

PONENCIA DE

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales
de la
Universidad de Puerto Rico

con la colaboración de
Lewis Smith y William Ocasio
División de Análisis Energético
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Ponencia ante la Comisión
de
Asuntos Energéticos
de la
Cámara de Representantes

con relación a la
Resolución de la Cámara #500



PONENCIA DE

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales
de la
Universidad de Puerto Rico

con la colaboración de
Lewis Smith y William Ocasio
División de Análisis Energético
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Ponencia ante la Comisión
de
Asuntos Energéticos
de la
Cámara de Representantes

con relación a la
Resolución de la Cámara #500

Sobre un

Estudio Abarcador sobre la Situación Energética
del Estado Libre Asociado de Puerto Rico

23 de julio de 1982

INTRODUCCION

El Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico es una institución de la Universidad de Puerto Rico con cuatro objetivos principales:

- (1) Servir de centro de estudio para la investigación y el desarrollo en las áreas de la energía y el ambiente.
- (2) Estudiar aquellas tecnologías para el desarrollo de alternativas energéticas económicamente viables dentro de un marco aceptable a la sociedad y al ambiente.
- (3) Llevar a cabo investigaciones ecológicas que ayuden al manejo eficiente de los recursos naturales en las regiones tropicales.
- (4) Servir de centro focal a la región del Caribe para la transferencia de tecnologías en las áreas de la energía y el ambiente.

El origen del CEEA se remonta al 1957 con el establecimiento del Centro Nuclear de Puerto Rico, cuya misión principal era adiestrar a científicos y técnicos latinoamericanos en el uso pacífico de la energía nuclear. Una vez cumplida dicha encomienda, en el 1976 el Centro se transformó en el Centro para Estudios Energéticos y Ambientales y durante los años 1976 al 1981 recibió su apoyo principal del Gobierno Federal. Durante el 1981 y 1982 la Universidad de Puerto Rico ha aumentado sus aportaciones al Centro para compensar en parte la reducción en aportaciones federales. En el año fiscal 1982-83 la aportación de la Universidad asciende a \$1.3 millones o aproximadamente el 40% del presupuesto total. Cuenta con 135 empleados, mayormente profesionales o técnicos y con facilidades científicas cuyo costo original al Gobierno Federal fue de \$12 millones. Este año celebramos nuestro aniversario de plata.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al fuerte apoyo que hemos recibido de la Universidad, y principalmente de su Presidente, el Dr. Ismael Almodóvar.

El CEEA lleva a cabo su programa de investigación y desarrollo con el mayor grado de coordinación posible con otras agencias e instituciones de nuestra comunidad.

En esta presentación vamos a enfocar en los siguientes aspectos de los temas incluidos en la Resolución de la Cámara 500;

(1) La interrelación entre la producción, distribución y utilización de los recursos energéticos y la preservación del ambiente y de la salud pública.

(2) Determinación de los recursos energéticos actuales y potenciales de Puerto Rico y los requerimientos financieros y operacionales para la explotación comercial de los mismos.

(3) Importancia relativa presente y futura de los recursos petrolíferos dentro del sistema energético de Puerto Rico.

(4) Intercambio tecnológico entre Puerto Rico y el Caribe en los campos de la energía y el ambiente.

EL AMBIENTE Y LA ENERGIA

Todas las actividades humanas se realizan dentro de una clase de ambiente natural organizado o ecosistema. Casi siempre hay algunos efectos recíprocos entre dichas actividades y el ecosistema donde éstas se localizan. Estos efectos recíprocos son especialmente numerosos y significativos en el caso de la producción, distribución y/o consumo de energía. La ecología, es decir, el estudio del ambiente y de su funcionamiento, está íntimamente ligada con el campo de la energía. Por eso, el CEEA es un centro para estudios energéticos y ambientales.

Los estudios ambientales realizados por el CEEA abarcan tanto el

mar alrededor de Puerto Rico como la tierra que lo constituye, las cimas del Yunque como las áreas bajas y secas. En particular se aprovecha del hecho de que Puerto Rico tiene ambientes tropicales y sub-tropicales pero a la vez que forma parte de una comunidad política cuyo clima es mayormente templado, y el hecho de que Puerto Rico es una isla en el Caribe pero a la vez es suficiente grande y variada en sus condiciones de tiempo y de suelos para tener significado no sólo regional sino mundial.

En el campo de la ecología marina, el CEEA ha realizado ya valiosas investigaciones en particular con relación a la utilización del gradiente térmico marítimo como fuente de energía y en el establecimiento de los parámetros ambientales de los sitios propuestos para ubicar centrales eléctricas en Puerto Rico. En adición hemos estudiado el ciclo vital del jey terrestre y hemos logrado, por primera vez en la historia del mundo, criarlo en un laboratorio. Se estudió también el impacto en la vida marina de las descargas de las destilerías de ron en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes.

En adición el CEEA está analizando el problema crítico de la calidad del agua en nuestros lagos debido al impacto de la erosión, fertilizantes, pesticidas y otras descargas residenciales, agrícolas e industriales. Es el propósito de este estudio prescribir métodos para poder mejorar y conservar los recursos acuáticos de P.R. para los usos necesarios a la humanidad. Estos estudios están siendo financiados por la Junta de Calidad Ambiental.

En el campo de la ecología terrestre, acabamos de terminar varios proyectos, entre ellos:

(1) La primera fase de una investigación de las vías y mecanismos naturales que sirven para el movimiento de agua y sustancias nutritivas dentro del ecosistema del bosque del Yunque, con miras a estimar el impacto sobre este recurso natural al ser utilizado en el futuro. Este proyecto es financiado por el Departamento de Energía Federal.

(2) Un análisis de las investigaciones mundiales realizadas hasta la fecha sobre la transferencia de energía y sustancias nutritivas entre un ecosistema y el otro y su relevancia para Puerto Rico. Este proyecto fue financiado con fondos del CEEA.

(3) Investigación del ciclo vital y los hábitos de la Boa puertorriqueña que figura en la lista federal de especies en peligro de extinción. Este proyecto está siendo financiado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos.

RECURSOS ENERGETICOS ACTUALES

Puerto Rico dispone de varios recursos energéticos naturales tales como las cuencas hidroeléctricas, la biomasa, el mar, el sol, el viento y posiblemente también depósitos de petróleo.

