

## CEER-X-138

(CEEA-X-138)

PONENCIA DE

aan 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

Divisién de Anilisis Energético

Centro para Estudios Energéticos 'y Ambientales

Ponencia ante la Comision

de

Asuntos Energéticos

de la

Cémara de Representantes

?con relacin a la

Resolucién de la Cémara #500

---Page Break---

CREA-x-138

PONENCIA DE

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

de la

Universidad de Puerto Rico

?con 1a colaboración de

Lewis Smith y William Ocasio

Divisién de Anilisis Energético

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Ponencia ante la Comisión

?de

Asuntos Energéticos

de la

Cimara de Representantes

con relación a la

Resolución de la Cimara #500

Sobre un

Estudio Abarcador sobre la Situación Energética

del Estado Libre Asociado de Puerto Rico

23 de julio de 1982

---Page Break---

INTRODUCCION

El Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico es una institueié: de la Universidad de Puerto Rico

?con cuatro obj

ivoe 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 © aproximadamente el 408 del

Presupuesto total. Cuenta con 135 empleados, mayormente profesionales  
© técnicos y con facilidades científicas cuyo costo original al Gobierno

Federal fue de \$12 millones. Este año celebramos nuestro aniversario de

plat

---Page Break---

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

El CEA lleva a cabo su programa: de investigación y desarrollo con  
el mayor grado de coordinación posible con otras agencias e institucio-  
nes de nuestra comunidad.

En esta presentación vamos a enfocar en los siguientes aspectos de

los temas incluidos en la Resolución de la Cámara 500;

(2) \_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 © ecosistema, Casi siempre hay algunos efectos recíprocos entre dichas actividades y el ecosistema donde éstas

se localizan. Estos efectos recíprocos son especialmente numerosos

significativos en el caso de la producción, distribución y/o consumo de energía. La ecología, es decir, el estudio del ambiente y de su funcio-

namiento, 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

---Page Break---

mar alrededor de Puerto Rico como la tierra que lo constituye, las cimas

del Yunque como las zonas bajas y valles. 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 suficientemente grande y variada en sus condiciones

de tiempo y de espacios para tener significado no sólo regional sino mun-

dial.

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 Virgenes.

En adición el CEEA está analizando el problema crítica 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:

---Page Break---

(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 im=  
Pacto 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 conforme 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 víctimas accidentales 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.

---Page Break---

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 periodos de alzas más lentas y aún en algunas etapas de precios temporariamente

descendient

(Veise 1a 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 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 alternativas 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 © acción conjunta

de parte de países productores del petróleo que, con 0 intención,

resultaría en una severa restricción de los abastos mundiales del pe-

tróleo y/o una alza súbita de los precios. Aun cuando dichos aconteci-

---Page Break---

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 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

it has been

have had an energy crisis. Those who believe that it has been solved are wrong and are in for many unhappy years

Los factores más importantes que influyen sobre estas conclusiones

son los siguientes:

(2) 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

de Europa; un aparente error de cálculo de parte de algunos 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 superará 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

---Page Break---

Veinte años habrá faltar de producción adicional & 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 agotan o que sufren una merma en

eficiencia 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 bastante conservadores, la necesidad

mundial de nueva producción de petróleo para el año 2000 habría de sobrepasar los 25 millones de barriles diarios. Ya que se estima la

capacidad actual de bombeo diario en 65 millones de barriles

sumo 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 descubri-

miento de pozos nuevos. Cabe señalar que la capacidad adicional que

falta es equivalente al 17.18% de la capacidad máxima de la Arabia Saudita

y al 268 de la actual capacidad mundial y probablemente mucho mas

(veise la Tabla 1 al final de esta ponencia).

