

CEER - CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO: RESUMEN DE LOGROS

RESUMEN DE LOGROS

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico

Introducción: La crisis energética provocada por la escasez en las fuentes convencionales, petróleo y gas natural, y el consiguiente aumento en el precio de estos combustibles ha ocasionado, en escala mundial, problemas sociales y económicos de difícil solución. En Puerto Rico, cuyo sustento energético proviene casi exclusivamente del petróleo importado, las dificultades socio-económicas se amplifican y requieren atención inmediata del gobierno.

Desde el 1957, el Centro Nuclear de Puerto Rico, una dependencia de la “Atomic Energy Commission” de los Estados Unidos operada por la Universidad de Puerto Rico, se había establecido como líder en la Isla y en América Latina en la transferencia tecnológica para el uso pacífico de la energía nuclear. Aparte de adiestrar cientos de profesionales y científicos, sirvió de centro de investigación para el establecimiento de las escuelas graduadas en ciencia de la Universidad de Puerto Rico.

Con el advenimiento de la crisis energética, y el traspaso de la Atomic Energy Commission a la Administración de Investigación y Desarrollo de Energía, la misión del Centro Nuclear fue reorientada y en 1976 este se convierte en el Centro para Estudios Energéticos y Ambientales (CEEA) mediante contrato entre ERDA y la Universidad de Puerto Rico. Este contrato expira el 30 de septiembre de 1981.

Esta fue la primera medida concreta en Puerto Rico para enfrentarse a la crisis energética. ERDA y más tarde su sucesor, el Departamento Federal de Energía (DOE), se comprometió a apoyar económicamente al CEEA durante la vida del contrato y lo comisionó para estudiar las fuentes renovables de energía y la consecuencia ambiental de su utilización. Es la única agencia de investigación y desarrollo en toda la nación que

Combina estas dos funciones, siendo además de enteramente bilingüe, el único establecimiento de su género exclusivamente minoritario. El contrato con DE estipula que la Universidad de Puerto Rico se irá haciendo cargo gradualmente de los gastos institucionales y administrativos del GEA y que a su vencimiento, el equipo, edificios e instalaciones propiedad del HOE pasarán a la Universidad con el fin expreso de garantizar la continuidad de las operaciones. En el plan maestro para la administración del contrato se proyecta que el GEA ha de gestionar contratos y donativos para costear en parte sus proyectos de investigación. El documento considera satisfactorio alcanzar un nivel de \$900,000 en cada ayuda externa por la duración del contrato. Al finalizar el contrato, el próximo 30 de septiembre de 1981, el DE habrá aportado la cantidad de aproximadamente \$10 millones.

El GEA ha utilizado con gran eficiencia las asignaciones institucionales de DE. Durante los cinco años de duración del contrato se ha obtenido \$7 millones en contratos y ayuda externa, o sea, mucho más de lo anticipado originalmente, para llevar a cabo investigaciones y desarrollos

tecnológicos comprometidos primordialmente a la solución del problema energético y ambiental de Puerto Rico. Esta productividad ha sido señalada como extraordinaria en las evaluaciones anuales. El esfuerzo principal del GEA va encaminado a hallar y analizar los datos necesarios, científicos y socioeconómicos, para la utilización práctica y la evaluación del impacto ambiental de las fuentes alternas de energía disponibles en Puerto Rico. En algunos casos ya se ha alcanzado. Las áreas principales de estudio, los logros principales obtenidos en éstas y las proyecciones futuras aparecen a continuación. BIOSA. Desde hace más de tres años se realizan estudios en colaboración con la Estación Experimental Agrícola de la Universidad, encaminados a descubrir y utilizar comercialmente el potencial energético de las cañas, yerbas y árboles actualmente en cultivo.