Sin embargo, el hecho sobresaliente de nuestra actual situación energética es nuestra dependencia casi total de importaciones del petróleo y sus derivados al suplir el 99% de la energía que consumimos en Puerto Rico. Consideramos que esta condición de dependencia casi absoluta es no sólo costosísima sino muy peligrosa y que el peligro aumenta según pasa el tiempo. Urge sustituir una buena parte de nuestras importaciones actuales del petróleo con fuentes alternas de energía, especialmente con aquellas que sean autóctonas y renovables. De hecho, si no empezamos a tomar medidas desde ahora, podríamos caer víctima accidental de algún "Pearl Harbor energético" dentro de las próximas décadas. Y en cuestiones energéticas, a última hora no hay remedios. Así que, antes de entrar en una exposición de nuestros recursos energéticos potenciales, vamos a abundar un poco sobre las consideraciones que nos han llevado a estas conclusiones.

Desde la primera crisis energética de este siglo, acaecida en la primavera de 1970, el patrón de cambio en los precios del petróleo y sus derivados ha sido uno de aumentos súbitos, seguidos por períodos de alzas más lentas y aún en algunas etapas de precios temporamente descendientes. (Veáse la Gráfica I al final de esta ponencia). Así que el reciente descenso de estos precios no debe sorprender a nadie ni tampoco, sin un análisis más profundo, interpretarse como señal de cambios fundamentales en los mercados para dichos productos. En la planificación e instrumentación de una política energética, no se debe dejar llevar por el último culebreo de alguna curva gráfica. Al contrario, se deben enfocar las tendencias a largo plazo y los factores que influyen sobre las mismas. Tanto el problema energético como su solución es complejo y polifacético. Además proyectos de tecnologías nuevas requieren más tiempo para estudiarse, planificarse y/o construirse que las tecnologías corrientes. Frente a nuevos retos que exigen nuevos remedios, la burocracia a veces es más renuente a actuar que lo normal.

Por todas estas razones hay que tener una clara visión del problema energético a largo plazo, determinar la efectividad de cada una de las soluciones alternas y su disponibilidad, seleccionar las más apropiadas y ponerlas en ejecución con premura, persistencia y resolución.

Desgraciadamente las tendencias a largo plazo que imperan en los mercados del petróleo son desfavorables para Puerto Rico. Cada día que pasa se aumenta el riesgo de un conflicto bélico o acción conjunta de parte de países productores del petróleo que, con o sin intención, resultaría en una severa restricción de los abastos mundiales del petróleo y/o una alza súbito de los precios. Aún cuando dichos aconteci-

mientos sean pasajeros, muchos de sus efectos negativos habrán de ser permanentes.

Sobre esto, citamos un estudio que se acaba de publicar en The Energy Journal, revista oficial de la Asociación Internacional de Economistas Energéticos:

"Oil supply interruptions much larger than those thus far experienced to date are easy to imagine. Unfortunately, in the absence of new policy initiatives on the part of oil importing nations, the cost of such interruptions increases more than in proportion to their size. Thus oil supply interruptions of the future could be catastrophic for the oil importing countries".

La comunicación final del "International Energy Symposia", celebrado el 27 de mayo de 1982 en Knoxville, Tennessee, conjuntamente con la Feria Mundial y en la cual tuve el honor de participar dice:

"We discover how much we need energy when we do not have as much as we believe we need. Such a moment came nearly ten years ago. Most economies of the world have not yet fully recovered from the 1973-74 upheaval in world oil prices and its aftershocks. The crucial role of energy in the modern world could not have been demonstrated more sharply. Ever since we have had an energy crisis. Those who believe that it has been solved are wrong and are in for many unhappy surprises.

Los factores más importantes que influyen sobre estas conclusiones son los siguientes:

(1) Las reducciones observadas el año pasado en los precios del petróleo y sus derivados parecen obedecer a factores transitorios, tales como: la coincidencia de recesiones en los Estados Unidos y en varios países de Europa; un aparente error de cálculo de parte de algunos países productores en cuanto a la efectividad del programa económico del Presidente Reagan; y la incapacidad de la Organización de Países Exportadores del Petróleo (OPEP) de restringir la producción y/o las ventas de algunos de sus miembros más radicales bajo condiciones desfavorables de mercado.

(2) A la larga, el consumo mundial del petróleo habrá de aumentar ya que el crecimiento de las poblaciones y de los ingresos se superpondrá a la conservación y la sustitución. Aunque el ritmo promedio de crecimiento sea sólo de uno por ciento por año se estima que al fin de

veinte años habrá falta de producción adicional de por lo menos 13.2 millones de barriles diarios.

(3) En adición a lo anterior, hay que encontrar pozos nuevos para sustituir aquellos que se agoten o que sufren una merma en su ritmo de bombeo. Para los Estados Unidos solamente, se estima la capacidad nueva requerida durante los próximos veinte años en 10 millones de barriles diarios.

(4) Así que, bajo supuestos bastantes conservadores, la necesidad mundial de nueva producción del petróleo para el año 2000 habrá de sobrepasar los 23 millones de barriles diarios. Ya que se estima la capacidad actual de bombeo diario en 65 millones de barriles y el consumo normal en 60 millones de barriles, algunos 5 millones de barriles se podrían obtener de pozos existentes. Sin embargo, el saldo de 18 millones de barriles o más habría que completarlo mediante el descubrimiento de pozos nuevos. Cabe señalar que la capacidad adicional que falta es equivalente al 171% de la capacidad máxima de la Arabia Saudita y al 28% de la actual capacidad mundial y probablemente mucho más (veáse la Tabla 1 al final de esta ponencia).

(5) En tiempos normales, los países de la OPEP suplen casi la mitad del consumo mundial del petróleo. Además dichos países controlan el 75% de las reservas mundiales del petróleo que se hallan fuera de la China y la Rusia.

(6) La capacidad máxima de producción de la Arabia Saudita se estima en 10.5 millones de barriles diarios, equivalente a una sexta parte del consumo mundial normal. Sin embargo, para consumo interno y el financiamiento de su programa de desarrollo hace falta bombear sólo 6 millones de barriles diarios. Así que este país dispone de una capacidad de 4.5 millones de barriles para propósitos de política extranjera, equivalente al 7% del consumo mundial, y ha demostrado su capacidad de utilizarla en numerosas oportunidades. Por ejemplo, en un mes, de junio a julio de 1979, aumentó su producción en 1.0 millones barriles diarios, de 8.8 a 9.8 millones, ritmo que se mantuvo hasta octubre de 1980. En ese mes, subió la producción otra vez, a 10.3 millones de barriles y no la redujo hasta el otoño de 1981 cuando, en un par de meses, la bajó a 8.6 millones de barriles. Actualmente se cree que dicho país está bombeando menos de 7 millones de barriles diarios, conforme a la política de la OPEP de mantener el precio base del petróleo en \$34 el barril.

