

2008

# Energía Sostenible:

Antología de Lecturas del  
Instituto Tropical de Energía,  
Ambiente y Sociedad (ITEAS)

Editado por  
Dra. Marla Pérez Lugo



## Mensaje del Dr. Jorge Iván Vélez Arocho

---

### *Rector de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez*



Históricamente el Recinto Universitario de Mayagüez (RUM) de la Universidad de Puerto Rico ha sido líder en investigación y desarrollo en el área de energía, primero aportando ingenieros para la industria azucarera y luego, en 1957 con el desarrollo y establecimiento del Centro Nuclear. Investigadores de renombre en el Continente Americano realizaron importantes proyectos en el Centro Nuclear y contribuyeron al desarrollo de política pública, y estudios energéticos y ambientales en PR. Estos estudios son válidos al día de hoy y son frecuentemente utilizados como referencias en trabajos de investigación.

El Centro Nuclear llegó a expandirse hasta tener divisiones en varias unidades de la UPR. Aunque eventualmente las oficinas centrales del mismo pasaron a San Juan, el RUM siguió teniendo el liderato técnico en el área de energía, incluyendo una Maestría en Ingeniería Nuclear. En la década del 70 el Centro Nuclear cambió su rol y se convirtió en el Centro de Estudios Energéticos y Ambientales (CEEA). Luego de su cierre, durante la década del 90, el trabajo del CEEA fue continuado por una nueva generación de investigadores de ingeniería eléctrica, química y mecánica que mantuvieron la relevancia del RUM en el quehacer energético de Puerto Rico.

En este nuevo milenio el Recinto Universitario de Mayagüez retoma formalmente la agenda energética en enero del 2007 con la creación del Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS). ITEAS agrupa investigadores de diversas disciplinas en el RUM para estudiar y buscar alternativas para nuestra dependencia de combustibles fósiles, proponiendo el principio de la sostenibilidad como estrategia para el desarrollo socio-económico-ambiental de Puerto Rico. Pretendemos con ITEAS cumplir la responsabilidad histórica de aportar a un futuro sostenible para Puerto Rico, y de asumir como un deber moral la búsqueda de soluciones al dilema energético mundial.

Atender nuestro reto energético tomará tiempo, pero el RUM a través de ITEAS, ha dado pasos importantes para aportar efectivamente no esperando a la próxima crisis energética para actuar. Mayormente, ITEAS ha provisto y fomentado espacios para la discusión amplia del tema energético en PR dirigidos a movernos a estrategias y prácticas sostenibles. Ante el reto energético y otros retos de nuestra Isla, hoy, más que nunca, el RUM está presente y relevante y al servicio de todos en nuestra sociedad.

## Contenido

Introducción.....	6
El Dilema Energético de Puerto Rico.....	9
Ahorro y Mayor Eficiencia.....	16
El Sol: El Recurso Renovable más Abundante en Puerto Rico .....	21
Energía Eólica para Producir Electricidad .....	26
Biocombustibles, Biorefinerías y Energía Oceánica.....	32
Entendiendo las Consecuencias y Beneficios de Alternativas Energéticas.....	36
De Agendas, Alternativas y Políticas Públicas.....	40
Green Business, Renewable Energy, and a Sustainable Puerto Rico.....	47
Oposición comunitaria y ambientalista al Gasoducto: la necesidad de cambio en el manejo de nuestros recursos.....	53
Energía renovable sostenible.....	56
Ponencia sometida por científicos sociales en formación sobre el reglamento para la interconexión de generadores con el sistema de distribución eléctrica. ....	58
Ponencia sobre el Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica.....	69
Recomendaciones para el Reglamento de Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica .....	80
Comentarios al Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica publicado por la Autoridad de Energía Eléctrica .....	84

Ponencia acerca del Documento de la AEE “Consideración de los Estándares del EPACT 2005: Net Metering, Fuel Sources, Fossil Fuel Generation Efficiency” .....	91
Comentarios acerca del Reglamento para Establecer el Programa de Medición Neta .....	100
Energía Eléctrica Renovable para Puerto Rico .....	103
Sustainable Energy: Balancing the Economic, Environmental and Social Dimensions of Energy.....	105
Advancing a Sustainable Energy Ethics Through Stakeholder Engagement .....	121
Colaboradores/as .....	135

## Introducción

*Dr. Efraín O'Neill Carrillo*

Director, Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad

De acuerdo con el Informe Brundtland de la Conferencia de las Naciones Unidas en Rio de Janeiro (1992), la sostenibilidad en su definición más fundamental atiende las necesidades de la generación presente sin comprometer los recursos de generaciones futuras. Esta definición se sostiene en la integración de los ámbitos sociales, económicos, y ambientales en múltiples procesos de toma de decisiones y dentro de las limitaciones físicas que nos impone el planeta.

Esta definición resonaba ampliamente hace algunos meses en la discusión pública sobre todo en lo que se refería a nuestro dilema energético. Cuando los precios del petróleo aumentaron dramáticamente durante el 2008, Puerto Rico se enfrentó cara a cara con los límites a su crecimiento económico: NO tenemos ningún combustible fósil y TODO nuestro sistema económico, social y político depende de fuentes de energía extranjera.

Ahora, con los precios del barril de petróleo en menos de \$50 en los primeros meses de 2009, la discusión de la dependencia de combustibles fósiles de PR ha quedado en un segundo plano. Al parecer, seguimos sin entender que los momentos de crisis son inapropiados para tomar decisiones críticas de cambio, ni que tales decisiones no resolverán la crisis del momento de inmediato. La historia de la humanidad está llena de ejemplos en donde países, personas u organizaciones han estado en momentos cruciales de decisión que marcaron su destino. Puerto Rico enfrenta un momento crucial en el desarrollo de sus recursos energéticos.

La misión del Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS) es precisamente mantener viva la discusión sobre nuestro futuro energético. Es en estos momentos de "petróleo barato" donde como sociedad tenemos que asumir una postura de futuro, y realizar los cambios que nos preparen para enfrentar la próxima crisis energética. Dado el impacto que tiene en todos los puertorriqueños nuestra dependencia de derivados

de petróleo, es importante decidir si es viable continuar con las estructuras y estrategias que tenemos actualmente, o si existen alternativas que pudieran representar mejores opciones económicas, sociales y ambientales para nuestra Isla.

Con ese objetivo en mente, ITEAS propone la sostenibilidad como principio para atender el dilema energético de Puerto Rico, balanceando y considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales, éticos y ambientales de la energía. Entendemos que debemos explorar TODAS las posibles alternativas a nuestra dependencia de los combustibles fósiles y evaluarlas no sólo en términos de costo-efectividad, sino también en términos ambientales y sociales. Es por eso que ITEAS está comprometido con desarrollar actividades interdisciplinarias de educación, investigación y transferencia de tecnología que resulten en un nuevo paradigma energético, partiendo de la interacción entre disciplinas académicas tradicionalmente separadas. Proponemos que la interacción inter y transdisciplinaria permitirá nuevas maneras para desarrollar y transferir tecnología que reduzca nuestra dependencia de combustibles fósiles de una manera económicamente viable, técnicamente posible, ambientalmente saludable y socialmente justa. En otras palabras... de una manera sostenible.

Reconocemos que esta integración choca y se complica ante la realidad de nuestra sociedad, una fragmentada a base de múltiples intereses representados por una gran variedad de grupos organizados. En el ámbito de la política pública, estos constituyentes enmarcan asuntos sociales de manera que se satisfagan sus necesidades no siempre dándole la importancia balanceada a los diferentes aspectos que el concepto sostenibilidad pretende integrar. Por eso ITEAS también busca romper con la distancia tradicional entre el gobierno y la academia y trata de insertar efectivamente a la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez en el debate público sobre las necesidades energéticas de la sociedad Puertorriqueña. Integramos actividades tradicionales de educación con la participación de nuestra facultad como actores relevantes en el proceso de toma de decisiones energéticas. Esto nos ayuda a crear una nueva generación de profesionales de la energía, que sean capaces de analizar el dilema energético desde una perspectiva holística e integradora.

La presente antología de lecturas es una recopilación de escritos realizados por integrantes de ITEAS que fueron publicados durante el año 2008 por importantes rotativos del país, presentados en vistas públicas o en conferencias. Entre los textos seleccionados se encuentran artículos publicados en los semanarios *Claridad* y *Caribbean Business*, en la *Revista Ambiental* de la Cumbre Social de Puerto Rico, transcripciones de algunas entrevistas radiales a nuestra facultad y las ponencias de nuestros integrantes y estudiantes

vistas públicas acerca de temas tales como el reglamento de interconexión de la Autoridad de Energía Eléctrica y la Ley de Medición Neta. Esta selección está diseñada para que pueda ser utilizada en conjunto como un libro de texto o como lecturas individuales, pues cada escrito intenta integrar consideraciones éticas, ambientales, técnicas y sociales de la problemática energética de Puerto Rico.

## El Dilema Energético de Puerto Rico

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE

### Una Mirada Energética al Mundo

Uno de los grandes impactos que ha tenido el ser humano en el Mundo lo son las diversas consecuencias del uso de recursos naturales para asegurar un abasto de energía apropiado para sostener el desarrollo económico y tecnológico, y los patrones de consumo de las grandes potencias en los últimos siglos. Para ilustrar este punto, la figura 1 muestra la distribución actual de uso de petróleo en millones de barriles por día. Nótese como regiones con países económicamente poderosos como EEUU, Japón, China y la Unión Europea dominan el consumo de petróleo mundial. Contrástese con la figura 2, donde muestra que las reservas probadas de petróleo no se encuentran en esos países. Energía es un ejemplo de un problema complejo, interdisciplinario, que es usualmente atendido desde una perspectiva limitada, sea económica o técnica. Sin embargo, energía representa un dilema global que tiene graves implicaciones sociales y ambientales. ¿Cuál es el mínimo de energía que necesita un ser humano para tener una calidad de vida digna mientras se minimiza el impacto ambiental? Es imperativo atender el dilema energético desde la perspectiva integradora de un futuro sostenible.

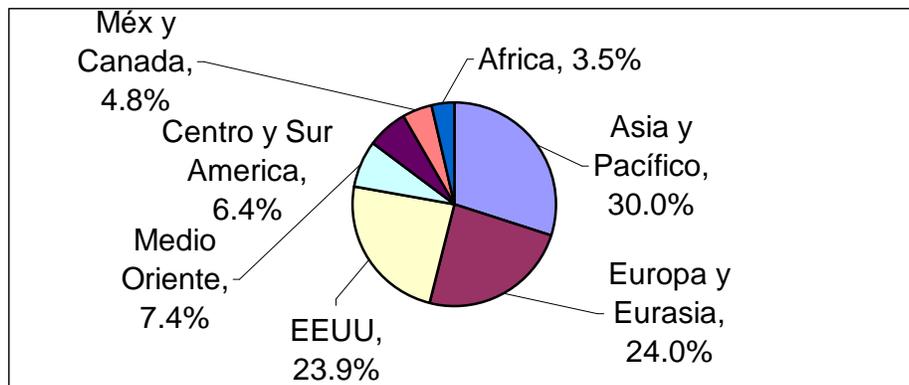


Figura 1: Consumo Mundial de Petróleo (Estadísticas Anuales de la Compañía BP, 2008)

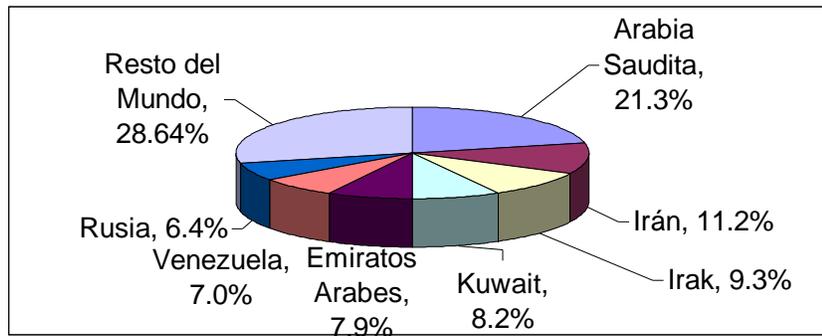


Figura 2: Reservas Probadas de Petróleo (Estadísticas Anuales de la Compañía BP, 2008)

Un importante tema social lo es el aumento en la población mundial, que ya sobrepasó los 6 mil millones, y se espera que se acerque a 9 mil millones para el 2050. El aumento en población ha ocurrido principalmente en países en desarrollo, quienes a su vez se espera tengan el aumento mayor en demanda por energía al aspirar al desarrollo económico y tecnológico de los países desarrollados. La figura 3 muestra como la demanda por energía tuvo un marcado aumento luego de 1950, y esto ocurre a la vez que la población mundial aumenta. Es importante notar que todavía en la actualidad, alrededor de un 25% de la humanidad no tiene acceso a fuentes de energía diferentes a la madera o biomasa. Por otra parte, un 20% de la población mundial (en los países industrializados) consume sobre el 70% del petróleo en la actualidad según las figuras 1 y 2. Por lo tanto, si los seis mil millones de habitantes de la Tierra tuvieran el mismo patrón de consumo de energía que los ciudadanos de los países industrializados, estaríamos ahora mismo en un estado de crisis pues no hay suficientes recursos en el planeta Tierra para atender esa demanda con las tecnologías convencionales.

