del carbón representa una alternativa económica y ambientalmente viable ya que existe el grado de tecnología suficientemente desarrollado y experimentado para protección del ambiente, pero, de instalarse una central de carbón debe ser diseñada y construida de tal manera que pueda aceptar biomasa producida en nuestro suelo. Creemos que si se reorienta la industria de la caña, será posible producir suficiente biomasa aquí en Puerto Rico para no tener que exportar el carbón. Por lo tanto, el carbón debe de considerarse como un combustible de transición hacia otras fuentes renovables de las cuales la biomasa representa la alternativa más práctica e inmediata.

## REFERENCIAS

1. Ruth Clusen, "Environment in the Real World" Address at Preirie State College, April 25, 1980
2. N. Y. Times Editorial, "Coal as King, Americans as Saudis". May 13, 1980.
3. Energy Analysis and Socio-Economic Considerations for Puerto Rico. CEER X-72, May 1980.
4. National Academy of Sciences: Energy in Puerto Rico's Future, 1980.