Otros capaces de ser cultivados en Puerto Rico. En la primera fase del programa se ha demostrado que, utilizando las mismas variedades de caña y modificando tan solo las prácticas del cultivo, se puede maximizar el rendimiento energético. Los resultados han sido extraordinarios. En la actualidad el balance energético indica que la energía recobrada mediante estas nuevas prácticas es 9.95 veces mayor que la obtenida en toda la operación, al punto que la caña energética ya parece competir, en términos económicos, con el aceite común. Otro punto importante que se desprende de estos estudios es que, a pesar de producir grandes cantidades de energía, la cantidad de azúcar por cuerda no disminuye al aplicarse las nuevas prácticas de cultivo, al contrario, resulta mayor. A continuación algunos datos: Toneladas de caña verde por cuerda (promedio): actual 28; nueva práctica, 63. Materia combustible seca obtenida, por cuerda, después de la elaboración del jugo; actual, menos de 6 toneladas; nueva práctica, más de 6. Azúcar por cuerda: actual, poco más de 3 toneladas; nueva práctica, más de 5 toneladas. Los últimos estudios puntualizan que estos resultados pueden aún mejorarse. Debe recalarse que la variedad de caña usada es la misma que la usada en la actualidad - solo cambian las prácticas de cultivo. Se razona por lo tanto que una investigación más profunda, con la intención de descubrir variedades de caña más apropiadas al nuevo método de cultivo, aumentaría significativamente el rendimiento energético y de azúcar. Este gran rendimiento por cuerda hace posible dejar, en parte, algún azúcar en las mieles para suplir la industria de ron local con mieles ricas, en vez de las gastadas que hoy usa. En la actualidad hay que comprar más del 90 por ciento de las mieles en el extranjero en competencia con los grandes productores de alcohol para gasohol. Se vislumbra la posibilidad de monopolios de mieles como el del petróleo, lo que asestaría un rudo golpe a la industria del ron, vital a la economía de la isla.

"Isla. Estos resultados ya han atraído el interés de algunos colonos y el de firmas comerciales dedicadas a la producción de "agrocombustibles". Al presente, el CEA está dando asesoramiento técnico en el manejo de una plantación de caña de 30 cuerdas en Hatillo y está en negociaciones con una firma para la producción de combustibles en Mayaguez a partir de biomasa. Un estudio socioeconómico ha demostrado que el concepto de la caña energética puede desarrollarse vis a vis el programa de fin agrícola para alimentos sin dislocación alguna de este último. Otro resultado importante de estos estudios es la demostración de la posibilidad económica de operar de forma continua durante todo el año centrales azucareras alimentadas exclusivamente por agrocombustibles. La producción de azúcar y mieles se alternará con la producción de electricidad. A presente se estudia además el uso de yerbas tropicales no comestibles y productores de hidrocarburos dentro de un plan integral para la producción de agrocombustibles. Los árboles productores de hidrocarburos son de especial interés. Más aún, según un estudio hecho por el CEFA en colaboración con el Dr. Melvin Calvin, premio Nobel en química, existen diversas variedades de estas plantas que se reproducen con gran facilidad y poca atención. Otras

variedades pueden importarse y adaptarse. Nuestra industria petroquímica y de refinación de petróleo, ambas de vital importancia para la isla, podrían beneficiarse de estos estudios. Una propuesta del CREA al DOE en consorcio con Battelle-Columbus Laboratories y Combustion Equipment Associates fue aprobada recientemente. Tiene por objetivo la producción de un agrocombustible capaz de poder ser usado directamente y sin modificaciones por plantas productoras de combustibles. El logro de este objetivo permitiría la producción de agrocombustibles en la Isla en una sólida base económica y serviría para el adelanto de la industria agrícola en la Isla.

BIOCONVERSIÓN, El Centro ha impulsado y dado asesoría"

Es esencial para la implementación de esta tecnología que consiste en la conversión biológica de la biomasa y desperdicios en gases combustibles (metano). Como primer paso, el Centro diseñó sistemas simples y de bajo costo para bioconvertir biomasa y desperdicios de distinta procedencia. Se construyeron modelos para probar su eficiencia, durabilidad y adaptabilidad para bioconvertir biomasa de los jacintos acuáticos, restos de ron y desperdicios sólidos de las cafeterías. Todos estos modelos demostraron su efectividad y algunos están en operación. Debe mencionarse el instalado en la Base del Ejército en el Puerto Buchman para la conversión de los desperdicios de la ciudad. Otros proyectos en que ha intervenido el Centro mediante asesoría técnica y preparación de propuestas se relacionan a granjas de animales donde los desperdicios de éstos se reciclan para generar metano y abonos para las siembras de alimentos. Dos de estos proyectos están en distintas fases de implementación; una porqueriza en Ponce y una granja de pollos en Río Grande. Del éxito de estas operaciones depende su adopción por otras granjas con el consiguiente ahorro de energía e importaciones y quizás abaratamiento del producto. También se exploró el potencial energético del bagazo, y su posible bioconversión. Con la cooperación del Coastal Space Laboratory de la NASA se obtuvieron fotografías de satélite las cuales se examinaron. Un proyecto prospectivo en agenda es de gran utilidad para la labor de un plan integrado para la bioconversión de los desperdicios de los municipios de Puerto Rico para la producción de metano en escala significativa. Estos estudios se comenzarán en el Municipio de San Juan. PROGRAMAS DE ENERGÍA SOLAR. La utilización de la energía solar es motivo de intenso estudio que se traduce en diversos programas de acción. A continuación aparecen los logros más importantes y las proyecciones. A pesar de la intensidad y calidad de la radiación solar, para la mejor utilización de la energía solar se necesita maximizar su eficiencia.