Sin embargo, la crisis no está tan lejos como muchos piensan. Tanto los patrones de consumo de los países desarrollados, como el aumento en población y por ende el aumento en demanda de energía en países en desarrollo representan un reto de grandes proporciones para la humanidad en el siglo 21. Energía juega un papel central en muchos de los problemas de la humanidad en el presente y el futuro. Aunque existen métodos para suplir la demanda esperada de energía, satisfacer la misma con las fuentes y tecnologías de energía convencionales actuales tendría un costo social y ambiental sin precedente considerando el nivel de emisiones de carbono asociado a estas tecnologías. Por lo tanto, la transición social y tecnológica, a una nueva cultura basada en prácticas y tecnologías sostenibles no puede seguir siendo retrasada.

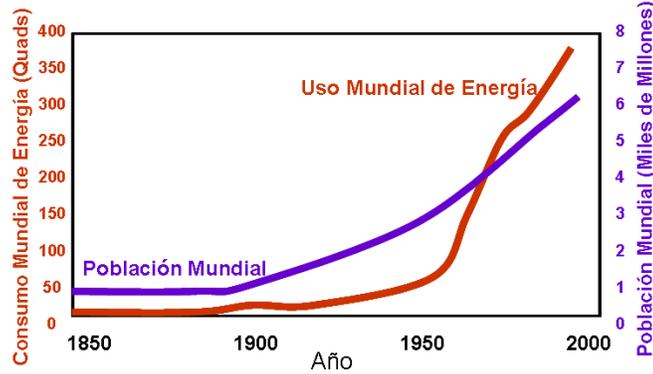


Figura 3: Comparación del Uso de Energía y la Población Mundial (Fuente: Departamento de Energía de EEUU)

Un futuro de desarrollo sostenible es una visión aceptada por todos los sectores de la sociedad. Una definición clásica de sostenibilidad es el satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer las necesidades de generaciones futuras. En el discurso de sostenibilidad se ha llegado a un acuerdo en cuanto al balance que debe existir entre las dimensiones económicas, ambientales y sociales. Aunque muchas estrategias, a veces contradictorias entre ellas, existen para alcanzar un desarrollo sostenible en el marco amplio del uso de los recursos naturales, lo cierto es que cualquier esquema de futuro sostenible requerirá sistemas de energía sostenibles. Estos sistemas de energía deben cumplir también con el balance ilustrado en la Figura 4. Si aceptamos los preceptos de la sostenibilidad, y estamos convencidos de la importancia que tiene a nivel global resolver o acercarnos a resolver el problema energético, entonces la búsqueda de soluciones al dilema energético mundial debe ser asumida como una obligación o deber moral.

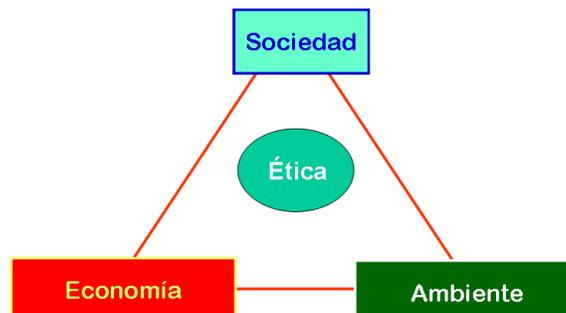


Figura 4: Ética y el triángulo de sostenibilidad: Balance entre lo social, ambiental y económico

Esta nueva ética puede inspirar y comprometer a la presente generación con una nueva perspectiva energética que sea pasada a generaciones futuras como la base para un futuro

sostenible, no sólo en términos energéticos sino también en términos sociales, económicos y ambientales. La figura 4 muestra el rol central que debe tener esta nueva ética dentro de la filosofía de sostenibilidad energética. Esta nueva ética energética, y la búsqueda de un compromiso con un futuro energéticamente sostenible para Puerto Rico, son la base y el contexto para la serie de artículos en energía que comienza con el presente escrito. Estos artículos son de la autoría de investigadores del Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS) de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez.

### **Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad**

El Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico presenta una Agenda Energética para el Pueblo de Puerto Rico. En enero de 2007 se fundó el *Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad* (ITEAS), con el principio de desarrollo sostenible como estrategia para el desarrollo socio-económico-ambiental de Puerto Rico. Con ITEAS el RUM ha retomado la agenda inconclusa de estudiar y buscar alternativas para nuestra dependencia de combustibles fósiles, y establecer el laboratorio internacional de energía tropical que recomendó para PR la Academia Nacional de las Ciencias en 1980. Se pretende cumplir con ITEAS la responsabilidad histórica de aportar a un futuro sostenible para Puerto Rico, y de asumir como un deber moral la búsqueda de soluciones al dilema energético mundial. Contamos con las facilidades y recursos humanos en el área de energía para lograr este objetivo. Aún más importante, contamos con el compromiso con un futuro energéticamente sostenible para Puerto Rico, y con la voluntad de hacer y de adaptar, de ser proactivo y creativo en la transformación de nuestro presente y futuro energético.

### **Situación Energética en Puerto Rico**

El desarrollo socio-económico de Puerto Rico, la tan mencionada “economía basada en conocimiento” o cualquier otra estrategia, no puede darse sin un recurso energético confiable, en armonía con el ambiente natural y social, que apoye los esfuerzos tecnológicos y de investigación propuestos para la Isla, no sólo para los próximos cuatro años, sino para los próximos cuarenta años. Para alcanzar un futuro energético sostenible para Puerto Rico, es necesario investigar y entender que el cambio es uno gradual, hacia otro recurso, diferente al petróleo. Aunque se espera que el petróleo siga dominando el mercado de energía, quizás en todo el siglo 21, no sería prudente depender del petróleo para satisfacer el crecimiento esperado en demanda energética. Los costos asociados al petróleo, además de incluir impacto ambiental y a la salud, tienen también una dimensión geopolítica ya que

los abastos mayores de petróleo se encuentran en el Medio Oriente, región con una delicada situación socio-política.

Las soluciones sostenibles a nuestro dilema energético NO son simplemente generar más energía a menor precio o con energía renovable. Debemos reenfocar a generar lo menos posible, con el menor impacto ambiental y social posible, y usar la energía lo más eficientemente posible. ¿Por qué no tenemos en Puerto Rico un plan nacional efectivo, implantable, medible y evaluable, a todos los niveles, de conservación y eficiencia energética?

En este proceso de transición hacia recursos y prácticas sostenibles, los resultados serán a largo plazo, y no deben atarse a las fluctuaciones políticas. El momento histórico en que vivimos nos debe motivar a enfocarnos en las estrategias energéticas que mejor le sirvan al país. Como primer paso es necesario evaluar el estado actual, y desarrollar una nueva perspectiva del futuro energético en el que exista armonía entre las necesidades económicas y el impacto social y ambiental. El uso de fuentes renovables de energía es deseable, siempre que se tomen en cuenta las limitaciones de la infraestructura actual, la calidad de la energía que llega a los usuarios, y la viabilidad y el impacto de estas tecnologías dentro de las realidades de operación del sistema eléctrico de Puerto Rico. Pero como primer paso es vital evaluar la manera en que usamos la energía e implantar medidas agresivas de conservación y eficiencia energética a todos los niveles en Puerto Rico.

La formulación de una política pública energética integrada e integradora toma tiempo, y lamentablemente el tiempo de implantación es mayor al ciclo político en PR. Luego el tiempo para estudiar y evaluar los resultados puede ser aún mayor. Y no es para sorpresa de nadie este requerimiento de tiempo, si desde la primera crisis energética de los 70s no se tomaron las medidas necesarias, cuando tuvimos más de 30 años para actuar y no actuamos, no podemos ahora esperar en 4 años resolver nuestros problemas energéticos. No hay varitas mágicas salvo las que dicen tener los políticos cada cuatro años. Pero, tenemos que comenzar en algún lugar.

Existe una necesidad urgente de que generemos e implantemos, en Puerto Rico una política pública energética, inclusiva y amplia, y con organizaciones o entes con la capacidad y recursos para evaluarla y mejorarla periódicamente, y los mecanismos para penalizar al que no la cumpla. Y es importante recalcar que el proceso de política pública es más abarcador que la redacción y aprobación de leyes, e incluye el debate público y establecimiento de la agenda, la definición del asunto, formulación, adopción, implantación,

y evaluación de política pública. Se deben generar mecanismos para que la ciudadanía y diversos sectores tengan participación efectiva en ese proceso de política pública energética, más inclusiva y más temprano en el proceso que lo que ofrece el tradicional y adversarial proceso de vistas públicas.

En Puerto Rico, en momentos donde es evidente una vez más, lo negativo que resulta para la economía la dependencia en el petróleo, nos llega un mensaje que citamos: “A general broad consensus is needed in Puerto Rico so that plans and actions for oil substitution alternatives on a large scale may be implemented as soon as possible. Plans to implement alternative energy sources should be translated into action promptly. If not, in a few years our people will suffer from our present inaction. Oil is vanishing steadily and continues to be a very politically unstable energy source. ***Puerto Rico cannot afford to wait or relax until tomorrow.*** Prudence and economics dictate that we move toward energy self-sufficiency as rapidly as possible”. Estas palabras parecen ser sacadas de cualquier periódico o noticia reciente, pero sin embargo fueron parte de una ponencia de 1983 del Dr./Ing. Juan A. Bonnet-Diez en Washington, DC. El Dr. Bonnet dirigió el Centro de Estudios Energéticos y Ambientales (CEEA) de la Universidad de Puerto Rico, el cual realizó importantes estudios en las áreas de energía y ambiente. La agenda para lograr que Puerto Rico fuera menos dependiente del petróleo quedó inconclusa con el cierre de este Centro, y con la falta de un apoyo gubernamental efectivo y constante a programas energéticos desde los 70s. Pero esa, es otra historia y parte de los ejemplos de oportunidades perdidas en PR para atender nuestro dilema energético.

## Comentarios Finales

La historia de la humanidad está llena de ejemplos en donde países, personas u organizaciones han estado en momentos cruciales de decisión que marcaron su destino. Lo triste en muchos casos, es no darse cuenta en **esos** momentos de la importancia de los mismos. Puerto Rico enfrenta un momento crucial en el desarrollo de sus recursos energéticos. Salieron del país en el año 2007 miles de millones de dólares para la compra de combustibles fósiles. Con los precios del petróleo pasando los \$100 el barril, el año 2008 representará un éxodo mayor de capital en este renglón. Nos ha llegado el momento en Puerto Rico de revisar la manera en que hemos manejado y estamos manejando nuestras estrategias energéticas, y tenemos la oportunidad de iniciar esta evaluación de una manera que considere la totalidad y complejidad económica, ambiental y social del asunto.