(7) Aunque el precio del petróleo no aumentara por cuenta de la OPEP, tarde o temprano tendría que aumentar por razón de costos. Cada día resulta más difícil y costoso encontrar nuevos depósitos del petróleo. Además los nuevos adelantos tecnológicos en la perforación de pozos tienden a aumentar el costo inicial de la búsqueda del petróleo, aun cuando produzcan economías a la larga del ciclo vital del depósito.

(8) La política en el Cercano Oriente difiere bastante de la política en otras partes del mundo. Viejos rencores, conflictos heredi-

tarios y religiosos muchas veces influyen más que factores económicos o de seguridad nacional. Todo esto tiene su lógica pero es una lógica que los de afuera no entienden muy bien, por su complejidad. ¿Quién pronosticó la revolución del Ayatollah Khomeini, la cual en sólo tres semanas redujo la producción mundial del petróleo en 6 millones de barriles diarios o el 10%? ¿Quién pronosticó la guerra entre Irak e Irán o la invasión de Líbano por parte de Israel?

Ya que varios países de la zona tienen o pueden desarrollar bombas atómicas, el que presume tranquilidad en el Cercano Oriente tenta un desastre.

En estas circunstancias, nos urge sustituir el petróleo por fuentes alternas de energía, sobre todas las que son autóctonas y renovables.

RECURSOS ENERGETICOS POTENCIALES

Como hemos indicado anteriormente, Puerto Rico tiene varios recursos energéticos potenciales, entre ellos la biomasa, el mar, el sol y el viento. Además, hay una gran número de maneras de utilizar estos recursos. Sin embargo, con sólo mencionarlos, no llegamos muy lejos. Las preguntas claves son ¿Cuáles de estas alternativas son ya (o serán en el futuro) apropiadas para Puerto Rico en términos ambientales, económicos y sociales? y ¿Cuándo estarán disponibles, es decir, cuando serían confiables y viables en términos comerciales?

Una contestación preliminar fue dada a estos interrogatorios en 1980 por el Comité sobre las Alternativas Futuras de Energía para Puerto Rico (CAFE), de la prestigiosa Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. El CAFE estimó la posible aportación de las fuentes renovables a la producción o conservación de energía eléctrica en Puerto Rico según ilustrado en la siguiente página.

| <u>Fuentes de Energía</u> | <u>1990</u> | <u>2000</u> |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| Biomasa | 3-10% | 10-30% |
| Calentadores Solares ¹ | 1% | 1-2% |
| Viento | 0-1% | 1-2% |
| Hidroeléctrica | 1% | 1% |
| Conversión de la Energía | | |
| Térmica del Océano | 0-1% | 1% |
| Fotovoltaico (celdas solares) | 0 | 0.5% |
| | ----- | ----- |
| Sub-total (renovables) | 5-14% | 14-36% |
| Convencionales ² | <u>95-86</u> | <u>86-64</u> |
| Total | 100% | 100% |

Estudios similares independientes del CEEA han confirmado varias de estas proyecciones. Sin embargo creemos que la energía térmica del océano podría contribuir mucho más si se desarrollara. Más adelante discutiremos ésto.

Posteriormente, al testificar en junio de 1981 ante Comisión de Agricultura de esta Honorable Cámara, indicamos que para el 1986 se podría obtener el 13% de nuestra energía eléctrica del bagazo de la caña, sin aumentar el número de cuerdas sembradas de la misma, utilizando el nuevo sistema de cultivo desarrollado por el CEEA que se denomina "Caña Energética". Indicamos además que no había que inventar la rueda para lograr tales resultados, sino que era una cuestión de tomar una decisión y poner manos a la obra.

¹En sustitución de energía eléctrica

²Carbón de piedra, energía nuclear, petróleo

Desde entonces, el CEEA y otros centros de investigación y desarrollo a través del mundo han seguido laborando afanosamente sobre la biomasa.

A continuación se detallan las alternativas al petróleo más apropiadas para Puerto Rico y nuestro estimado de su disponibilidad.

A. Disponible ahora¹

1. La Caña Energética

Durante los últimos cinco años, el CEEA, conjuntamente con la Estación Experimental Agrícola, ambos de la Universidad de Puerto Rico, ha venido estudiando como cultivar la caña, el pasto elefante y otros pastos tropicales para lograr el máximo rendimiento por cuerda de materia combustible. Estos nuevos sistemas de cultivo se llaman "caña energética" o "pasto energético" según sea el caso.

Los resultados, tanto con variedades existentes como con algunas traídas desde afuera han sido espectaculares. En el caso particular de la caña, se han logrado cosechar entre 90 y 100 toneladas de caña verde y limpia por cuerda, comparado con las 28 toneladas sucias que se obtienen actualmente en Puerto Rico. Desde luego, para extraer sus líquidos, la caña energética se tiene que moler en una central igual que la caña de azúcar. Sin embargo, en el caso de la primera se utiliza como combustible no sólo el bagazo sino también las hojas muertas y otros desperdicios que actualmente se pierden. Así que el total de materia combustible obtenida oscila entre 30 y 40 toneladas por cuerda, comparado con un poco más de cinco toneladas por cuerda obte-

¹Alta probabilidad de ser comercialmente viable y confiable.

nidas actualmente. Dicho sea de paso, este proyecto ha sido financiado en su totalidad por el Departamento de Energía (federal). El "Senior Advisory Committee" del CEEA lo ha calificado en los siguientes términos: "This overall program... is certainly the best in the Americas and probably one of the best in the entire world".

Los resultados de este proyecto han llegado a buena hora, ya que nuestra industria de caña esta al borde del colapso total y nuestra industria de ron depende peligrosamente de las importaciones de mieles para un 80-90% de sus necesidades.

De hecho es absurdo persistir en usar tan versatil siembra como lo es la caña para obtener un producto solo el azúcar en cuyo mercado ya no podemos competir.