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

(6) La capacidad mixima de producci3n 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 s3lo 6 millones de barriles diarios. Asi que este pais dispone de una capacidad de 4.5 millones de barriles para propositos de politica 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, aument3 su producci3n en 1.0 millones de barriles diarios, de 8.8 a 9.8 millones, ritmo que se mantuvo hasta octubre de 1980, En ese mes, subi3 la producci3n otra vez, 2 a 3 millones de barriles y no la redujo hasta el otono de 1981 cuando, en un par de meses, la baj3 a 8.6 millones de barriles, Actualmente se cree que dicho pais est bombeando menos de 7 millones de barriles diarios, con

forme 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-

---Page Break---

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 la invasión de Líbano por parte de Israel?

Ya que varios países de la zona pueden desarrollar bombas atómicas

el que presume tranquilidad en el Cercano Oriente enfrenta un desastre.

En estas circunstancias, nos urge sustituir el petróleo por fuentes

alternas de energía, sobre todas las que son autóctonas y renovables:

## RECURSOS ENERGÉTICOS 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 variedad 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 serán 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

fuentes

los Estados Unidos. El CAFE estimó la posible aportación de renovables a la producción o conservación de energía eléctrica en Puerto

Rico según ilustrado en la siguiente página.

---Page Break---

Fuentes de Energía 2000

Biomasa 10-308,

Calentadores Solares! 8 1-28

Viento one 1-28

Hidroeléctrica 8

Conversion de la Energía

Térmica del Océano one 8

Fotovoltaico (celdas solares) 0 0.58

Sub-total (renovables) soa, 14-368

Convencionales? 95-86

Total 1008 1008

Estudios similares independientes del CZEA 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 esto.

Posteriormente, al testificar en junio de 1981 ante Comisión de Agricultura de esta Honorable Cámara, indicamos que para el 1966 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.

JER GURTHUCIET de energía eléctrica

?Carbón de piedra, energía nuclear, petróleo

---Page Break---

Desde entonces, el CEEA y otros centros de invest

iin y desa

rollo a través del mundo han seguidе laborando afanosamente sobre la

biomasa.

A continuación se detall

n las alternativas al petróleo mis apro-

piadas para Puerto Rico y nuestro estimado de su disponibilidad.

A. Disponible ahora !

### 1. La Cala 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 maiz

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

guides, la cafta energética se siene que moler en una central igual que

Ja eaha de azdcar. Sin embargo, en el caso de la primera se utiliza

como combustible no sélo el bagazo sino también las hoj

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 mis de cinco toneladas por cuerda obte-

?Alia probabilidad de ser comercialmente viable y confiable.

-10-

---Page Break---

nidas actualmente, Dicho sea de paso, este proyecto ha sido financiado

fen su totalidad por el Departamento de Energia (federal). El "Senior

Advisory Committee" del CEEA lo ha calificado en los siguientes térmi-

"This overall progra

is certainly the best in the Americas

and probably one of the best in the entire world",

Los resultados de este proyecto han legado a buena hora, ya que  
nuestra industria de caa esta al borde del colapso total y nuestra in-

dustria de ron depende peligrosamente de las importaciones de mi

para un 80-90% de sus necesidades.

De hecho es absurdo persistir en usar tan versatil siembra como lo

la cafia para obtener un producto solo el azucar en cuyo mercado ya  
no podemos competir.

Por lo contrario, si convirtiéramos nuestra industria de cata de

anticar en una de cana energética, para producir electricidad y mick

ieas, en vez de azúcar y micles agotadas, podríamos matar tres pájaros de un solo tiro, es decir

(Q) Producir de la biomasa más de un 13¢ de nuestro consumo de energía eléctrica

(2) Producir todas las micles 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 algunos conservadores, las tablas 2 a 4 ofrecen un ejemplo de cómo estos resultados se podrían lograr. Notamos además que la

Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) actualmente tiene fuera de servicio

one

---Page Break---

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 compré un generador de 20,000 kilovatios  
4 la AEE y lo tiene produciendo electricidad, quemando bagazo en Flo-  
Hida.