En PR, donde NO tenemos ningún combustible fósil, debemos explorar TODAS las posibles alternativas y evaluarlas no sólo en términos de costo-efectividad, sino también en términos ambientales y sociales. Es importante usar un marco de referencia mayor al ciclo político de cada cuatro años, y entender que el problema es mucho más complejo que meramente reducir el costo de la energía eléctrica o la gasolina a corto plazo. El Gobierno tiene la obligación de tomar decisiones, posturas y realizar inversiones que a corto plazo tengan un costo económico mayor que otras alternativas, pero que a largo plazo son mejores no sólo en términos económicos, sino también ambientales y sociales. Es fundamental establecer nexos entre las agencias de gobierno, la industria, el comercio y la ciudadanía a través de los cuales pasemos de una relación adversarial a una colaborativa, que pasemos de la desconfianza mutua a un compromiso serio y duradero por el bien común, por el bienestar social, ambiental y económico de Puerto Rico.

Recordemos que las decisiones de infraestructura que tomemos hoy estarán con nosotros por los próximos 30, 40 años. Hoy día muchos se lamentan de la decisión hace más de 50 años de dejar a un lado el tren que iba de San Juan a Ponce, pasando por Mayagüez. Sólo nos quedan parte de los rieles en Mayagüez, y un canto de pueblo “La máquina patinaba, cuando salió de San Juan...” ¿De cuáles de nuestras decisiones de hoy se lamentarán nuestros hijos y nietos en los próximos 30, 40 ó 50 años? Si ya les estamos dejando como legado una gran deuda por obra pública, ¿Por qué no dejarles un legado positivo a través de inversiones en estrategias, prácticas y tecnologías de energía sostenible?

## Ahorro y Mayor Eficiencia:

### *Las Mejores Alternativas Energéticas para Puerto Rico*

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE y Dr. Agustín A. Irizarry Rivera, PE

El uso de la energía en Puerto Rico puede dividirse en tres grandes sectores; transportación, energía eléctrica y procesos industriales, en los cuales la dependencia de derivados de petróleo está entre 90 y 95%. La gasolina como combustible domina el sector de la transportación. En la capacidad instalada para generación de energía eléctrica, el petróleo domina con aproximadamente un 79% seguido del gas natural y carbón con aproximadamente 20% entre ambos, y cerca del uno por ciento de energía hidroeléctrica. Nuestra dependencia de combustibles fósiles tiene un gran impacto social y ambiental.

Las estrategias energéticas no deberían limitarse sólo al uso de energía renovable, sino también debe incluir medidas agresivas de conservación y eficiencia energética. Fragmentar el asunto energético, no atenderlo de forma integral que incluya no sólo la demanda tal cual es sino también los patrones de uso de la energía, es no atender la totalidad y complejidad del dilema energético de PR.

### **Eficiencia Energética**

Una alternativa energética para reducir el impacto ambiental en Puerto Rico lo es el uso de métodos para aumentar o mejorar la eficiencia energética. Eficiencia energética es una medida de cuanta de la energía provista a un equipo o sistema es transformada en trabajo útil (ejemplos: mover un carro, iluminar un cuarto). Si las pérdidas en un sistema o equipo eléctrico aumentan, hay menos energía disponible para uso por lo que la eficiencia se reduce.

Un ejemplo común lo son los acondicionadores de aire modernos, en los que el compresor es controlado por un circuito de electrónica de potencia que lo hace operar a diferentes velocidades de acuerdo a la temperatura que se desee mantener. Este tipo de operación reduce las pérdidas de energía y es más eficiente que los acondicionadores de aire del tipo ventana, en los cuales el compresor prende y apaga para mantener la temperatura deseada.

Otro ejemplo lo es la iluminación con lámparas compactas fluorescentes (“compact fluorescent lights” o CFLs). Un ejemplo numérico resulta instructivo. Una bombilla incandescente que consume 60 W produce unos 850 lumens de iluminación, una bombilla CFL produce los mismos 850 lumens consumiendo 15 W. El ahorro es de 45 W, o 45 Wh por cada hora de uso de una bombilla CFL. Si cambiáramos 10 bombillas incandescentes en 1,000,000 de viviendas en Puerto Rico (El Censo del 2000 dice que tenemos 1,157,353 viviendas habitadas.) ahorraríamos, usando las 10 bombillas durante tres horas y 360 noches, 486 millones de kWh. Esto es \$138,000,000 anuales si la electricidad costara 28 ¢/kWh.

Ante estos beneficios hay que preguntarse ¿Cuántos legisladores hacen falta para cambiar una bombilla? Alrededor del Mundo han descartado o están descartando el uso de bombillas incandescentes a favor de las CFL. Por ejemplo, en Cuba se completó el cambio en el 2007, 10 otras naciones caribeñas, incluyendo a Venezuela, lo están haciendo. En California se propone para el año 2012 (El legislador Lloyd Levine llamó a su proyecto de ley “How Many Legislators Does It Take To Change a Light Bulb? Act”), al igual en Canadá, en Australia, Nueva Zelanda, el reino Unido, Irlanda, Portugal, Bélgica y Holanda la meta es para el 2011.

Vehículos con un rendimiento mayor en el uso de combustible, al igual que el uso de medios de transportación masiva son alternativas que usan más eficientemente el combustible.

Otra alternativa asociada a mejorar eficiencia es el desplazamiento de generación usando buena administración de consumo. Desplazamiento de generación se refiere a eliminar la necesidad de generar electricidad disminuyendo el consumo de la misma. Usualmente se usa este término cuando la merma en consumo es suficientemente grande para desplazar, o pudiéramos decir apagar, unidades generatrices.

En Puerto Rico quizás el método más efectivo para impactar la generación de electricidad es usar la energía solar para evitar la generación de electricidad. El llamado método de Gerencia de la Demanda (“Demand Side Management”) provee para combinar la energía del sol y la disminución de la demanda eléctrica utilizando calentadores de agua solares en todos los hogares de la Isla.

Hacen falta unos 12 kWh para calentar el agua de un tanque de 63 galones de 70º F a 125º F. Una familia de cuatro consume unos 65 galones de agua caliente. A 28 ¢/kWh esto se traduce a \$3.36 al día. Si usáramos un calentador solar de agua en lugar de uno eléctrico, y lo usáramos sólo 300 días del año, el ahorro es de \$1008 anuales. Un calentador de agua

solar, con tanque de 80 galones, instalado, cuesta unos \$1,500, por lo que se paga en un año y medio.

Si la mitad de las viviendas habitadas de Puerto Rico usaran estos calentadores solares de agua ahorraríamos, colectivamente, 7 millones de kWh diarios (unos 2 millones de dólares diarios) o unos 2,100 millones de kWh anuales (unos 592 millones de dólares anuales). Este ahorro de casi 600 millones de dólares anuales es por cada año de uso del calentador solar, calentador solar con vida útil de unos 25 años. La muy celebrada inyección de 1,000 millones del “Economic Stimulus Package” de Bush y el Congreso de los E.E.U.U., inyección de una sola vez, palidece ante la inyección económica que nos representan los calentadores solares de agua si decidiéramos a usarlos. Además, se crearía un mercado para 578,677 calentadores solares de agua, un mercado de unos 868 millones de dólares, que si los construimos aquí revitalizarían nuestra economía.

Si en Puerto Rico existiera un incentivo contributivo real, 100% o mayor de deducción en calentadores de agua solares, y una ley que exigiera convertir todo sistema doméstico de calentar agua a uno solar podríamos convertir este gasto en una gran inversión. Como beneficios adicionales la reducción en demanda de electricidad aumentaría la confiabilidad de nuestro sistema eléctrico, pues operaría, menos cargado, alargando también la vida útil de las líneas y otros equipos. Disminuirían las pérdidas en el sistema eléctrico, otro importantísimo efecto del desplazamiento de generación que lo ata a eficiencia, y por lo tanto disminuiría el ajuste por combustible cuya fórmula incluye elementos de eficiencia de la red. Además, no sólo obtendríamos un ahorro económico sino que disminuiríamos la contaminación ambiental e incentivaríamos la conservación.

En la discusión de eficiencia es importante dejar claro que el ahorro energético obtenido a través de tecnologías eficientes es menor al aumento esperado en demanda mundial de energía. Existen límites en cuanto al impacto que la tecnología puede tener. Esto es, aumentos en la eficiencia de equipos, aunque deseables y necesarios, no son suficientes para atender el aumento en uso de energía esperado en los próximos años. Si el objetivo es reducir el impacto ambiental, el aumentar o mejorar la eficiencia de un sistema no debe ser interpretado como una licencia para aumentar el uso de ese equipo. Esto equivaldría a mantener el mismo impacto ambiental. Por lo tanto, una importante consideración que debe ir de la mano con la discusión de eficiencia, lo es el patrón de consumo de los usuarios.

## Conservación de Energía

La solución sostenible a nuestro dilema energético NO es simplemente generar más energía o conseguir gasolina a menor precio, o el uso de energía renovable. Debemos reenfocar a generar y usar lo menos posible para satisfacer las necesidades de los puertorriqueños, con el menor impacto ambiental y social posible, y usar la energía lo más eficientemente posible. En el camino a un mayor uso de fuentes de energía renovable es vital considerar como primer paso estrategias y recursos para reducir el consumo de energía a todos los niveles: gobierno, industria, comercio y comunidades.

Si cometemos el error de simplemente buscar formas de generar más energía eléctrica o importar más combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) para atender la demanda, sin atender asuntos de distribución y patrones de consumo, resolveremos a corto plazo los efectos del problema pero no atenderemos el problema a largo plazo, agravando aún más nuestro dilema energético y haciéndolo más difícil de atender. Continuar con la desconexión tradicional entre las áreas sociales, ambientales y económicas resultará en estrategias energéticas similares a las pasadas, que no atienden las limitaciones y consecuencias no-intencionadas de tecnologías existentes.

Tenemos que ser proactivos, en lugar de ser reactivos a factores exógenos como el precio y el suministro de combustibles fósiles. Y en ese proceso entender que las decisiones acerca de nuestro futuro energético son complejas y se realizan bajo condiciones de incertidumbre. Sin embargo, no es necesario predecir el futuro, sino generar estrategias sostenibles y habilitadoras de ese futuro, independientes de consideraciones político-partidistas, que permitan modificarse a medida que algunas incertidumbres vayan aclarándose.

Alternativas de ahorro de bajo costo para la ciudadanía incluyen apagar equipo que no estemos usando, desenchufar o desconectar los equipos electrónicos (estos consumen energía aunque parezcan estar apagados, las llamadas “cargas fantasmas”), compartir el viaje al trabajo con vecinos (“car pooling”), usar medios de transporte masivo, siembra de árboles para dar sombra a las casas y aislación de techos (reduce uso de acondicionadores de aire), entre otras.

A nivel de Puerto Rico, un nuevo paradigma ético-energético, que incluya las implicaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales, facilitaría el entendimiento de los factores que nos han llevado a donde estamos, los escenarios probables durante la transición social y tecnológica a energía sostenible, y nos ayudaría a enfrentar los grandes

retos de implantación que traería tal transición hacia nuestra sostenibilidad energética. Necesitamos una cultura que fomente y premie la conservación y la eficiencia de energía.

## **El Sol: *El Recurso Renovable más Abundante en Puerto Rico***

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE, Dr. Agustín A. Irizarry Rivera, PE, y Dr. José Colucci Ríos, PE

Ante el alza de los costos energéticos a nivel mundial, los puertorriqueños buscan la manera de ahorrar en sus gastos de transportación y energía eléctrica, las dos áreas de energía que más directamente afectan al ciudadano promedio. De igual forma, estas dificultades con la energía, que representan retos no sólo económicos, sino también sociales y ambientales, son también oportunidades para el desarrollo de iniciativas que aporten a la economía local y a la vez sean parte de la tan deseada transición a un futuro menos dependiente de combustibles fósiles. El uso de fuentes y tecnologías renovables se presenta a los puertorriqueños como una opción para ahorrar energía.