Por lo contrario, si convirtiéramos nuestra industria de caña de azúcar en una de caña energética, para producir electricidad y mieles ricas, en vez de azúcar y mieles agotadas, podríamos matar tres pájaros de un sólo tiro, es decir:

(1) Producir de la biomasa más de un 13% de nuestro consumo de energía eléctrica;

(2) Producir todas las mieles que habrán de requerir nuestra industria de ron durante los próximos años; y

(3) Operar la industria de caña con ganancias económicas en vez de pérdidas.

Utilizando números conservadores, las tablas 2 a 4 ofrecen un ejemplo de como estos resultados se podrían lograr. Notamos además que la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) actualmente tiene fuera de servicio

cuatro turbo-generadores con una capacidad total de 76,000 kilovatios que se podrían poner a funcionar con biomasa dentro de un año y pico. Ya la U.S. Sugar Corporation compró un generador de 20,000 kilovatios a la AEE y lo tiene produciendo electricidad, quemando bagazo en Florida.

Deseamos reiterar que nuestra recomendación es que se mantengan las 70,000 cuerdas de caña con caña energética y no se asignen a otros cultivos.

No podemos olvidar que nuestra dependencia de las importaciones del petróleo, y de las mieles por nuestra industria del ron, es aun mayor que nuestra dependencia de los alimentos importados. Por varias razones, la dependencia energética foránea de Puerto Rico es mucho mas peligrosa y costosa que la dependencia alimenticia externa. En primer término, debido a su capacidad de bombeo y sus enormes reservas, OPEP domina y dominará por muchos años el mercado del petróleo. Por contraste, no existen al presente (y dudamos que surjan) organizaciones o carteles parecidos para los diferentes productos alimenticios. En segundo término, de ocurrir una escasez imprevista de un alimento específico las sustituciones entre productos alimenticios se pueden realizar con mayor facilidad y rapidez, pero no así entre las diferentes fuentes de energía. Además tenemos suficiente producción local de algunos alimentos como la leche y un programa gubernamental específico para remediar la dependencia excesiva de las importaciones de ciertos alimentos como lo es el caso del arroz. O sea estamos muy de acuerdo con los esfuerzos del sector público y del privado para aumentar la producción agrícola, y como verán luego estamos colaborando con esos esfuerzos en

el sector agropecuario. Lo que queremos señalar es que, entre las muchas dependencias de Puerto Rico, hay que dar prioridad a aquellas que sean las más peligrosas, y no creemos que una condición perjudice la otra. O sea la caña energética no compite con la producción de alimentos en Puerto Rico.

Por lo tanto recomendamos lo siguiente:

(1) que se empiece de inmediato un programa de cinco a siete años para convertir las 70,000 cuerdas destinadas a la caña de azúcar en el Programa Agrícola de Puerto Rico a caña energética, a llevarse a cabo con la máxima colaboración de el sector privado y con el asesoramiento técnico del CEEA.

(2) Que se de curso a la propuesta del CEEA para realizar un estudio final de viabilidad para determinar los parámetros del sistema agro-industrial que convertiría la caña en electricidad y mieles ricas.

(3) Que la Autoridad de Energía Eléctrica revise su borrador de reglamento sobre tarifas y condiciones de servicio para cogeneradores y productores de electricidad en pequeña escala. Tal y como está redactado dicho documento dificulta la operación de una industria de caña energética como parte de la red de la Autoridad. En particular notamos que las centrales eléctricas que queman biomasa tendrían que operar de forma continua y no, como prevé el reglamento, sólo en horas de demanda máxima. El precio de \$0.07 el kilovatio hora que se ofrece es demasiado bajo.

2. Pastos energéticos

Los pastos energéticos rinden un solo producto - el combustible - y en menos cantidad que las cañas. Por ejemplo, con dos cosechas durante el año, el pasto elefante puede producir alrededor de 28 toneladas cortas de materia seca, fibra casi en su totalidad. Sin embargo, los pastos tienen otras ventajas. No hace falta una central para secarlos. Se les puede secar en el campo mismo, con el calor del sol para luego empacarlos en rollos. Sus cosechas recurrentes (de dos a seis meses, según la variedad) permite alternarlos con las siembras de productos comestibles. También se pueden sembrar pastos energéticos con benefi-

cios económicos en algunos terrenos pobres o mediocres ya que el descenso del rendimiento observado se compensa por una reducción del agua y de los abonos utilizados.

En nuestro estudio de viabilidad de la industria de caña energética proponemos incluir los pastos energéticos como complemento a la caña durante el tiempo muerto.

3. Biomasa con carbón de piedra

Actualmente los dos productores de cemento en Puerto Rico, la Puerto Rican Cement y la San Juan Cement están construyendo hornos que funcionarán a base de carbón de piedra, los primeros a instalarse en Puerto Rico. La Autoridad de Energía Eléctrica tiene planes de instalar una usina eléctrica que utilizaría carbón de combustible.

Una vez que tengamos la seguridad de que se vaya a establecer una industria de caña energética en Puerto Rico, se deben tomar las provisiones para que algunas de esas calderas sean duales, o sea, que sean capaces de quemar mezclas de biomasa y carbón. Una caldera que pueda quemar un combustible nativo además de uno importado da más seguridad que una que dependa exclusivamente de las importaciones.

4. Digestión anaeróbica agrícola

En este sistema, se introduce el estiércol de animales a un tanque sellado llamado "un digester" en el cual unos microbios anaeróbicos descomponen la materia cruda en tres productos, un gas con valor calorífico, un sólido nuevo que puede servir de abono o comida de animales y un efluente líquido que se retorna al digester y/o se usa para riego o para la alimentación de peces.

La importancia de este sistema descansa más en un impacto de pro-

tección ambiental que energético. Esperamos que provean a nuestros ganaderos y avicultores la manera mas económica de cumplir con los actuales reglamentos ambientales, y asi sobrevivir frente a la competencia fuerte que ofrecen las corporaciones agrícolas del continente.