"El meteorómetro es el instrumento que mide la intensidad de la radiación solar en el país. Con estos propósitos, el CATO opera una red de estaciones donde se recopilan datos sobre radiación directa y difusa. En la actualidad, los datos obtenidos son analizados e integrados estadísticamente para obtener un perfil de radiación solar que atraviesa las diversas regiones climáticas de Puerto Rico. La continuación de este proyecto es imperativa para precisar con exactitud los parámetros que sirven de guía al desarrollo de la industria solar en la isla y proporcionar referencias para la preparación de propuestas dirigidas a este fin.

B. Prueba de sistemas solares. Se ha diseñado y construido equipo para evaluar el funcionamiento de colectores solares en las instalaciones del GEEA en Yayaguez. En la actualidad, se presta servicio al sector privado e industrial para medir la eficiencia instantánea y otros parámetros de los colectores solares. Las medidas se ingresa a un computador, lo que permite el mejoramiento

continuo de los datos y del régimen de operación de los colectores. Ya se han recopilado numerosos datos que, junto con los que se reciban en el futuro, facilitarán la preparación de un manual técnico para el funcionamiento óptimo de los sistemas solares en Puerto Rico. Este manual es muy necesario ya que se adaptará a las condiciones climáticas de humedad y radiación solar propias de las regiones tropicales, sobre las cuales hay muy poca información.

C. Energía solar como fuente de calor para procesos industriales. La investigación se centra en la adaptación de la energía solar a la calidad de insolación presente en Puerto Rico y a las condiciones climáticas prevalecientes. Los siguientes resultados pueden citarse como consecuencia directa de este esfuerzo:

- La formación de un personal técnico especializado en este campo. Parte de este personal forma la facultad del GEEA, pero otros trabajan en la industria, la Oficina de Energía y en otras dependencias del gobierno.

- El establecimiento de un

Programa de estudio a nivel graduado y subgraduado, único en Puerto Rico. Este programa ofrece oportunidad y excelencia a los estudios, desarrollos y práctica en este campo y genera el personal antes mencionado. Adelanto continuo de la capacidad del CEEA para ofrecer asesoría técnica y administrativa en el uso de la energía solar por las industrias. Particularmente merecen citarse los siguientes proyectos:

El de la Nestle-Libby, una demostración que utilizará 50,000 pies cuadrados de colectores solares. El sistema solar a instalarse producirá 8 mil millones de BTU anuales que calentarán 105,000 galones de agua a 210°F para la pasteurización y limpieza en una planta de alimentos. Por ser una instalación única en un ambiente tropical, implementada bajo el asesoramiento técnico del CEEA, sirve además como una demostración para otras firmas procesadoras de alimentos y farmacéuticas aquí en el Caribe.

El de la firma farmacéutica Roche Products, Inc. donde concentradores parabólicos tropicalizados, cuyo prototipo fue diseño exclusivo del CEEA, servirán para generar vapor de aplicación industrial. Al presente, el sistema está en la fase de prueba y optimización de los concentradores. En adición un grupo de estudiantes desarrolla en el CEEA prototipos de bombas para la regulación proporcional de la temperatura. Este componente se instalará como integrante del sistema solar en Roche Products.

Acondicionadores de aire mediante solar, en Puerto Rico, debido a la alta humedad en el ambiente, una gran parte de la energía consumida por un acondicionador de aire se va en condensar esta humedad. El CEEA tiene bajo estudio un sistema para remover esta humedad mediante desecantes, los cuales serán regenerados por medio de la energía solar. Este es un régimen especialmente útil para Puerto Rico y otras áreas tropicales capaz de conservar grandes cantidades de energía eléctrica. El proyecto se encuentra en su etapa experimental, pero en proyecto inmediato está la construcción y prueba de una instalación prototipo. Al presente también se...

Estaba trabajando en los diseños para la sustitución de las máquinas de aire acondicionado en los laboratorios del CEEA en Mayagüez por un equipo solar de absorción que utilizaría la piscina de

110,000 galones que usaba el reactor nuclear ahora desmantelado. Los planes incluyen la construcción total del sistema en las células solares. Dado los éxitos que se vislumbran y el costo de estos colectores, el CEEA se está preparando para cuando este equipo sea de importancia en Puerto Rico para la utilización de la energía solar. Con tal propósito se estudia el efecto del ambiente húmedo, el salitre y la contaminación urbana en la eficiencia de las células solares. Además, se realizan estudios comparativos del efecto de las condiciones anteriores sobre la integridad de distintas superficies ópticas.