Descamos reiterar que nuestra recomendación es que se mantengan

las 70,000 cuerdas de caña con ci

?a energética y no se asignen @ otros  
cultivos.

No podemos olvidar que nuestra dependencia de las importaciones

l petróleo, y de las miles por nuestra industria del ron, es aun  
mayor que nuestra dependencia de los alimentos importados. Por varias  
Tazones, la dependencia energética toriines de Puerto Rico es mucho mas  
peligrosa y costosa que la dependencia alimenticia externa. En primer  
término, debido a su capacidad de Lombeo y sus enormes reservas,  
OPEP domina y dominars por muchos stios el mercado del petrbleo. Por  
contraste, no existen a! presente (y dudamos que surjan) organizaciones

© 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. © 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.

?2

---Page Break---

del 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 perjudique a otra. O sea la crisis energética no compite con la producción de alimentos en Puerto Rico.

Por lo tanto recomendamos lo siguiente:

(2) 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 agroindustrial que convertiría la caña en electricidad y mieles ricas.

(3) Que la Autoridad de Energía Eléctrica revise al borrador de reglamento sobre tarifas y condiciones de servicio para cogeneradores 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 menor 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 así 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 fempacarlos en rollos. Sus cosechas recuentes (de dos a seis meses, segun la variedad) permite alternarlos con las siembras de productos

comestibles. También se pueden sembrar pastos energéticos con benefi-

a3.

---Page Break---

cios económicos en algunos terrenos pubres 0 mediocres ya que el de:

censo del rendimiento observaco se compensa por una reducción del agua y de los abonos utilizavos.

En nuestro estudio de viabilidad ve Ja industria de cata energética

Proponemos incluir los pastos cnergét cos como complemento al la cafla

durante el tiempo muerto.

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 funcionarían a base de carbón de piedra, los primeros a instalarse

en Puerto Rico. La Autoridad de Energía Eléctrica tiene planes de in-

stalar una usina eléctrica que utilizaría carbón de combustible.

Una vez que tengamos la seguridad de que se vaya a establecer una industria de energía 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 digestor" en el cual unos microbios anaeróbicos descomponen la materia cruda en tres productos, un gas con valor calori-

fico, un sólido nuevo que puede servir de abono © comida de animales y un efluente líquido que se revirna al digestor y/o se usa para riego 0 para la alimentación de peces.

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

oe

---Page Break---

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

En este momento el CEEA esta pendiente a la aprobación del Depa:

tamento 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 demo:

traclén en los Estados Unidos. Los fondos provienen mayormente del gobierno federal cuya aportación se estima en \$926,000. El CEEA esté invirtiendo \$260,000, También hay prometida una aportación de la Oficina de Energia 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 mis de cinco aftes.?

## 5, Otros comentarios sobre la biomasa energética

Debido a la importancia que tiene nuestra industria de ron para el erario piblico, no se debe uulizar el etanol (el alcohol etilico) de la biomasa como combustible hasta tanto y cuanto se haya asegurado las necesidades de miles de dicha industria, Cada galén de etanol embarcado a los EEUU, 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 afjos colaboré en un proyecto privado para instalar digestores en una porqueriza.

---Page Break---

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

El aspecto principal de estos proyectos es resolver el problema de la 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 58 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 ca-

Lente a residencias se

propagando a través de la Isla. De 890,000

residencias de la ABE, una encuesta del CEEA, llevada a cabo durante enero de 1982 en colaboración con el Departamento de Trabajo y Recursos Humanos reveló que el 20 por ciento aproximadamente 18,000 resi-

den

tienen ya calentadores solares.