### **Energía Solar**

El Sol es el recurso renovable más abundante en Puerto Rico. Existen formas pasivas de aprovechar ese recurso, como lo son los calentadores solares, y formas activas como lo son tecnologías para generar electricidad o mover un vehículo. En la generación en energía eléctrica existen varias tecnologías tales como equipo fotovoltaico y equipo solar termal eléctrico.

La tecnología fotovoltaica usa la energía que contiene la luz del sol para generar un flujo de corriente en materiales semiconductores. Estos materiales son el componente principal en las celdas fotovoltaicas, y cuando se agrupan celdas se crean paneles u otros equipos usados en sistemas fotovoltaicos. Desde el punto de vista de aplicaciones a nivel residencial y comercial (voltajes mejores de 600 voltios), en iluminación, y en aplicaciones remotas (ejemplo, Isla de Mona) las aplicaciones fotovoltaicas son completamente viables. Estos sistemas están comercialmente disponibles y tienen un costo entre \$7 y \$9 por vatio instalado (sin incluir el costo de baterías para almacenamiento). El costo de sistemas fotovoltaicos continua bajando gracias al aumento en demanda, lo que crea un mejor mercado, y por las mejoras en procesos de manufactura y uso de nuevas tecnologías como lo son las fotovoltaicas flexibles o tipo película. La producción de electricidad con celdas fotovoltaicas continuará mejorando a medida que ocurran avances en el desarrollo de materiales. Una de las áreas de enfoque de la nanotecnología es el desarrollo de materiales

incluyendo la producción, almacenamiento y distribución de energía. Esto pudiera ser un agente habilitador que haga de las celdas fotovoltaicas una alternativa más competitiva para generación a gran escala a considerar en Puerto Rico.

En PR, la ley 114 de agosto de 2007 permite a los usuarios que tengan sistemas renovables como los fotovoltaicos a venderle a la AEE esta energía en momentos donde el cliente no usa esa energía bajo un programa de medición neta. Al final de cada mes, se hace un balance de la cuenta, y el cliente paga la diferencia o recibe un crédito en su factura según sea el caso. El costo de estos equipos puede ser alto, por lo que en muchos países el gobierno incentiva a la ciudadanía a adquirir estos equipos de manera que se genere un mercado que permita que los costos se reduzcan. En agosto de 2008 se firmó en PR la Ley 3268 otorgando incentivos para la adquisición e instalación de equipo renovable residencial o comercial. Los ciudadanos que adquieran sistemas hasta junio de 2009, podrán solicitar al Departamento de Hacienda un crédito contributivo de 75% del costo del sistema. Entre julio de 2009 y junio de 2011 el crédito se reduce a un 50%, y de julio de 2011 en adelante el crédito se establece en 25%. Hay un límite de \$5 millones disponibles por año para estos créditos a nivel residencial, y \$15 millones a nivel comercial. Este tipo de programa es típico en otros países.

Aún con este incentivo, y a pesar de que un análisis económico simple demuestra que el precio de la electricidad fotovoltaica, financiada a 20 años y con medición neta, es del orden de 30 ¢/kWh, casi el mismo precio que pagamos hoy a la AEE, habrá ciudadanos que no puedan hacer la inversión inicial de miles de dólares, por lo que se hace necesario que las cooperativas y los bancos desarrollen instrumentos de financiamiento verdes o favorables para este tipo de proyecto. Hay que hacer énfasis en que el uso de sistemas residenciales y comerciales fotovoltaicos se pueden convertir, si se les da la oportunidad, en una nueva fuerza en la economía puertorriqueña. No sólo hablamos del ahorro de los consumidores, o del beneficio ambiental de usar energía que no proviene de combustibles fósiles. Este nuevo sector está compuesto por compañías locales con instaladores y otros profesionales para reparación, pruebas y mantenimiento. En lugar de pagar por ajuste de combustible, la inversión en estos sistemas se queda en la economía de PR en lugar de ir a aumentar las cuentas de alguna multinacional petrolera o ayudar en la construcción de un nuevo palacete al otro lado del Mundo.

Por otro lado, este cambio paradigmático en nuestro sistema eléctrico significa que el pueblo tenga herramientas para asumir y manejar sus necesidades energéticas, en especial durante y después de eventos atmosféricos o problemas con el servicio eléctrico. El apoyar

y fomentar este modo de operación implica una mayor participación de los clientes en las decisiones de energía, haciéndolos partícipes del futuro energético de PR en lugar de ser actores pasivos. Siempre hará falta generación central para procesos industriales y comerciales, pero debemos aspirar a un sistema híbrido de generación central complementada con una generación más distribuida.

Debido a la variabilidad del recurso solar, existe preocupación con la posible intermitencia de estos sistemas fotovoltaicos interconectados si llegaran a un número sustancial. Sin embargo, tenemos que comenzar a preguntarnos cómo diseñamos y operamos nuestra infraestructura eléctrica para hacer mayor uso de los recursos renovables, en lugar de preguntarnos como adaptamos estos sistemas al sistema eléctrico actual. Por ejemplo en el futuro, pudiéramos conectar vehículos eléctricos tipo "plug-in" a nuestros hogares ya que poseen baterías. Los vehículos estacionados y conectados a la red podrían estar a disposición del operador de la red para extraerle energía de sus baterías si hiciera falta, con un esquema de medición neta para vehículos, para amortiguar fluctuaciones en el sistema eléctrico. Esto no resuelve todos los problemas pero nos encamina a aprovechar el mayor recurso renovable que poseemos, el sol. Otros esquemas actualmente bajo investigación y que pueden ser opciones para nuestra Isla incluyen redes de potencia inteligentes y micro-redes. No podemos esperar a que nos resuelvan todos los problemas desde el extranjero o esperar a que otros resuelvan estos problemas por nosotros. Hace falta atreverse a "salir de la cajita mental" en la que muchas veces estamos, y pensar en posibles soluciones innovadoras y que atiendan nuestra realidad económica, ambiental y social.

Otro sector importante lo es el de la transportación. Los vehículos eléctricos antes mencionados pudieran operar con celdas fotovoltaicas, en especial vehículos pequeños para distancias menores de 100 millas podrían ser apropiados en PR. Por los pasados 10 años, han existido en la UPRM diversos proyectos de transportación usando energía solar. Otro ejemplo de mucha visibilidad en energía solar fueron los proyectos conjuntos de la UPR (Mayagüez y Río Piedras) de la Casa Solar.

Las tecnologías solar termal eléctrica incluyen concentradores cilindro-parabólicos, torres solares, platos solares con motores Stirling y arreglos Fresnel compactos. Estas tecnologías usan el calor del sol para calentar un medio (ejemplos: aire, sal, aceite), los cuales se usan para convertir el calor en electricidad. Además existe la posibilidad de almacenamiento de energía térmica, mucho más barato que el almacenamiento eléctrico, permitiendo una integración a la red eléctrica similar a la de las tecnologías de generación

fósil. La posibilidad de almacenar el calor minimiza el problema de la variabilidad del sol (por el clima o durante la noche), haciendo de estas tecnologías unas que pueden aportar significativamente a la operación de nuestro sistema de potencia.

La tecnología de concentradores cilíndrico parabólicos se encuentra en exitoso uso comercial en el sur-oeste de los Estados Unidos desde 1981 siendo su costo el mayor obstáculo para la comercialización general. La tecnología de torres solares se encuentra en uso comercial con éxito en España. Este éxito operacional y el endoso del Reino de España ha producido propuestas de proyectos solar termales de concentración que sobrepasan el millón de MW de capacidad a instalarse en esta década sólo en España. Los australianos y los alemanes se encuentran desarrollando variaciones y prototipos de arreglos Fresnel compacto con miras a su pronta comercialización.

En la actualidad uno de los autores se encuentra en la Plataforma Solar de Almería, trabajando con estas tecnologías para desarrollar estudios de viabilidad para Puerto Rico. La aplicación de tecnología solar termal, en el contexto de energía sostenible, es otro ejemplo de cómo Puerto Rico pudiera estar a la vanguardia mundial en el área energética, no rezagado como lamentablemente nos pasa en otros quehaceres de la Isla.

### **Consideraciones Sostenibles para Tecnologías Renovables**

Al proponer energía renovable no necesariamente se entiende toda la complejidad y consecuencias de un proyecto renovable. No debe someterse lo renovable necesariamente como **LA** opción, ni siquiera la primera opción energética. Tiene que haber un acercamiento que incluya, fomento y premie en primer lugar la conservación (agresiva) y la eficiencia energética. Cualquier alternativa que sea presentada como LA ALTERNATIVA a la solución de TODOS o mucho de nuestros problemas energéticos debe levantar rápidamente sospecha y ser estudiada con detenimiento.

Por otro lado, no es lo mismo un recurso renovable o verde que uno sostenible. Renovable implica un recurso que se renueva una vez usado o que es inagotable, por ejemplo el sol o el viento. Bajo la sostenibilidad, se consideran no sólo los aspectos técnicos y económicos de un recurso o práctica, sino también las dimensiones sociales y ambientales de cada alternativa.

Cambiar algún por ciento de nuestra dependencia de combustibles fósiles por recursos renovables, aunque puede tener beneficios económicos, no necesariamente es una alternativa sostenible. Para ser realmente sostenible en nuestro futuro energético,

debe hacerse énfasis en que las alternativas a evaluar no pueden ser vistas únicamente, o dando mayor peso a las dimensiones económicas por sobre los aspectos ambientales y sociales relacionados a tales alternativas. Además, tenemos que comenzar a cuantificar en el análisis económico presente, el beneficio a las futuras generaciones de las decisiones de hoy que requieran una inversión de capital no recuperable a corto plazo. Hacer lo contrario prepara el camino para controversias, problemas futuros y consecuencias no-intencionadas que pudieron haber sido atendidos desde el inicio con un proceso de evaluación más completo y dando mayor participación e información a todos los sectores afectados (positiva o negativamente).

Toda alternativa, no importa cuan renovable o verde sea o se presente, tiene un impacto negativo económico, ambiental y social, para algún sector. Y es que con problemas complejos como nuestro dilema energético, NO existen varitas mágicas. NINGUNA alternativa es LA alternativa que por sí sola resolverá todos nuestros problemas energéticos. No debemos caer en la creencia de que la tecnología nos va a salvar, que con la tecnología vamos a resolver el dilema energético de PR. Debemos entender que el acercamiento más balanceado e integrador es balancear los aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales de toda alternativa que se proponga en PR, integrando a TODOS los constituyentes energéticos: comunidades, organización no-gubernamentales, gobierno, industria, comercio.

Al ser un área todavía poco practicada en PR, cada proyecto de energía renovable se convierte en un portaestandarte, que puede mostrar tanto aspectos positivos como negativos de la tecnología. Por esto, deben minimizarse aquellas áreas que hacen de cualquier proyecto renovable uno con resultados netos negativos, sean tecnológicos, ambientales, sociales o económicos. Porque proyectos con resultados negativos se convierten en ejemplo y pretexto de por qué NO debemos usar tal o cual alternativa en PR. Es importante que todos los constituyentes tengan acceso a información, las ventajas y desventajas de cada opción a considerar para que se tomen decisiones informadas.

# Energía Eólica para Producir Electricidad

Dr. Agustín A. Irizarry Rivera, PE y Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE

## Introducción

Entre las tecnologías de producción de electricidad usando recursos renovables el viento es la de mayor crecimiento en el Mundo. En Puerto Rico hay viento y espacio para usar aerogeneradores, también llamados molinos de viento, para generar electricidad con costo por kilovatio hora (kWh) igual o menor al de la electricidad generada usando combustibles fósiles.

Por lo tanto, a nuestro juicio la pregunta no es si en territorio nacional podemos usar molinos de viento o si son económicos. La pregunta es si su uso es uno compatible con el desarrollo sostenible de Puerto Rico. Un desarrollo sostenible no compromete el continuo desarrollo de las siguientes generaciones, se usa lo que necesitamos, sin derroche, y mantenemos reservas de lo que aún no sabemos substituir para que los próximos tengan la alternativa de buscar substitutos sin emergencias.