---Página en Blanco---

Investigaciones sobre propiedades de materiales, en colaboración con los campus de Ponce y Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, el CEEA ha previsto y financiado paralelamente un programa activo para el desarrollo y estudio de las propiedades ópticas de materiales propios para la absorción de la energía solar con el objetivo particular de aumentar la eficiencia y estabilidad ambiental de los colectores. Este programa servirá para iniciar investigaciones en este campo, generar personal especializado y apuntar a la disminución de precios de estos, para ayudar en este campo competitivo con la aprobación en Puerto Rico por la National Science Foundation para el establecimiento.

Según se desprende de diversos estudios económicos, algunos hechos en el CEEA, si se logran resolver los problemas aún pendientes, la tecnología OTEC ofrecería uno de los mejores medios para utilizar la energía solar. Todas estas circunstancias llevaron a los estudios del CEEA en este campo, cuyos resultados han sido incorporados en las propuestas presentadas para lograr el establecimiento de una planta OTEC en la isla, en competencia con otros sitios de los Estados Unidos.

A continuación, mis estudios y logros más significativos en este campo: el desembarco, que se ha convertido en un laboratorio flotante y se ha anclado en el sitio donde se instalaría la planta OTEC. Las bombas instaladas en la barcaza traen agua del mar y la pasan por tubos de prueba hechos de distintos metales. De esta forma se determina el efecto de la corrosión química y biológica en las propiedades térmicas de estos materiales. También se estudia el impacto ambiental de una planta OTEC en las cercanías de Santa Taina en conjunto con la División Marina. Todos estos estudios, algunos de los más importantes llevados a cabo en este campo a nivel mundial, facilitarán la aprobación por las agencias federales de una planta OTEC en Puerto Rico.

Gracias al uso del laboratorio flotante, somos los únicos que hacemos estudios y desarrollos de la tecnología OTEC justo en el sitio donde se establecería una de estas plantas. Estos estudios deben continuar si queremos mantener nuestro liderazgo y ventaja y así lograr dotar a Puerto Rico de las primeras instalaciones OTEC en el mundo.

El GEEA es uno de los pocos laboratorios a cargo del desarrollo de fuentes alternas de energía que a la vez estudia el impacto ambiental de estas. En adición, el GEEA ha hecho varios estudios ambientales para Puerto Rico, relacionados directa o indirectamente con las repercusiones que el uso de la energía tiene sobre el ambiente. Los siguientes son algunos de los proyectos más significativos en este campo.

Estudio ambiental en la bahía de la isla: Este fue un gran estudio que analizó los efectos ecológicos de las descargas industriales a la bahía. Sirvió de base para el estudio de disposiciones

reguladoras y la administración de los efluvios industriales mediante el tratamiento adecuado. Otro beneficio indirecto del estudio fue el desarrollo de técnicas y destrezas y además, del trabajo en la evaluación de la condición ecológica de la isla por las actividades industriales.

Los adolescentes en proyectos del programa de salud de GE intentan "Erradicar el caracol transmisor de la bilharzia, *Biomphalaria Glabrata*, de los lagos, represas y ríos de Puerto Rico". Este estudio exhaustivo, en colaboración con la Organización Mundial de la Salud, demostró concluyentemente que el caracol *Marisa Cornuarietis* elimina el peligroso caracol *B. Glabrata*. Sembrando este caracol en lagos, ríos y represas de Puerto Rico ha erradicado prácticamente al caracol *B. Glabrata*. El éxito de estos estudios sugiere la erradicación del *B. Glabrata* en todo el país.

Se ha usado una planta piloto de demostración en la Planta de Tratamiento de Guaynabo, consiguiendo excelentes resultados en la remoción de sólidos suspendidos, con un ahorro de entre 1/2 y 1/3 de la energía eléctrica que usarían los métodos convencionales. Otra ventaja observada en estas pruebas es un ahorro sustancial en el uso del terreno, factor muy importante en el caso de Puerto Rico.

Se realizaron estudios para evaluar el jacinto acuático como purificador de aguas residuales y protector de biomasa energética. Esta planta acuática es de las que crecen más rápido.