En este momento el CEEA esta pendiente a la aprobación del Departamento de Energía para proceder con la etapa de construcción de un sistema de digestión anaeróbica y otras facilidades energéticas a ubicarse en una finca de 500 ganados de leche en Juana Díaz. El proyecto que llamamos "la finca energética integrada" es uno de nueve de demostración en los Estados Unidos. Los fondos provienen mayormente del gobierno federal cuya aportación se estima en \$926,000. El CEEA está invirtiendo \$260,000. También hay prometida una aportación de la Oficina de Energía de Puerto Rico de \$150,000 y del ganadero de \$90,000. No obstante la alta inversión inicial se espera recuperar los \$431,000 correspondientes a la parte comercial en poco más de cinco años.*

5. Otros comentarios sobre la biomasa energética

Debido a la importancia que tiene nuestra industria de ron para el erario público, no se debe utilizar el etanol (el alcohol etílico) de la biomasa como combustible hasta tanto y cuanto se haya asegurado las necesidades de mieles de dicha industria. Cada galón de etanol embarcado a los EE.UU. en forma de ron nos produce \$21.00 de arbitrios.

*Este es el segundo proyecto del CEEA en que colabora con el sector agropecuario. Hace dos años colaboró en un proyecto privado para instalar digestores en una porqueriza.

La basura municipal es otra fuente alterna de energía. En Puerto Rico, Caguas y San Juan tienen proyectos de esta clase.

El aspecto principal de estos proyectos es resolver el problema de disposición de basura y la energía es un producto secundario, pero necesario para poder hacer la operación comercial. Creemos que se debe continuar con estos esfuerzos. En perspectiva estimamos que no más de 5% de las necesidades de generación de electricidad en Puerto Rico se producirán por estos medios.

6. La energía solar directa

Paulatinamente el uso de calentadores solares para suplir agua caliente a residencias se está propagando a través de la Isla. De 890,000 abonados residenciales de la AEE, una encuesta del CEEA, llevada a cabo durante enero de 1982 en colaboración con el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos revela que el 2% o aproximadamente 18,000 residencias tienen ya calentadores solares.

7. El Viento

Numerosas variedades de molinos de viento, sea para bombear agua o para generar electricidad, se ofrecen hoy en día de parte de empresas comerciales en los Estados Unidos y en Puerto Rico. Algunos de los diseños han sido probados con años de uso. A nuestra estimación, la mejor oportunidad de incrementar el uso de estos molinos en Puerto Rico consiste en formar "cooperativas de viento", de un grupo de abonados. Esto se debe a que el costo por kilovatio de capacidad generatriz dis-

minuye marcadamente segun aumenta el tamaño del molino. De acuerdo a un informe del Departamento de Energía puede haber hasta 75 locales en Puerto Rico apropiados para molinos de 2,500 kilovatios.

8. Cogeneración

En los sistemas de cogeneración se producen a la vez electricidad y calor para procesos industriales y/o aire acondicionado. Hay varias fabricas y centros comerciales en Puerto Rico que están considerando o podría utilizar la cogeneración.

9. El Petróleo Nativo

Aunque no es renovable y si es un hidrocarburo, el petróleo que pueda existir en la costa norte de Puerto Rico es tan capaz de sustituir importaciones como cualquier fuente alterna de energía. Debemos aprovechar el momento para perforar pozos de exploración de petróleo y determinar si lo hay y cual es su potencial comercial. Debido al exceso transitorio mundial de petróleo, la utilización de equipo de perforación y las tarifas correspondientes han bajado marcadamente.

Por supuesto se deben tomar todas las precauciones posibles para asegurarnos no contaminar nuestro ambiente en esta empresa. Entendemos que el Departamento de Recursos Naturales esta adelantado en la preparación de los estudios ambientales necesarios y en las negociaciones para la exploración.

B. Fuentes disponibles dentro de algunos años

1. Mezclas de agua con carbón

La transportación de mezclas de agua en carbón de piedra pulverizado por tuberia es una realidad comercial en los Estados Unidos. Además el Centro para la Tecnología de la Energía de Pittsburgh ha

logrado quemar estas mezclas con éxito. Vale la pena estudiar su conveniencia para Puerto Rico por las siguientes razones:

(1) Aunque no es una fuente renovable, el carbón de piedra del nuevo mundo es una fuente de energía mucho más segura que el petróleo del Viejo.

(2) Las centrales eléctricas que queman carbón de la manera convencional presentan unos problemas ambientales y económicos muy severos.

(3) El polvo se puede transportar húmedo y aguarlo al llegar a Puerto Rico.

(4) El costo de modificación de nuestras calderas de petróleo para quemar mezclas de carbon con agua parece razonable y muy por debajo al costo de modificarlas para quemar el carbón seco.

(5) En particular, los costos de los equipos y estructuras de almacenaje, manejo y protección ambiental también son menores.

(6) Los problemas ambientales son bastante menos que con el carbón seco.

En este momento, el CEEA esta confeccionando una propuesta de investigación para estudiar la conveniencia de dichas mezclas para Puerto Rico, con miras a someterla posteriormente a la Autoridad de Energía Eléctrica.

2. Energía solar directa

Hay dos maneras de capturar los rayos del sol y convertirlos en calefacción para usos industriales que merecen una investigación mucho más intensa en Puerto Rico - mediante colectores y mediante lagunas de agua salada. Ambas son técnicamente viables pero hay que buscar la manera de hacerlas comercialmente viables.

Dicho sea de paso, Puerto Rico es uno de los mejores sitios en el mundo para estudiar la utilización de la energía solar, debido no sólo a la cantidad de radiación solar sino a su continuidad durante casi todo el año.

Con miras a aumentar nuestro conocimientos de la insolación, es decir la radiación solar que cae a la tierra, el CEEA está en proceso de reactivar la red de información sismográfica establecida por el "U.S Geological Survey" en 1974 y ampliarla para incluir datos sobre la insolación y el viento. Esta red funcionaría mediante la transmisión automática a un punto central de datos observados por instrumentos científicos ubicados en diferentes puntos de la Isla.

C. Fuentes disponibles a largo plazo

1. Conversión de la Energía Térmica del Océano (CETO)*

En aguas tropicales, existe una diferencia marcada entre la temperatura en la superficie del agua (digamos 80°F) y la del fondo del mar (digamos 40°F a 3,000 pies de profundidad. Al subir el agua fría del fondo, se puede aprovechar esta diferencia para poner en marcha un ciclo de compresión y expansión de un gas similar a los usados en las neveras residenciales. Entonces en la fase de expansión, el gas puede operar un turbo-generador. El sistema es poco eficiente y padece de la contaminación biológica, pero la energía es gratis y eterna. Además en Puerto Rico y otras islas del Caribe existen varios sitios donde hay aguas profundas cerca de la costa y por lo tanto un sistema CETO podría ser comercialmente viable.