El reto que enfrentamos en Puerto Rico es si deseamos o no adoptar una posición de sostenibilidad y como adoptarla a sabiendas de que en Puerto Rico no ha ocurrido aun la conversación amplia, inclusiva y participativa que se necesita para establecer los parámetros de desarrollo sostenible que satisfagan nuestras necesidades energéticas, preserven el ambiente y hagan justicia social. El reto está en la ejecución de acuerdos conceptuales sostenibles al enfrentar proyectos específicos.

## ¿Qué es el viento y dónde tenemos suficiente para generar electricidad?

El viento es el movimiento del aire creado por diferencias en temperatura. Los vientos que nos interesan para producir electricidad son los vientos de superficie y estos varían. Es muy importante medir el viento con precisión, usando anemómetros diseñados con este fin, pues para que sea costo efectivo el proceso de convertir la energía de una masa de aire que se mueve en energía eléctrica tenemos que empezar con una cantidad razonable de energía.

Usualmente escogemos un lugar para medir el viento basado en indicadores de que el viento es abundante en ese lugar. Un indicador es la deformación de la vegetación debido

a viento sostenido, la deformación eólica. Cuando la vegetación se inclina en una dirección esta es la dirección prevaleciente del viento. La magnitud de la deformación, cuan torcido esta el árbol o arbusto, nos indica cuan fuerte es el viento.

Una pregunta común sobre el uso de generación eólica en Puerto Rico es si tenemos o no tenemos viento suficiente y donde está. El mapa de la Figura 1 (colaboración del Departamento de Energía de los E.E.U.U., programa “Wind Powering America” del “National Renewable Energy Laboratory” (NREL), la Administración de Asuntos de Energía de Puerto Rico y la compañía AWS Truewind) muestra buen viento en la costa norte, este y sur de Puerto Rico, además de Vieques y Culebra.

Lo usual es que el viento sea mayor de lo que indica el mapa. Existe buen recurso de viento en Puerto Rico en múltiples lugares, algunos retos que enfrenta el desarrollo de parques de viento se discuten más adelante.

### **¿Cuánto cuesta la electricidad eólica?**

Para que sea económicamente viable un desarrollo eólico tiene que producir suficiente energía para recuperar la inversión y obtener ganancia. En el análisis económico el costo del dinero, los intereses del préstamo o la tasa a la que se pagarán los bonos, los impuestos a pagar, y el precio y el acuerdo de compra/venta de energía dominan el análisis. El otro factor dominante es por supuesto la velocidad del viento pues de esto depende la cantidad de energía disponible para la venta.

Es importante hacer análisis de sensibilidad, o cuanto cambian los ingresos del proyecto con cambios en estos parámetros, antes de decidir a favor o en contra de la ejecución de un proyecto. Este análisis de sensibilidad afecta el financiamiento. El ingeniero Carlos A. Ramos Robles determinó, en su tesis de maestría en el RUM, las condiciones favorables para el desarrollo de fincas de viento en Puerto Rico incluyendo análisis de sensibilidad.

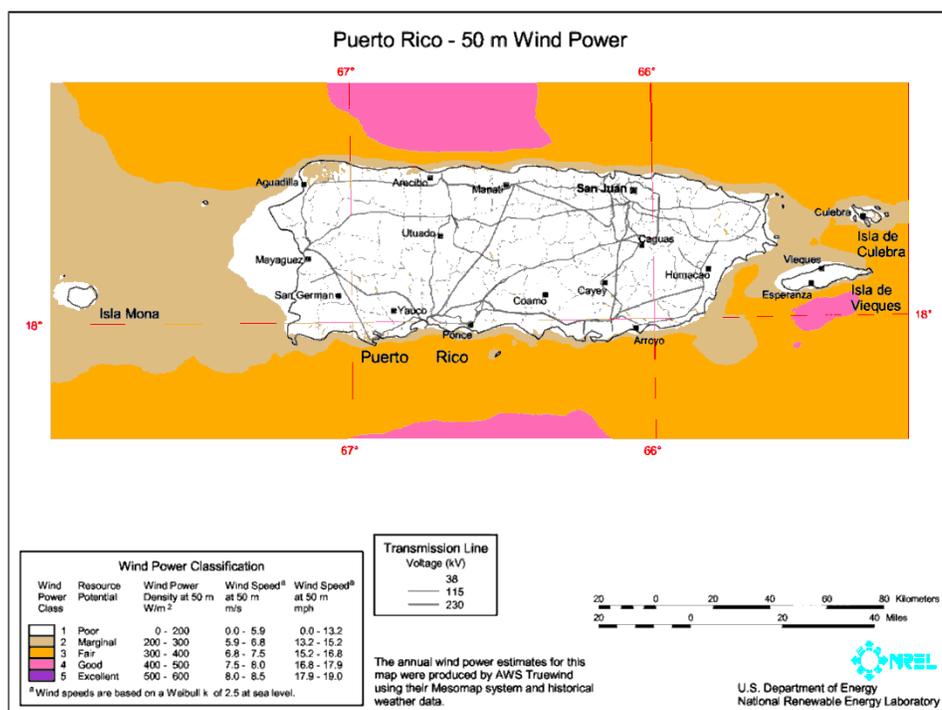


FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO VIENTO EN PUERTO RICO (MAPA EN DOMINIO PÚBLICO)

El precio de venta, no el costo, necesario para recuperar la inversión y ganar dinero con un parque eólico de 10 MW ubicado en la costa este de Puerto Rico y financiando el proyecto con préstamos y sin incentivos contributivos fluctuaba en el año 2005, dependiendo de múltiples factores, entre \$0.0544/kWh y \$0.0837/kWh.

Esto para turbinas modernas grandes, con capacidad de unos 1 MW, cuyas aspas forman un círculo con diámetro de unos 50 metros (164 pies) e instaladas en torres de esa misma altura.

## Otras consideraciones

Debido a que la masa de aire antes y después de pasar por las aspas del molino es la misma, pero el viento tiene menos energía pues el molino la remueve, la velocidad del viento disminuye. Si deseamos colocar otro molino detrás del primero tenemos que separarlos lo suficiente para que el viento recupere su velocidad original y el segundo molino sea capaz de producir la misma electricidad que el primero.

Esta necesidad de separar los molinos provoca que las fincas de viento se extiendan sobre un terreno grande a pesar de que la huella en el terreno de cada molino sea pequeña. En el terreno solo se usa el 5% y 7% del área de superficie sobre la que se extiende el parque y esto incluye el terreno usado para carreteras, instalaciones eléctricas, etc. Los molinos son como árboles frondosos que ocupan mucho espacio en el aire pero poco espacio en el terreno. Esto hace que el desarrollo de energía eólica sea muy compatible con el uso dual de terrenos por ejemplo para agricultura y es un punto a favor en el análisis económico, ya que el desarrollador puede alquilar el terreno para otras actividades, o pagar alquiler al dueño de un terreno que tenga buen recurso eólico.

Otra alternativa de localización lo es el mar, en áreas de poca profundidad, cerca de las costas. Los parques en el mar son más caros que los parques en tierra.

### **Créditos ambientales**

En nuestro análisis económico no incluimos créditos ambientales, sea como bono al desarrollador del parque eólico por no contaminar o como penalidad sobre el precio de venta del que produce electricidad contaminando.

Estos créditos usualmente sólo se pueden incluir en lugares donde existe una política pública que favorece el desarrollo sostenible. En Puerto Rico no tenemos metas medibles de desarrollo sostenible, no tenemos planes con objetivos específicos, con fechas para cumplirlos y presupuesto asignado.

En otras jurisdicciones, notablemente Europa, no sólo se han creado los planes con metas específicas, los mismos están coordinados con otros sectores como el económico. El gobierno da incentivos para el uso de tecnologías de producción de electricidad con energía renovable y al mismo tiempo crea empleos estableciendo o atrayendo plantas de manufactura de estos sistemas.

### **Impacto Ambiental**

El estudio “Wind Force 12” hecho por el “European Wind Energy Association” y la organización ambientalista Greenpeace concluyó que no existen barreras tecnológicas, comerciales o de recurso que impidan alcanzar la meta de producir el 12% de la electricidad consumida en el Mundo para el año 2020. El estudio si establece que hacen falta cambios en las políticas energéticas nacionales e internacionales.

Note la autoría compartida entre EWEA y Greenpeace. En Europa el debate de donde usar molinos y bajo cuales condiciones ya ocurrió. Los lugares para generar electricidad con viento ya han sido seccionados y separados con estos propósitos. En Puerto Rico hace falta ese debate, el debate de uso de terrenos, la decisión de usar o no usar tecnologías específicas y donde usarlas. Y el debate debe ser amplio, inclusivo y transparente. ¿Quién y cómo se iniciará el espacio para tal debate?

En Puerto Rico la mayor crítica al uso de molinos es su potencial impacto en las aves y murciélagos. Las aves pueden chocar con las aspas de los molinos. Los murciélagos aparentemente mueren por fallo del sistema respiratorio al volar en la zona de baja presión que se forma al pasar el viento por los molinos.

Normalmente la objeción es a la ubicación de molinos en lugares ubicados en el paso de aves migratorias, de especies protegidas o en peligro de extinción. Lo recomendable es evitar ubicar molinos cerca de rutas conocidas de aves. Con los murciélagos es mucho más difícil mitigar este problema pues a menudo se desconocen sus patrones migratorios.

Es cierto que existe impacto durante la construcción de un parque eólico pues es una construcción pesada donde hay que hacer zapatas grandes y profundas, hacen falta caminos para transportar equipo pesado y espacio para trabajar con dicho equipo alrededor del lugar de instalación de las turbinas. Por ejemplo, una turbina de viento de 1 MW pesa decenas de toneladas y requiere una zapata con unos 80 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de concreto, enclavada a alrededor de 30 pies de profundidad. Usualmente los proyectos de parques eólicos incluyen un programa de manejo de los terrenos para propiciar el reestablecimiento de las condiciones originales alrededor de las turbinas.

Otra preocupación con parques eólicos es su impacto visual, el como afectan la vista del lugar donde se ubican. Este asunto es de percepción, hay quienes ven el desarrollo como algo favorable e incluso atractivo. Otro impacto ambiental puede ser el ruido, aunque en molinos grandes y modernos este es mínimo. Por las distancias inherentemente necesarias entre zonas habitadas y parque de viento el ruido que produce el viento al pasar por las aspas se reduce al punto de confundirse con el ruido de trasfondo. El ruido mecánico del movimiento de piezas en un molino moderno ha sido reducido al punto de que tampoco es discernible a distancias normales entre el parque y los habitantes cercanos.

## Consideraciones Sociales

En el desarrollo de proyectos de viento es importante la conversación con la comunidad donde se pretende ubicar el parque durante todas las fases del proyecto. Es importante entender que, a pesar de que la generación con viento no produce emisiones al ambiente, no se deben minimizar las preocupaciones de la comunidad en términos de su impacto visual y el potencial impacto en la flora y fauna.

Hay que establecer un balance entre la imposición del proyecto, atado a controversias que se conocen en inglés como LULU's ("locally unwanted land uses") y la total oposición al mismo (en inglés NIMBY - "not in my back yard").

La transparencia es esencial además de sostener esta conversación entre los proponentes y la comunidad donde los proponentes informen las ventajas de la generación eólica y reciban, mediante encuestas u otro mecanismo, la opinión y sugerencias de la comunidad ante el proyecto. Se deben ofrecer incentivos justos a la comunidad afectada, que tomen en cuenta los bienes ambientales (beneficios obtenidos) y los males ambientales (costos pagados).

## Retos en Puerto Rico

Utilizando tecnología actual uno de los mayores retos en Puerto Rico lo es la ubicación de los parques. Dada la competencia de los sectores residenciales, comerciales e industriales por el terreno los proyectos pudieran ser realizados en el mar, cerca de las costas. Actualmente en el RUM nos disponemos a evaluar la costo efectividad y el impacto de estos proyectos.