Los resultados hasta ahora son muy buenos y se comparan favorablemente con los obtenidos en otras latitudes. Se pueden obtener cerca de 3 quintales de planta verde al día por 1000 metros cuadrados. Algunos experimentos han demostrado la gran habilidad del Jacinto acuático para purificar las aguas residuales con un gasto energético mínimo. La continuación de estos experimentos podría darnos medios baratos de atacar el importante problema de la purificación de agua en Puerto Rico.

En el Bosque Tropical de la Sierra de Luquillo, estudios de ecosistemas tropicales son de vital importancia para entender sus consecuencias. Puerto Rico tiene en el Bosque de Luquillo uno de los pocos sistemas tropicales en el mundo, susceptibles a ser estudiados. Las investigaciones realizadas hasta la fecha van dirigidas a obtener, entre otros, los datos sobre "Proyectos de Ecología Marina".

Servicios oceanográficos para OIEC, dirigidos a proveer información ecológica necesaria para llegar al cuidado adecuado de su estación satelital. Se une el barco GUILFORD, propiedad de Puerto Rico, para obtener cada tres meses datos sobre la magnitud de las corrientes marinas en el área al sur de Puerto Rico, tras para medir propiedades oceanográficas importantes. Sostiene contrato con la Autoridad de Energía Eléctrica (AE), se estudió cómo resolver el problema en las cercanías de la planta termoeléctrica de Palo Seco. Como parte de un contrato con la AE, se estudian en tres zonas ecológicas ya seleccionadas. Los riesgos ambientales marítimos ocultos en la operación de una planta termoeléctrica son serios. Este proyecto es parte de las actividades y logros del Grupo. Es imprescindible presentar propiedades evidentes y logros del proyecto que junto a los anteriores coinciden en cumplir el objetivo.

SLA Sector 8 de Puerto Rico con la información, la experimentación y el recurso humano necesario para enfrentarse a la energía. A continuación se mencionan brevemente algunos de estos proyectos: "Metodología para el aprovechamiento económico óptimo de los sistemas ecológicos. Se han desarrollado modelajes computarizados para evaluar y comparar distintos procesos energéticos. "Estudio de Puerto Rico. Se ha hecho un completo y comprensivo estudio comparativo de las distintas opciones energéticas posibles en Puerto Rico. Este estudio actual se utiliza en la actualización de la política energética de Puerto Rico. "Proyecto Apoyo Solar para Puerto Rico. Afiliado al Centro de Energía Solar del Sur del Departamento de Energía de los Estados Unidos. El proyecto realiza encuestas sobre la protección del consumidor en la utilización de la energía solar, recopila información sobre las leyes locales que regulan el uso de la energía solar y la utilización de los beneficios de los programas federales de energía, y pone a la disposición de los usuarios el Solar Energy Information Data Bank.

"Red del Instituto de Investigación de Energía Solar, entre otros servicios. "Proyecto de conservación de Energía para la Universidad de Puerto Rico. Un estudio abarcador e integrado para ayudar a la administración a implementar medidas de conservación en todo el sistema universitario. Cientos de miles de dólares ya se han economizado mediante la ejecución de algunas de las medidas sugeridas. "Programa científico de verano para estudiantes de escuela superior". Este exitoso programa, ha servido por dos años consecutivos a estudiantes inteligentes de bajo nivel económico. El programa recibió una clase de excelencia por parte del Departamento de Energía y del Trabajo de los Estados Unidos quienes lo auspiciaron. Ha servido de modelo para programas similares en el continente. "Se espera continuar este programa en años venideros. "Programa de verano de investigación científica para estudiantes de escuela superior. Con el apoyo del Departamento de Instrucción de Puerto Rico, 12 estudiantes colaborarán con los científicos en distintas fases del trabajo de investigación. A juicio de los jefes y los organizadores, el programa tuvo un gran éxito. Los estudiantes, al regresar a la escuela, sirven de estímulo al resto del grupo. Ya hay planes para repetir este proyecto el próximo verano.

---Página Siguiente--- "Ayudar a la investigación científica en la Universidad de Puerto Rico. Veintitrés proyectos fueron apoyados durante el pasado año fiscal. La mayoría tienen que ver con el desarrollo de fuentes alternas de energía en sus aspectos económicos, científicos y ambientales. Esta es una ayuda significativa al adelanto, no sólo del problema científico en particular, sino de los recursos humanos que tan desesperadamente necesita el país.

"Asesoramiento a la República de Panamá en el desarrollo de un plan general de energía. Conjuntamente con la Universidad de Delaware, se brindó asesoramiento técnico a Panamá en estudios de la demanda energética, evaluación de los recursos renovables disponibles, desarrollo de estrategias de política energética y la preparación de un plan integral para el..."