Durante varios años, con mas de \$2 millones de fondos federales y una aportación de \$120,000 de la Oficina de Energía de Puerto Rico, el CEEA realizó unos estudios pioneros y sobre el problema de la contaminación biológica que es tal vez el obstáculo principal a la comerciali-

*En inglés "Ocean Thermal Energy Conversion" (OTEC)

zación de la CETO. Desgraciadamente, en este momento no hay fondos federales ni fondos locales asignados para proseguir estos estudios y nos hemos visto forzado a dar por terminados los proyectos de investigación de energía térmica del océano. Esto lamentamos grandemente, ya que la CETO es, a largo plazo, una de las fuentes alternas de energía de mayor importancia para Puerto Rico, además de ser una fuente eterna. Mas aún cuando el Estado de Hawaii ya ha invertido más de \$15 millones en CETO y otras fuentes renovables de energía y otros países como Jamaica están en proceso de construir sus primeras instalaciones.

2. Energía Nuclear

En este momento histórico, la energía nuclear no es apropiada para Puerto Rico. En particular el problema de la disposición del uranio gastado aunque técnicamente resuelto, no se ha resuelto políticamente. En adición los procesos federales para conseguir los permisos de instalación son inadecuados y sumamente burocráticos. Finalmente los costos de construcción de dichas centrales eléctricas son muy altos y exceden los márgenes prestatarios usuales, lo que requiere subsidios o métodos innovadores de financiamiento. Sin embargo, estamos confiados que en unos años estos problemas se van a resolver. Por lo tanto, en cuanto al largo plazo se refiere, Puerto Rico no debe descartar la energía nuclear. Para Puerto Rico, la energía nuclear tiene dos ventajas importantes:

- (1) Produce grandes cantidades de energía
- (2) El costo de operar una central eléctrica durante su ciclo vital es menos que el de las otras alternativas conocidas actualmente.

INTERCAMBIO TECNOLÓGICO CON EL CARIBE

Con la presentación de la Iniciativa del Presidente Reagan para la Cuenca del Caribe, se ha desarrollado un gran interés en el intercambio tecnológico entre los países de la Región en el campo de la energía ya que, en mayor o menor grado, muchos sufren de la misma dependencia energética de que padecemos nosotros. Creemos que Puerto Rico en general y el CEEA en particular puede desempeñar un papel importante en esta iniciativa. Dentro de la Región, el CEEA tiene una capacidad, experiencia, equipo y personal que son únicos en los campos de la energía y la ecología. Además, nuestro personal técnico es bilingüe y mucho de ellos han trabajado en otros países además de Puerto Rico. De hecho ya estamos en vías de contestar una solicitud competitiva de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos para prestar asesoramiento a Jamaica en el campo energético. El año pasado completamos un proyecto de asesoramiento a Panamá y otro al Banco para Desarrollo del Caribe y al Mercado Común del Caribe. Al respecto, queremos agradecer al Alcalde de San Juan, el Hon. Hernán Padilla, por haberle recomendado al Vice Presidente de los Estados Unidos y al titular del Departamento de Energía que se incluya el CEEA en el plan de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe como un centro de información, asesoramiento y transferencia de tecnología energética para la región.

RESUMEN Y RECOMENDACIONES

Al cerrar quiero agradecerle la oportunidad que me han brindado de dialogar con ustedes. La ecología y la energía guardan una relación

estrecha. Sin embargo, mientras nuestros problemas ambientales parecen bajo control o en vías de resolverse, nuestra situación energética deteriora más cada día que pasa. Nuestra dependencia casi total de las importaciones del petróleo sigue igual y es no sólo más costosa cada día sino peligrosa. La guerra en el Cercano Oriente puede extenderse en cualquier momento, con consecuencias muy trágicas para nuestra Isla. Por lo tanto urge desarrollar en Puerto Rico fuentes alternas de energías ya que tal desarrollo requiere tiempo. Es hora de que nos superemos asignando recursos específicos para estos fines.

A menudo nos quejamos de nuestra dependencia de otros en algún sentido o de nuestra falta de poderes adecuados para bregar con nuestros problemas y con el mundo, y muchas veces con razón. Sin embargo, el campo de la energía se distingue porque en él hay muchas cosas que podemos hacer nosotros mismos, ahora mismo, sin esperar por viejos amigos o nuevos poderes. Nosotros en el CEEA estamos en la mejor disposición de continuar nuestros esfuerzos para desarrollar fuentes renovables de energía para nuestra Isla y el Caribe, pero los recortes de fondos federales para estas áreas nos aseguran una disminución de estos esfuerzos, como ya ocurrió con la energía térmica del océano. Puerto Rico tiene que asumir la iniciativa, como ya está haciendo el Estado de Hawaii. La Resolución Conjunta Núm. 65 del 8 de junio de 1979, la cual autoriza una aportación de aproximadamente \$5.0 millones para el desarrollo de fuentes alternas de energía, es un intento de tomar tal iniciativa. Pero los requisitos de fondos de pareo que impone esta Legislación no responden a las condiciones actuales de la eliminación de fondos federales para el desarrollo de tecnologías ener-

géticas disponibles en el corto plazo. Además, entendemos que durante los tres primeros años fiscales transcurridos desde la aprobación de esta legislación, sólo se ha llevado a cabo un proyecto -- asignándole en el 1979 \$120,000 suplementarios al CEEA para el desarrollo de la Conversión de Energía Térmica del Océano. Ante la crisis energética, ésto resulta insuficiente.

Por lo tanto, respetuosamente recomendamos a esta Comisión que estudie cuidadosamente los esfuerzos del Estado de Hawaii para desarrollar sus fuentes renovables de energía y que tratemos de emular lo que se aplique a nuestras condiciones particulares.