## Biocombustibles, Biorefinerías y Energía Oceánica

Dr. José Colucci Ríos, PE

### Biocombustibles y Biorefinería

En años recientes hemos visto un alza acelerada en los precios del barril de petróleo, lo que ha tenido un efecto de cascada en los precios de la mayoría de los productos de los consumidores. Esto se debe en gran parte a que el petróleo es primordialmente la fuente principal de materia prima para muchos productos. Otras razones dadas en el debate público son el crecimiento de CHINDIA (China e India), especulación en la bolsa de valores, inestabilidad en el Medio Oriente, Venezuela y Chávez, predicciones de yacimientos, entre otras.

Los biocombustibles son *Combustibles derivados de seres vivos o del desperdicio que estos producen*. Estos incluyen **Sólidos** (Madera, paja, etc.), **Biogas** de excremento/desperdicio y **Líquidos** (bioetanol, biobutanol, biodiesel, etc) derivados de los compuestos de las plantas (almidón, lignocelulosa, aceites, etc). Basado en esta definición los biocombustibles han sido utilizados desde hace siglos, mucho antes que el petróleo se convirtiera en la fuente principal del elemento carbono (C) en nuestras vidas. Estos se les refiere en inglés como las 6 Fs ; *Food, Fuel, Feed, Feedstock, Fertilizer, Fiber*. Todos estos contienen el elemento carbón en sus estructuras químicas. Esto implica que el debate de los biocombustibles (*Food versus Fuel*) es mucho más complejo y tiene que incluir las otras Fs restantes. Esta complejidad apunta a que cualquier estrategia del sector agrícola que se intente implantar en Puerto Rico TIENE que considerar cosechas capaces de atender múltiples sectores. La agricultura se convertirá en la fuente primaria de materia prima para los productos derivados del carbono. Además, el uso de la tierra competirá con otras necesidades básicas y usos potenciales como residencias, reservas ecológicas, lugares de esparcimiento y entretenimiento, establecimientos comerciales/industriales y generación de energía mediante tecnología de energía sustentable. No menos importante son los abastos y necesidades de aguas para todos estos sectores lo cual añade otro nivel de complejidad a esta discusión.

Basado en lo anterior se puede concluir y recomendar algunas estrategias para la implantación de esta tecnología en Puerto Rico:

- Primero no hay una varita mágica, cosecha divina o estrategia única que podrá resolver todas o ni siquiera una de nuestras necesidades. Todas las soluciones propuestas deben considerar e integrar no sólo sus aspectos técnicos sino además las dinámicas sociales, económicas y sociales.
- Puerto Rico debe considerar el modelo de las *Biorefinerías Regionales* en sus estrategias. Las Biorefinerías son facilidades que integran procesos y equipos para convertir la biomasa a múltiples productos por ejemplo: comestibles, combustible, potencia y químicos. Es básicamente una refinería excepto que en vez de usar petróleo como materia prima usaría todos los componentes de las plantas agrícolas como fuentes de carbono. Esto incluye las hojas y tallos lo cual se conoce como material lignocelulósico al igual que los azúcares y almidones que se usarían para la comida. Actualmente, de cada 5 libras de cosecha sólo se usan de 1 a 2 para comida, el resto es biomasa lignocelulosa que puede procesarse en una biorefinería.
- Las cosechas que se escojan deben atender no sólo las necesidades de las 6 Fs, sino también deben tener altas productividades. Las microalgas son una especie vegetal que tiende a satisfacer algunos de estos requisitos. Por ejemplo, su crecimiento y producción de productos químicos sobrepasa cualquier cosecha terrestre por factores mayores de 20. Estos estudios se llevaron a cabo por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía Federal en los 1980-90 bajo el *Aquatic Species Program*. La investigación en esta área ha resurgido y en Puerto Rico, el RUM tiene una iniciativa en la estación experimental agrícola de Lajas para estudiar las microalgas en charcas abiertas y el concepto de biorefinería.
- Todo esto requiere un plan integral de manejo de tierras y agua que logre disminuir no



sólo la existente vulnerabilidad, dependencia y adicción a los combustibles derivados del petróleo pero que a su vez atienda vulnerabilidades de productos comestibles y materia prima para el sector industrial.

## Energía Oceánica

La energía oceánica es otra de las alternativas energéticas renovables que se están discutiendo en estos momentos no sólo en Puerto Rico pero alrededor del mundo. Las tecnologías más conocidas y desarrolladas son las generadoras de energía mediante olas, mareas, corrientes submarinas y océano termal (conocida como OTEC por sus siglas en inglés). Otras menos conocidas proponen utilizar los gradientes o diferencias en la salinidad (presión osmótica) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre la superficie y a grandes profundidades. Esta última está basada en la diferencia de densidad o “head” provocada por la diferencia en concentración de este gas en el agua entre la superficie y el fondo.

Puerto Rico, por ser una isla, tiene lugares que se han identificado como de alto potencial para la implantación de estas tecnologías. Estudios en el RUM demuestran que en Puerto Rico la energía de las mareas y de las corrientes no es costo-efectiva para producir electricidad con la tecnología disponible hoy día y por el bajo recurso que poseemos de estas dos. Entre OTEC y la energía de las olas del mar para producir electricidad, la tecnología de las olas del mar se encuentran mas adelantada que OTEC con prototipos en varios países (Estados Unidos, Japón, Portugal, España) y esquemas comerciales en gestión (Estados Unidos, Portugal). Además hay suficiente recurso de olas del mar para producir electricidad en Puerto Rico, tanto con dispositivos tipo boya como con dispositivos en la costa. Los más costo-efectivos son tipo boya y actualmente se están realizando estudios en el RUM para cuantificar el costo por kWh. Punta Tuna en el sureste de la Isla, es uno de los mejores lugares del mundo para utilizar la energía océano termal por la profundidad que tiene el mar cerca de ese lugar. Esa cercanía facilitaría su construcción y disminuiría los costos de inversión.

Estos estudios se realizaron hace más de 25 años, se abandonaron y ahora se propone nuevamente como alternativa energética (la Autoridad de Energía Eléctrica está en negociaciones para establecer una de estas instalaciones). SIN EMBARGO, las más avanzadas de las tecnologías oceánicas no están comercialmente maduras. De hecho muchas de ellas están en la etapa de evaluación de prototipos. También todas estas tecnologías, al igual que las no-oceánicas, impactan de alguna manera u otra las costas, sus

eco-sistemas y el uso del área para otras actividades. Es importante que estos efectos se identifiquen y que se incorporen en los análisis de viabilidad técnica, económica y social. Otro reto para todos estos sistemas es el ambiente salino de las costas. Esto implica que la selección de materiales y su costo es crítico y que hay que ser sumamente cauteloso en la estimación de los costos operacionales dado que el mantenimiento de estas unidades puede ser significativo. Además de los efectos corrosivos de la salinidad, el crecimiento biológico en las superficies conocido como *biofouling* puede ser más destructivo que los efectos de la salinidad.

En conclusión, tanto la Biorefinería como la Energía Oceánica, son dos opciones que poseen características que deben ser consideradas seriamente no sólo en aspectos energéticos sino que atiendan otras necesidades básicas. La discusión de estas opciones, al igual que otras estrategias renovables propuestas por la naturaleza compleja de la problemática, debe incluir una discusión temprana, amplia, inclusiva y transparente si se desea que las mismas sean estrategias sostenibles y de beneficio a largo plazo en PR. En mayo de 2008 comenzó un diálogo acerca de biocombustibles en la UPR-RUM organizado por el Instituto Tropical de Energía Ambiente y Sociedad (ITEAS). Este diálogo universitario se pretende expandir fuera del RUM, y se presenta como un espacio para llevar esta discusión a acciones y estrategias concretas, multi-sectoriales para desarrollar o adaptar estas tecnologías al entorno Boricua.

## Entendiendo las Consecuencias y Beneficios de Alternativas Energéticas

Dr. Iván J. Baigés Valentín

La presente crisis energética nos afecta a diario en muchos renglones de nuestras vidas: gastamos más en gasolina, la factura de electricidad han subido y los alimentos cada día están más caros. Nuestro sistema económico está basado en energía accesible y barata lo cual ya no es una realidad. La crisis energética permea la discusión pública y a eso se le ha sumado la preocupación sobre el calentamiento global y cambio climático. Sabemos que hay que hacer algo al respecto pero mientras más información buscamos y mientras más leemos más nos confundimos. Existen muchas opiniones, a veces distintas y contradictorias que nos dificulta el poder separar el grano de la paja. Hay gente que aboga por energía de viento y del solar, hay otras que abogan por el aumento del uso del carbón y otros hasta están hablando de la energía nuclear – algo que hace 10 años atrás era inconcebible.

Durante esta busca de alternativas energéticas, se debe tener en mente que cada alternativa tiene sus beneficios y consecuencias las cuales se deben entender y evaluar para así poder tomar decisiones informadas e impulsar estrategias que puedan crear un futuro energético mejor. Para cada acción hay una reacción (o consecuencias no esperadas) así que se debe tener cautela de no seleccionar una alternativa que sea peor que el sistema presente. Diariamente se habla de lograr la independencia energética de los combustibles fósiles y una de las alternativas que se está impulsando es la energía nuclear. La energía nuclear pueda reducir la dependencia del petróleo y reducir la producción de los gases invernadero (que son beneficios) pero es cierto también que existen riesgos de manejo de desperdicios radioactivos (consecuencias) y estas se deben considerar al momento de tomar la decisión. Al evaluar cualquier alternativa se debe considerar todos los beneficios, todas las consecuencias y hacer una comparación con el sistema existente de producción de energía (basada en combustibles fósiles).

Para entender mejor las consecuencias y beneficios de las distintas alternativas energéticas se puede hacer una *Evaluación o Estudio de Ciclo de Vida, ECV* (conocido como LCA por su nombre en inglés – *Life Cycle Assessment*). La ECV es un método estructurado,

transparente y objetivo para evaluar los beneficios y las consecuencias de las distintas alternativas energéticas y poder hacer una decisión con toda (o la mayoría de la información). La ECV nos permite evaluar las consecuencias generadas por las actividades humanas que se llevan a cabo para la creación de bienes y servicios, tales como la producción de energía. La ECV evalúa todas las etapas del proceso y se analiza los *insumos* del sistema que son los materiales se usan, la energía se consume en la producción, los recursos naturales que se impactan. También se evalúan los *productos* del sistema que son los desperdicios generados y la energía producida como se muestra en la figura 1.

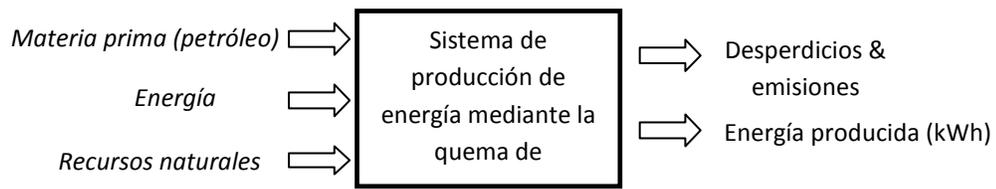


Figura 1 – Análisis de Ciclo de Vida

La efectividad del sistema se puede evaluar mediante la comparación de los beneficios (energía producida) con las consecuencias (materia prima, consumo de energía, recursos naturales & desperdicios). En la figura 2 se ilustra las etapas del ciclo de vida del proceso de producción de energía con derivados de petróleo. Este ciclo de vida comienza en el proceso de extracción de petróleo de la corteza terrestre en un pozo petrolero hasta la quema de combustible para producir energía en una planta termoeléctrica.