## 7. EL Viento

Numerosas variedades de molines de viento, sea para bombear agua  
© 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 generativa

are

---Page Break---

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

## Cogeneración

En los sistemas de cogeneración se producen a la vez electricidad y

calor para procesos industriales y/o aire acondicionado. Hay vari

fabricas y centros comerciales en Puerto Rico que estin considerando 0  
podria 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 energia. Debemos aprove=  
char el momento para perforar poros de exploración de petróleo y deter~  
minar 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. Entende~  
?mos que el Departamento de Recursos Naturales esta adelantado en la pre-

Paración 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 tubería es una realidad comercial en los Estados Unidos,

Además el Centro para la Tecnología de la Energía de Pittsburgh ha

avanzado

---Page Break---

logrado quemar estas mezclas con éxito. Vale la pena estudiar su conveniencia

para Puerto Rico por las siguientes razones

Q) Aunque no es una fuente renovable, el carbón de piedra del mundo es una fuente de energía mucho más segura que el petróleo

eo 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 sueltarlo 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

está 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 electricidad 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.

---Page Break---

Con miras a aumentar nuestro conocimiento 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

#### Conversión de la Energía Térmica del Océano (CETO)\*

En aguas tropicales, existe una diferencia mareada 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 más 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)

a9

---Page Break---

zación de la CETO. Desgraciadamente, en este momento no hay fondos federales ni fondos locales asignados para proseguir estos estudios y

ynos hemos visto forzado a dar por terminados los proyectos de invest

ción de energía térmica del océano. Esto lamentamos grandemente, ya que la CETO es, a largo plazo, una de las fuentes alternativas 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 otros países como Jamaica estén 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 prestarios 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 menor que el de las otras alternativas conocidas actualmente.

---Page Break---

## CAMBIO TECNOLÓGICO CON EL CARIBE

Con la presentación de la 1ª 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 © 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 CEA 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

---Page Break---

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 también más 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 alternativas 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 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 disminu-

ida 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 Nim. 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 respunden a las condiciones actuales de la eliminación de fondos federales para el «desarrollo de tecnologías ener

-22-

---Page Break---

séticas 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, esto 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.

---Page Break---

GrStica 1

Costo del petroleo crudo venezolano

8 por fentregado en puertos de lon Estados Unidos

bareil

4

as 4

20 |

is |

10

a a nS Se eS

7 1 7 73 7% 5 mm 77 8 79 8 aL

fo calendario

---Page Break---

Tabla 1

Petréteo Crude

Produccin y Capacidad de Bonbeo Mundial

(wiles de barriles diario)

Produccién? \_ Capacidad de bonbeo??

1578 ise 12/8

Organizaciéa de Pafses

Exportadores de Petrdleo

Arabia

Saudica 10,300

Argelio 1,000

Trak 3,400

Kuwait 1,800

Libya 2)100

Quatar 500

United Arab Emirates 1,800,

Sub-total, 21,100

Indonesia 1,600

Trin 3)000

Nigeria 2)200

Venezuela 2)200,

Otros miembros 5300

Sub-total (OPEP) 30,600

Otros Pafses

canada

China

Estados Unidos

México

Reino Unido

Unig Sovigtica

Productores menores

Sub-total (Otros)

Total Mundial

Fuente: Monthly Energy Review, May 1982, pp. 96-95.

La revolución Trani se culminó en febrero de 1979.

Estimado aproximado de bombeo promedio posible durante un mes sin

afectar los rendimientos de los pozos. 5

Fuentes: varias

---Page Break---

TAS ALA Taba

1) Estimao para 1a variedad 67-22-2. Pronedio de tres cosechas,

una de sienbra y dos de retowio. Adaptado de "Pricing Merchanians

for Syrup and High Test Molasses por Levis Smith, CREA, Simposio

Sobre 1a Biomasa Tropical, San Juan, 26 a 28 de abril 1982

piginas 23 2 26,

2) Tgual a 94% de Los valores correspondientes obtenidos de pruebas de Laboratorios.

3) Por el peso de 1a caia, se presume que 1a planta se cortar y se

4 las centrales sin podar, es decir con 10s cogollos

fete. pegados. Asi que el contenido de fibra de estos Gleinos

terminard en ol bagazo,

---Page Break---

laa

Cats §

Proyeesén de Reudinients> Posibies en Escala Conereial>

(ton. corta) (1000 ton. corta)

∅ Agricola

Peso verde (a! cosechar)

Cada Limpia 2

Cogolios. ote 15 1050

Sub-total ~ planta 02 7,240

Hojas caidas 8 560.