Gráfica 1

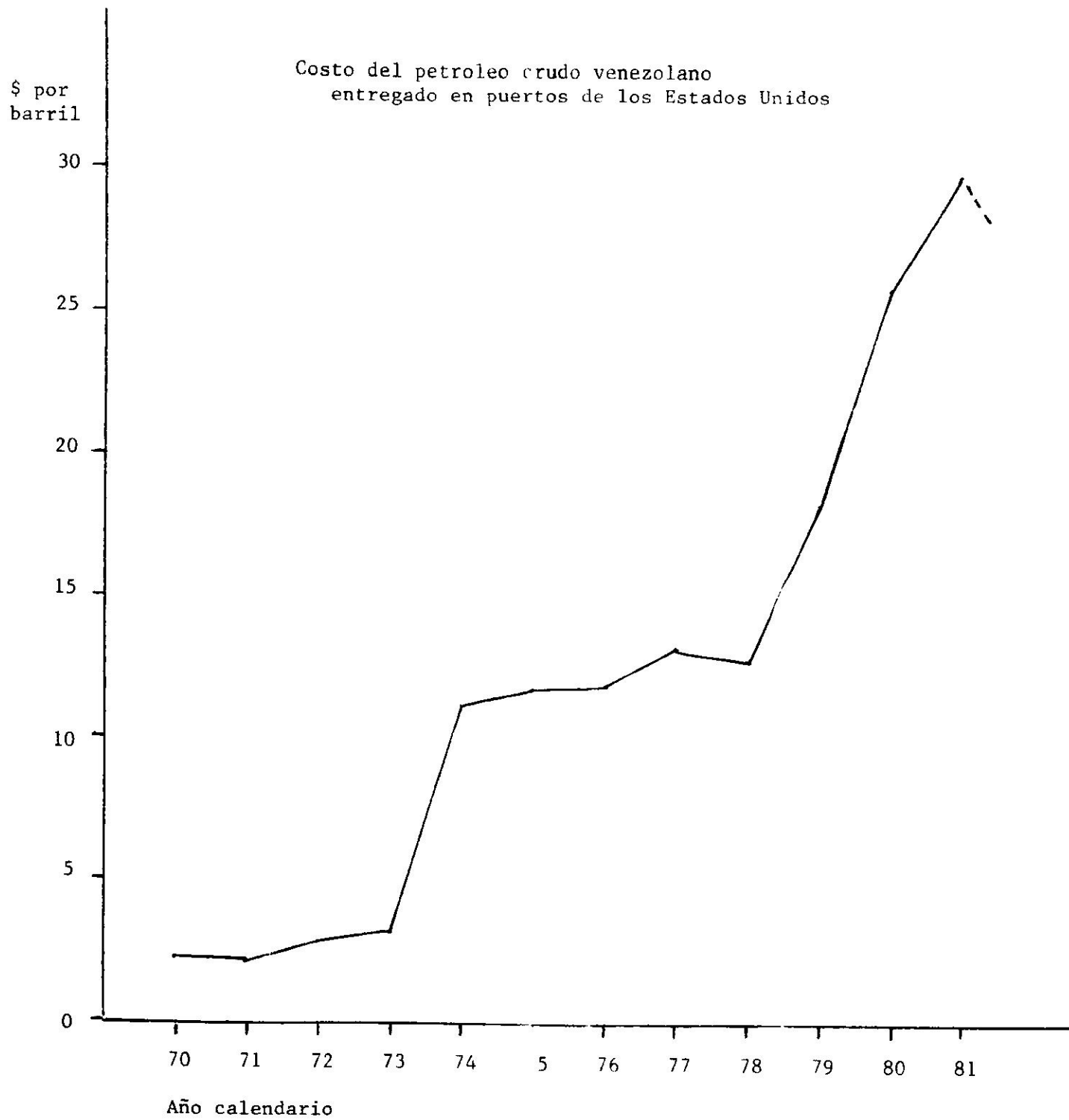


Tabla 1
Petróleo Crudo
Producción y Capacidad de Bombeo Mundial
(miles de barriles diario)

| | Producción ¹ | | Capacidad de bombeo ² |
|--|-------------------------|---------------|----------------------------------|
| | 1978 | 1981 | 12/81 |
| <u>Organización de Países Exportadores de Petróleo</u> | | | |
| Arabia Saudita | 8,300 | 9,800 | 10,500 |
| Argelia | 1,200 | 800 | 1,000 |
| Irak | 2,600 | 1,000 | 3,400 |
| Kuwait | 2,100 | 1,100 | 1,800 |
| Libya | 2,000 | 1,100 | 2,100 |
| Quatar | 500 | 400 | 500 |
| United Arab Emirates | <u>1,800</u> | <u>1,500</u> | <u>1,800</u> |
| Sub-total | 18,500 | 15,700 | 21,100 |
| Indonesia | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
| Irán | 5,200 | 1,400 | 3,000 |
| Nigeria | 1,900 | 1,400 | 2,200 |
| Venezuela | 2,200 | 2,100 | 2,200 |
| Otros miembros | <u>400</u> | <u>500</u> | <u>500</u> |
| Sub-total (OPEP) | <u>29,800</u> | <u>22,700</u> | <u>30,600</u> |
| <u>Otros Países</u> | | | |
| Canada | 1,300 | 1,300 | 1,700 |
| China | 2,100 | 2,000 | 2,100 |
| Estados Unidos | 8,700 | 8,600 | 8,800 |
| México | 1,200 | 2,300 | 2,800 |
| Reino Unido | 1,100 | 1,800 | 1,800 |
| Unión Soviética | 11,200 | 11,800 | 11,800 |
| Productores menores | <u>4,800</u> | <u>5,300</u> | <u>5,400</u> |
| Sub-total (Otros) | 30,400 | 33,100 | 34,400 |
| Total Mundial | <u>60,200</u> | <u>55,800</u> | <u>65,000</u> |

¹ Fuente: Monthly Energy Review, May 1982, pp. 94-95.
La revolución Iraní se culminó en febrero de 1979.

² Estimado aproximado del bombeo promedio posible durante un mes sin afectar los rendimientos de los pozos
Fuentes: varias

NOTAS A LA TABLA 2

- 1) Estimado para la variedad 67-22-2. Promedio de tres cosechas, una de siembra y dos de retoño. Adaptado de "Pricing Mechanisms for Syrup and High Test Molasses", por Lewis Smith, CEEA, Simposio sobre la Biomasa Tropical, San Juan, 26 a 28 de abril 1982 páginas 23 a 26.
- 2) Igual a 94% de los valores correspondientes obtenidos de pruebas de laboratorios.
- 3) Por el peso de la caña, se presume que la planta se cortará y se entregará a las centrales sin podar, es decir con los cogollos etc. pegados. Así que el contenido de fibra de estos últimos terminará en el bagazo.