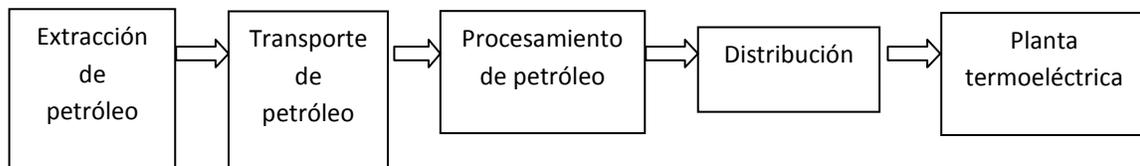


Figura 2 – Etapas del ciclo de vida de producción de combustible

Una *evaluación de ciclo de vida* es útil para comparar la producción de energía con combustibles fósiles y la producción de energía usando las fuentes renovables. Se puede hacer una *evaluación de ciclo de vida* del sistema presentado en la figuras 1 & 2 para entender los beneficios y consecuencias de la producción de energía mediante la quema de derivados de petróleo. También se debe hacer una *evaluación de ciclo de vida* del sistema de producción de energía usando luz solar o viento. Para ambas evaluaciones se examinarán

3 áreas – la producción del combustible o suministro de energía, la manufactura del sistema de producción de energía y la operación de la infraestructura adicional. Presentar un ECV de ambos en su totalidad no es posible en este artículo así que se presentara un tabla comparativa de los dos.

Método de producción de energía	Producción de combustible	Manufactura del sistema de producción de energía	Operación de Infraestructura adicional
Quema de combustibles fósiles	<p>Para producir el combustible hay que evaluar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ proceso extracción de petróleo</li> <li>✓ transporte a la refinería</li> <li>✓ el procesamiento para crear el combustible</li> <li>✓ distribución de combustible</li> <li>✓ quema de combustible para producir energía</li> <li>✓ el manejo de emisiones</li> </ul>	<p>Hay que evaluar las consecuencias de la manufactura y mantenimiento de sistemas como</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ pozos petroleros (extracción)</li> <li>✓ buques tanque (transportación),</li> <li>✓ refinerías (procesamiento),</li> <li>✓ camiones tanques (distribución)</li> <li>✓ planta termoeléctricas (producción de energía).</li> </ul>	<p>Hay que evaluar las consecuencias de crear y operar las fuerzas armadas que aseguran el acceso a las áreas de extracción y a las vías marítimas para los buques tanque</p>
Energía solar o eólica	<p>El combustible es el sol o el viento que produce la naturaleza de manera gratuita</p>	<p>Hay que evaluar la manufactura, transportación e instalación de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Paneles solares</li> <li>✓ Baterías electroquímicas</li> <li>✓ Sistemas de control</li> <li>✓ Turbinas de viento</li> </ul>	<p>Hay sol y viento en muchas partes del mundo y no requieren protección</p>

Tabla 1 – Comparación de las áreas que deben analizar con ECV

De la tabla 1 se puede observar ciertas diferencias entre las consecuencias del ciclo de vida de los dos métodos de producción de energía

1. La producción de energía usando combustibles fósiles requiere la constante producción y quema de combustible. También requiere la producción y mantenimiento de equipo de producción (pozos petroleros, buques, refinerías,..).
2. La producción de energía usando el sol o el viento no requiere la constante producción de un combustible, la naturaleza produce la luz solar y el viento de manera gratuita. Si requiere la manufactura y transporte del equipo. Este impacto

no es continuo, solamente se genera durante la producción del equipo y no se repite hasta que se reemplace.

3. Aunque las alternativas de energía renovable requieren la compra inicial de equipo, no requieren un proceso continuo de extracción, transporte, procesamiento y uso lo cual puede representar un impacto muchísimo mayor (véase "*The Real Price of Gasoline*", estudio hecho por **International Center for Technology Assessment, CTA - [www.icta.org](http://www.icta.org)**)

Cada tecnología tiene consecuencias y beneficios los cuales muchas veces no son evidentes. La ECV nos ofrece una perspectiva amplia para evaluar las consecuencias y beneficios de diferentes alternativas energéticas considerando el proceso completo y no solamente las etapas que son visibles a nosotros. Este método ha sido desarrollado por SETAC (Sociedad de Toxicología Ambiental y Química) y hay distintas normas que definen su uso (ISO 14000, Normas de Gerencia Ambiental) lo cual lo hace más abierto y regulado.

## De Agendas, Alternativas y Políticas Públicas:

### *Energía y la Sociedad Puertorriqueña*

Dr. Cecilio Ortiz García y Dra. Marla Pérez Lugo

El alto costo de la energía eléctrica y la preocupación por el calentamiento global han traído la discusión sobre “el problema energético” y sus consecuencias sociales, ambientales y económicas a la cotidianidad puertorriqueña. Al sugerir iniciativas en el complejo campo de la generación, transmisión y distribución de electricidad, frecuentemente ignoramos el impacto que nuestro modelo actual de toma de decisiones tiene sobre la perpetuación de nuestros problemas energéticos y nos concentramos en sus aspectos técnicos, científicos y logísticos. Mientras, vemos como figuras públicas plantean en los medios la necesidad de definir una “nueva” política energética para Puerto Rico, propulsando esta u otra tecnología como la solución del problema. Lo cierto es que ya existe una política pública energética en Puerto Rico: la de perpetuar las estructuras de poder existentes en lo que a generación, distribución y consumo de energía se refiere. La misma garantiza 1) que la AEE seguirá siendo el actor principal en el proceso de toma de decisiones energéticas, 2) que su dominio de este proceso estará basado en la exclusión de sectores que atenten contra lo que es la misión de la agencia, y 3) que la AEE continuará siendo una agencia “capturada” por los intereses individuales de bonistas y un puñado de otros actores que se benefician del “estatus quo”.

La intención de este artículo no es la de criminalizar o sacar de contexto el importante papel que la Autoridad de Energía Eléctrica ha jugado en el Desarrollo Económico de Puerto Rico. Sin embargo, entendemos que lejos de actuar al margen de la sociedad puertorriqueña, la AEE, como brazo operacional de una política pública energética, opera en el mismísimo seno de esta sociedad, y por consecuencia, sus actuaciones reflejan las características sociales, políticas y económicas de la misma. Nuestra política pública energética descansa en gran parte sobre una cultura de toma de decisiones tecnocrática, que se ha venido forjando a través de los años. Nuestro modelo de toma de decisiones, el de Decidir-Desarrollar-Defender, es uno centralizado, cerrado a la participación multisectorial, e incapaz de reconocer la necesidad de nuevos estilos, herramientas y marcos conceptuales para su desarrollo. Esta condición reproduce las relaciones de poder existentes, y atenta contra la calidad de las decisiones que demandamos de nuestros

líderes. Más aún, atenta contra la sostenibilidad energética de Puerto Rico. Dado este cuadro ¿cómo elaboramos una política energética sostenible para Puerto Rico?

Según el World Commission in Environment and Development (1987), la sostenibilidad como concepto se refiere a un sistema político que asegura para sus ciudadanos la oportunidad de participar efectivamente en los procesos de toma de decisiones. Es a la vez un sistema económico capaz de generar excedentes y conocimiento técnico de manera autosuficiente y sostenida pero preservando la base ecológica del desarrollo. Es también un sistema social que provee soluciones a las tensiones implícitas en el desarrollo disonante con un aparato administrativo flexible capaz de auto corregirse. Ciertamente, el marco legal para lograr la sostenibilidad energética ya se encuentra dentro de la agenda formal gubernamental, según lee la ley de Desarrollo Sostenible de Puerto Rico (Ley núm. 267 del 10 de Septiembre de 2004). Pero aún el vocabulario que utiliza, sobre todo las palabras “debe” y “debemos”, ejemplifican su naturaleza exhortativa y la incapacidad de nuestras estructuras administrativas para su implantación efectiva.

Las teorías de política pública han señalado por décadas que... ¡La política pública no es únicamente lo que estipula la ley! No es tampoco lo esbozado en declaraciones formales como lo son la misión y visión de una agencia publica. Política pública es el curso de acción o inacción de individuos, grupos, organizaciones, instituciones, etc., para lidiar con un asunto social, en este caso el asunto energético. Es un proceso caótico, no lineal, donde grupos organizados se disputan el control del proceso de toma de decisiones en base a los intereses de sus constituyentes. Por lo tanto, para entender las posibilidades reales de la implantación, no hace falta sólo entender la legislación existente ni la misión y visión de la AEE, sino también el proceso a través del cual estas declaraciones normativas se desarrollan: como se enmarca el problema, qué alternativas se consideraron posibles, cuales son los actores involucrados en la deliberación, el diseño, y la implantación, y el avalúo del proceso mismo.

La sociedad puertorriqueña está altamente fragmentada tanto vertical como horizontalmente, lo que significa que diferentes grupos que pretenden representar los intereses de sus constituyentes tienen visiones alternativas y/o opuestas del camino que nos llevará hacia la sostenibilidad energética del País. Los industriales, los constructores de hogares, los detallistas, los ambientalistas, las organizaciones profesionales, los importadores de petróleo, incluso la misma Autoridad de Energía Eléctrica, son algunos de los actores involucrados en el proceso de política pública energética de Puerto Rico. Todos, de alguna manera u otra, buscan lograr cursos de acción o inacción promoviendo su visión

particular del asunto energético. Nuestro sistema, sin embargo, NO garantiza que todas las visiones serán tomadas en cuenta a la hora de establecer una agenda de acción. Por ejemplo, muchas veces sólo aquellos actores que tienen la capacidad de capturar la atención pública en un momento dado pueden garantizar su participación en la mesa de toma de decisiones energéticas. Esto deja fuera del proceso a múltiples actores que no tienen los recursos ni la capacidad organizacional para insertarse efectivamente en la discusión. Y aunque logren entrar, aun tienen que convencer a la sociedad en general de que su visión del problema energético es la correcta y la más viable.

Entonces, el sistema tiende a promover las soluciones que son más congruentes con las visiones de los actores que dominan el proceso. Por ejemplo, la visión y misión del actor que domina la toma de decisiones energéticas, la AEE, consiste en garantizar un servicio confiable, continuo y barato. Es de entenderse que las soluciones que la AEE promueve como las más viables son las que no atentan en contra de la estructura actual de la AEE, los actores a los que responde (El Ejecutivo, los municipios, la industria, etc.) y simultáneamente disminuyen el precio de la electricidad al consumidor. De todos estos, es general mente el consumidor, actor que tiende a estar poco organizado y limitado en cuanto a poder político se refiere, el ente menos representado a la hora de escoger cursos de acción. En ese contexto, es de esperarse que fuentes como el gas natural sean favorecidas sobre fuentes de energía renovables que se perciben como más “caras” e incongruentes con los planes a largo plazo ya establecidos por la agencia. Esta lucha por dominar los procesos de toma de decisiones energéticas no ocurre en un vacío. Toda una serie de estructuras económicas, políticas, sociales, etc., influyen sobre lo que es el paradigma social dominante: el desarrollo económico sostenido a como dé lugar. El papel protagónico que sectores asociados al desarrollo económico han tenido en la formulación de proyectos de ley aprobados recientemente, acentúa el poder de captura que los mismos tienen sobre el asunto energético y sus posibles soluciones. El concepto de captura fue acuñado por el activista de los derechos del consumidor Ralph Nader en los años setentas, y explica el proceso a través del cual intereses privados pretenden dominar las acciones de agencias públicas que supuestamente velaban por el bien común. Las asimetrías de poder existentes en nuestro proceso de política pública energética, y las diferencias en lo que a capacidad de dominio de la agenda de discusión sobre energía se refiere, garantizan que visiones alternativas como la justicia social o el impacto ambiental queden muchas veces fuera de la discusión. Esto a su vez afecta la capacidad que tienen las agencias gubernamentales de implantar los cursos de acción establecidos en la legislación. En tanto y en cuanto el lenguaje legislativo responda a intereses particulares (bienestar privado) de actores que despliegan su poder político-económico en el proceso legislativo, las agencias

gubernamentales que implantan el mandato de tal legislación (supuestamente buscando el bien común) quedan en efecto capturadas bajo los intereses de esos intereses dominantes. Entendemos entonces por que el énfasis de estudiosos en el área de sostenibilidad sobre la necesidad de la inclusión de todos los sectores en la toma de decisiones para garantizar la sostenibilidad de la política pública energética.