Total de Bionasa 110 2,700

Peso seco? (a1 cosechar)

caha Linpra 25.7

Cogotlos, ere. 39

Sub-total ~ planta 29.6

Industrial

Peso seco? (después de moler)

Bagazo

Fibra? a9 1,253,

SSlidos fermentables 8 126

Sub-total 19.7 1,379

Hojas caidas (fibra) 6.8 476

Sub-total, 26.5 1,855,

S6Lidos fermentables exprinidos

?con el jugo de 1a cala

Total de Bionasa

para las notas vea 1a pigina siguiente

---Page Break---

Notas ve 1a Tabla 3

Presume que el bagazo sale del molino con SOX @ 52% de humedad y es secado con los gases de las calderas a un 402.

Los desperdicios caídos son secados con el sol, recogidos y pasados directamente a las calderas para no perderse.

Calculado según la fórmula de Hess.

BTU significa "unidad térmica británica",

\*incluye pérdida

dicho vapor.

de 302 en las calderas usadas para producir

Presume que la alternativa a la cae 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.

---Page Break---

Tabla 3

cata Foergética

Producción de Energía durante 1a Zafra

Por euerda

Taidad Tota)

Peso seco (vease 1a Tabla 2)

Bagazo ton. corta

Desperdicios cafdos "

Total

Peso al quenarse

Bagazo (40% de humedad)? "oN

Desperdicigs cafdos (13% de

humedad)?

Total

Contenido energético

Bagazo (9.8 mm BTU/ton. corta)? = stv

Desperdicios caídos

(24.2 mm BTU/ton. corta)

Sub-total

menos vapor usado en los molinos® we

Sub-total =

menos pérdidas en las usin

cor) a

Saldo (para ocho meses) we

Seldo (para ocho meses) ?ail kwh

Importaciones de petróleo

¿substituidas? barriles

Para las notas, véase la página siguiente

32.8

70,000

cutrdan

(2,000)

1,379

476

22,498

1352

30,450

518)

22,932

(26,052)

6,880

2,015

3,459

---Page Break---

TABLA 4

(CARA ENERGETICA

Estimado de Ingresos y Costos Económicos durante 1a zafra/

Por cuerda 70,000 everdas

3 \$ millones

Ingres

Ventas de energíe eléctrica 2 8.54/Kot 2.450 v2

Ventas de mieles ricas a 75¢/gai 15460

Tora. Sag zs

Costos Económicos

Fase agricola

Operaciones 2/ 3 700 49

Anualidad para capital circulante 3/ 50, 4

SUB-TOTAL 2 3

Transportación de la bionasa 50 3

?SUB-TOTAL = =e

Fase Industrial

Operaciones (\$15/ton corta ) 2/4, 1,830 107

Anualidad para capita) circulante 3/ 160 a

Secadoras de bagazo 4/ 140 10

Usinas eléctricas 5/ 320 2

Gastos administrativos (10% de las  
ventas) 390 2

Contingencias y gastos miscelaneos 120 8

J Esta tabla es siTustrative pero no definitiva. Fuente: Tablas

y Banterior y la referencia citada en la nota 1a la Tabla2.

10s precios son de 1982.

2/ Presune que tanto el ?terreno como Tas centrales son alquila

.

3/ Calculado para recuperar 1a inversi3n en diez afes con un  
?r3dito pre-contributivo de 20%,

4/ Comprende una anual idad para'el capital invertido (vea 3/

arriba) m3s gastos de conservact3n equivalente a 20% de costo

original del equipo,

9f igual a 4/ excepto gastos, de conservaci3n catcualdos en un

5%.

---Page Break---

---Page Break---