Tabla 1
Caña Energética
Proyección de Rendimientos Posibles en Escala Comercial¹

| | <u>Por cuerda</u> (ton. corta) | <u>70,000</u> <u>Cuerdas</u> (1000 ton. corta) |
|---|-----------------------------------|--|
| <u>Fase Agrícola</u> | | |
| Peso verde (al cosechar) | | |
| Caña limpia | 87 | 6,090 |
| Cogollos, etc. | <u>15</u> | <u>1,050</u> |
| Sub-total - planta | 102 | 7,140 |
| Hojas caídas | <u>8</u> | <u>560</u> |
| Total de Biomasa | <u>110</u> | <u>7,700</u> |
| Peso seco ² (al cosechar) | | |
| Caña limpia | 25.7 | 1,800 |
| Cogollos, etc. | <u>3.9</u> | <u>272</u> |
| Sub-total - planta | 29.6 | 2,072 |
| Hojas caídas | <u>6.8</u> | <u>476</u> |
| Sub-total | <u>36.4</u> | <u>2,548</u> |
| <u>Fase Industrial</u> | | |
| Peso seco ² (después de moler) | | |
| Bagazo | | |
| Fibra ³ | 17.9 | 1,253 |
| Sólidos fermentables | <u>1.8</u> | <u>126</u> |
| Sub-total | 19.7 | 1,379 |
| Hojas caídas (fibra) | <u>6.8</u> | <u>476</u> |
| Sub-total | 26.5 | 1,855 |
| Sólidos fermentables exprimidos con el jugo de la caña | <u>9.9</u> | <u>693</u> |
| Total de Biomasa | <u>36.4</u> | <u>2,548</u> |

¹Para las notas vea la página siguiente

Notas de la Tabla 3

- ¹ Presume que el bagazo sale del molino con 50% a 52% de humedad y es secado con los gases de las calderas a un 40%.
- ² Los desperdicios caídos son secados con el sol, recogidos y pasados directamente a las calderas sin molerse.
- ³ Calculado según la formula de Hessey.
BTU significa "unidad térmica británica".
- ⁴ Incluye pérdidas de 30% en las calderas usadas para producir dicho vapor.
- ⁵ Presume que la alternativa a la caña energética es una usina eléctrica que quema combustible No. 6 con una eficiencia global de 32%. El contenido energético de un barril (42 galones) de No. 6 es aproximadamente 6.2 millones de BTU.

Tabla 3

Caña Energética

Producción de Energía durante la Zafra

| | Por cuerda | | 70,000 cuerdas (x1,000) |
|---|------------|----------------|-------------------------------|
| | Unidad | Total | |
| <u>Peso seco</u> (vease la Tabla 2.) | | | |
| Bagazo | ton. corta | 19.7 | 1,379 |
| Desperdicios caídos | " " | <u>6.8</u> | <u>476</u> |
| Total | | <u>26.5</u> | <u>1,855</u> |
| <u>Peso al quemarse</u> | | | |
| Bagazo (40% de humedad) ¹ | " " | 32.8 | 2,296 |
| Desperdicios caídos (15% de humedad) ² | " " | <u>8.0</u> | <u>560</u> |
| Total | | <u>40.8</u> | <u>2,856</u> |
| <u>Contenido energético</u> | | | |
| Bagazo (9.8 mm BTU/ton. corta) ³ | mm BTU | 321.4 | 22,498 |
| Desperdicios caídos (14.2 mm BTU/ton. corta) | " " | <u>113.6</u> | <u>7,952</u> |
| Sub-total | | 435.0 | 30,450 |
| <u>menos</u> vapor usado en los molinos ⁴ | " " | <u>(107.4)</u> | <u>(7,518)</u> |
| Sub-total | | 327.6 | 22,932 |
| <u>menos</u> pérdidas en las usinas (70%) | " " | <u>(229.3)</u> | <u>(16,052)</u> |
| Saldo (para ocho meses) | " " | 98.3 | 6,880 |
| Saldo (para ocho meses) | mil kwh | 28.8 | 2,015 |
| Importaciones del petróleo substituídas ⁵ | barriles | 49.4 | 3,459 |

¹Para las notas, vease la página siguiente

TABLA 4

CAÑA ENERGETICA

Estimado de Ingresos y Costos Económicos durante la zafra^{1/}

| | <u>Por cuerda</u> | <u>70,000 cuerdas</u> |
|---|-------------------|-----------------------|
| | \$ | \$ millones |
| <u>Ingresos</u> | | |
| Ventas de energía eléctrica a 8.5¢/KwH | 2,450 | 172 |
| Ventas de mieles ricas a 75¢/gal | 1,460 | 102 |
| TOTAL----- | <u>3,910</u> | <u>274</u> |
| <u>Costos Económicos</u> | | |
| Fase agrícola | | |
| Operaciones ^{2/} | 700 | 49 |
| Anualidad para capital circulante ^{3/} | 50 | 4 |
| SUB-TOTAL----- | 750 | 53 |
| Transportación de la biomasa | 500 | 35 |
| SUB-TOTAL----- | <u>1,250</u> | <u>88</u> |
| Fase Industrial | | |
| Operaciones (\$15/ton corta) ^{2/} | 1,530 | 107 |
| Anualidad para capital circulante ^{3/} | 160 | 11 |
| Secadoras de bagazo ^{4/} | 140 | 10 |
| Usinas eléctricas ^{5/} | 320 | 22 |
| Gastos administrativos (10% de las ventas) | 390 | 27 |
| Contingencias y gastos miscelaneos | 120 | 8 |
| SUB-TOTAL----- | <u>2,660</u> | <u>185</u> |
| TOTAL----- | <u>3,910</u> | <u>273</u> |

Notas: ^{1/} Esta tabla es ilustrativo pero no definitivo. Fuente: Tablas ^{2/} y ^{3/} anterior y la referencia citada en la nota 1 a la Tabla 2. Los precios son de 1982.

^{2/} Presume que tanto el terreno como las centrales son alquiladas.

^{3/} Calculado para recuperar la inversión en diez años con un rédito pre-contributivo de 20%.

^{4/} Comprende una anualidad para el capital invertido (vea ^{3/} arriba) más gastos de conservación equivalente a 20% de costo original del equipo.

^{5/} igual a ^{4/} excepto gastos de conservación calculados en un 15%.