Uno de los objetivos principales del proceso de política pública es identificar alternativas de implantación para resolver asuntos que consideramos importantes. Por mucho tiempo se entendía que las decisiones se tomaban de manera racional, lineal y basadas en el análisis sistemático y apolítico de alternativas descritas científicamente. Se pensaba que en el proceso de toma de decisiones primero se establecían los objetivos, se analizaban y jerarquizaban las alternativas, y por último se escogía la mejor alternativa basada en la alineación racional entre los criterios de elección pre-establecidos y los atributos inherentes en la opción escogida. Evidencia empírica provista por estudio tras estudio sugiere que este modelo no explica la realidad actual. Teóricos en el área plantean que las alternativas y posibles soluciones a cualquier asunto social ya existen pues han sido trabajadas por diferentes actores interesados en los problemas. Por ejemplo, soluciones a nuestro problema energético, como las tecnologías con fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y la conservación, se han identificado y estudiado a través de los años. Desde la utilización de micro-algas para la producción de biodiesel, a la resurrección de la energía nuclear, no existe un déficit en el mercado de las ideas para resolver la situación actual en Puerto Rico. En otros países ya se han implementado exitosamente muchas de estas estrategias.

Si hay tantas alternativas ya creadas y probadas en otras partes del mundo, ¿cuáles son los factores que influyen en la selección de algunas y no otras? La teoría apunta hacia una serie de factores políticos, sociales y económicos que convergen por medio de lo que se conocen como ventanas de oportunidad como el calentamiento global y el aumento en el precio de la gasolina. Ante esta situación, diferentes actores involucrados en los procesos de política pública energética están listos para promover las alternativas que encuentran beneficiosas para sus constituyentes. Entonces es predecible que la AEE, por ejemplo, promueva alternativas que respondan a las necesidades de sus bonistas, a la presión del sector industrial, o incluso los intereses alrededor del gas natural o el carbón, dada su actual utilización para la generación de electricidad en Puerto Rico. No dejemos fuera las exigencias de un sistema político en año eleccionario. Por lo mismo, soluciones como la utilización de fuentes renovables se proyectan como difíciles de implantar, extremadamente caras, e insuficientes para sacar a Puerto Rico de su problema ambiental.

Hasta la eficiencia energética se promueve como un esfuerzo individual que debe depender del compromiso y la buena voluntad de cada uno de nosotros y no como un cambio estructural sistémico.

Lamentablemente, la teoría de grupo explícitamente reconoce que la agregación de acciones individuales no necesariamente redundan en beneficios colectivos. Es más, sugiere que es racional para el individuo NO hacer nada que redunde en beneficios colectivos. Aunque podemos decir que la mayoría de los puertorriqueños/as están de acuerdo con reducir el costo de la energía y disminuir la contaminación en el proceso, esto no garantiza que como individuos, los puertorriqueños entiendan racional el invertir en un calentador solar, o cambiar sus bombillas incandescentes por fluorescentes, etc. Son numerosos los casos de individuos que, luego de hacer una inversión substancial en tecnologías como las bombillas compactas fluorescentes (que en efecto, ceteris paribus, reducen los kWh) ven aumentar consistentemente su factura de electricidad y no pueden relacionar sus esfuerzos con resultados concretos. Entonces, estas estrategias se promueven principalmente, no por su eficacia, si no porque son moralmente correctas, sirven para mejorar las relaciones públicas, y permiten responsabilizar a los individuos por los problemas causados y perpetuados por nuestra organización social para la generación de energía.

Entonces, a la hora de contemplar cursos de acción, visiones diferentes conciben alternativas diferentes y aquellas alternativas que no cuadren con la ideología dominante quedarán fuera del marco de acción. Claramente las soluciones que emanan del proceso de toma de decisiones dependen de los intereses del grupo que controla el proceso, y no necesariamente del conocimiento técnico y/o científico que existe sobre el problema o de las alternativas existentes. Cuanto antes aceptemos que esa es la realidad de nuestra política pública, podremos concentrarnos en la búsqueda de cursos de acción sostenibles, tanto en su aceptación, viabilidad e implementación. Por eso los problemas para implementar una política de desarrollo sostenible en Puerto Rico no son técnicos si no esencialmente sociales. Son producto de nuestros procesos arcaicos de desarrollo de política pública, del sistema que utilizamos para establecer nuestras prioridades, definir los problemas y desarrollar los cursos de acción.

Los usuarios residenciales, los pequeños negocios, los municipios, las organizaciones de base comunitaria, la industria, incluso la misma administración pública de la energía, son todos actores imprescindibles del proceso de política pública energética en Puerto Rico pero cada uno demuestra diferentes niveles de capacidad para dominar el proceso de política pública energética. Esta asimetría del poder se debe en parte a nuestro sistema

pluralista de grupos de interés y a nuestra cultura política. En Puerto Rico impera actualmente la conceptualización del proceso de toma de decisiones que enfrenta como adversarios en contienda a muchos de los actores antes mencionados. El Poder Ejecutivo vs. El Poder Legislativo, los industriales vs. los ambientalistas, y la Autoridad de Energía Eléctrica vs. La UTIER. En esta dinámica, usualmente obviamos la necesidad de coordinación entre estos múltiples actores para la efectiva implantación de cursos de acción. El proceso actual no incorpora al proceso decisonal, la noción de que el producto de la toma de decisiones gubernamentales es el resultado complejo e interactivo en el que participan múltiples instituciones, (con el Ejecutivo jugando un rol decisivo e intransferible, claro está), a la vez asegurando que el proceso decisonal en el cual descansa esa responsabilidad sea el más abierto e inclusivo posible.

La realidad actual sitúa al gobierno, y por consecuencia a la AEE, en una posición poco envidiable, teniendo que responder a innumerables intereses organizados con una sed insaciable de trato preferencial a la hora de tomar decisiones que afectan al colectivo. En parte, por esto es que el gobierno es incapaz de velar por el bien común que conocemos como el servicio eléctrico de una manera sostenible. Trágicamente, en su visión fragmentada, tanto el gobierno como los intereses privados no comprenden que el éxito de muchas de sus iniciativas descansa en la apertura y la inclusividad! En una sociedad en donde impera la desconfianza en sus instituciones de gobierno, un proceso inclusivo de toma de decisiones provee a la ciudadanía un sentido de pertenencia para con el proyecto energético del país. También, asegurando la transparencia de los mismos, aumenta la legitimidad de las alternativas escogidas ante los ojos del pueblo. Los procesos, en vez de adversariales, se convierten en proyectos de acción colectiva concertada. Esto a la larga revierte en beneficios tangibles tanto para agencias proponentes como para desarrolladores privados que en sus propuestas ven al mismo tiempo un beneficio personal y el bien común.

Una política pública energética sostenible descansa sobre la participación efectiva de aquellos involucrados en el proceso y en el desarrollo de su capacidad para la apertura, la inclusividad, y la capacidad de actuar de manera transparente, justa y equitativa. Pero, ¿cómo acercarnos a este ideal? Lograr una política pública energética sostenible requiere un cambio radical en nuestros procesos decisonales. Requiere expandir el horizonte de discusión y deliberación, aumentando la capacidad de los actores envueltos en el proceso y en última instancia el establecimiento de nuevas metas, no sólo para nuestras agencias publicas, si no para todos como sociedad. Las mismas no sólo deben estar basadas en el mejor conocimiento técnico y científico, si no también en la sensibilidad necesaria hacia el

bienestar social, económico y ambiental de Puerto Rico. Mientras nuestros procesos de política pública reflejen un bajo nivel de apertura, un alto nivel de injusticia social y sólo reflejen las mismas asimetrías de poder evidentes en la sociedad puertorriqueña, la política pública energética sólo cumplirá con los intereses temporales de unos pocos a costa de actores más vulnerables. Reflexionemos sobre el papel que todos jugamos en el proceso de política pública. Donde no exista transparencia, busquémosla. Donde amaine la participación, motivémosla. Donde no exista la apertura, exijámosla. En otras palabras, lo que hace una política pública sostenible a la larga y a la postre es la apertura que el proceso de toma de decisiones mismo logre garantizar y efectivamente lograr en pos del bien común.

## Green Business, Renewable Energy, and a Sustainable Puerto Rico.

Dr. Cecilio Ortiz García and Dr. Marla Pérez Lugo

*Article for the "Guía Verde Para Puerto Rico" of the Caribbean Business*

There is something in the air... From household conversations about the electricity bill to this year's gubernatorial and presidential debates, energy has risen to the top of the agenda of both private and public entities alike. The contextual reasons for this phenomenon are varied. The skyrocketing oil prices, concerns about global warming and arguably the appearance of a fourth political party in Puerto Rico, among others, have transformed the concept of renewable energy generation into a household name. These events have also opened a window of opportunity for a much needed change in our energy policy arena. The Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) is already on record setting as target to have 20% of all power generation come from renewable sources by 2015. Also, with interconnection rule and a net-metering laws on the books, micro-generation technologies have the potential of "democratizing" power generation in the island, where private homes and businesses can become generators of renewable power to either gain total electricity independence or the ability to sell PREPA any excess power through the grid. Ultimately, the passing of the New Economic Incentives Law (P.L. # 73) has paved the way towards "wheeling", and the further decentralization of PREPA's "natural monopoly."

These airs of change bring the promise of business opportunities in areas related to renewable energy markets in generation, distribution, etc. At the project level we have already seen venture capital joining hands with government to promote the development of major wind energy projects in Guayanilla and Arecibo. Obviously, these entrepreneurs are looking at the current changes in the energy policy environment to make important business decisions, affecting not only their firms, but Puerto Rico as a whole. What are some of the challenges and opportunities these policy changes bring to entrepreneurs and the energy business community?

This article identifies the differences between "the old energy paradigm" in Puerto Rico, and what has been called "the renewable energy paradigm" which has captured the

attention of countries around the world. First, we define the terms “green”, “renewable” and “sustainable”. Although these are often used interchangeably, they have very different implications for their implementation. Second, we introduce the concept of social acceptance as crucial in business decision making. This concept unifies institutional, market, and community needs that can help guarantee the successful adoption of renewable energy technologies by potential customers. Finally, we conclude by outlining some general recommendations that, according to recent cutting edge research, have been proven effective in the implementation of renewable energy projects in Puerto Rico and other parts of the world.

### **“Green”, “Renewable” and “Sustainable” Energy**

Before we dip into the subject of renewable energy, we feel necessary to define at least three basic but poorly understood terms: “green”, “renewable” and “sustainable”. All of them are related yet they mean different things at the project implementation level. “Green” energy usually refers to electricity generation using sources that are less polluting than oil. In that sense natural gas, for example, is a green (or greener) energy source. Green also refers to the use of energy efficient technologies, such as energy saver appliances and LEED certifications. “Renewable” energy, on the other hand, involves electricity generation using a non-depletable and naturally replenishing source, such as the wind or the sun. Utilizing the previous example of natural gas, while green, natural gas is not a renewable energy source. Finally, “sustainable” energy goes beyond green and renewable by recognizing social and environmental justice considerations in energy generation, distribution and consumption. According to several international conventions, “sustainability” demands that current energy decisions take into consideration not only our welfare but also the welfare of future generations. It also sets a higher standard by requiring that economic, social and environmental criteria be included in decision making processes. And most importantly, sustainability demands a higher level of participation by all parties involved in a decision.

*Chapter 23, Section III of the Agenda 21*, a document signed in 1992 in Rio de Janeiro by most countries, explicitly states:

*“One of the fundamental prerequisites for the achievement of sustainable development is broad public participation in decision-making. Furthermore, in the more specific context of environment and development, the need for new forms of participation has emerged. This includes the need of individuals, groups and*

*organizations to participate in environmental impact assessment procedures and to know about and participate in decisions, particularly those which potentially affect the communities in which they live and work. Individuals, groups and organizations should have access to information relevant to environment and development held by national authorities, including information on products and activities that have or are likely to have a significant impact on the environment, and information on environmental protection measures.”*

This powerful language sets the bar much higher for energy projects than both green and renewable designations. Green projects such as the proposed “gasoducto” or renewable projects like the proposed Guayanilla wind farm, although might comply with the traditional legal framework, show signs of being unsustainable due mainly to their implementation processes. As we will see further along in this discussion, the concept of sustainability can serve energy business entrepreneurs as a powerful indicator of both a socially responsible venture and sound business investment.

### **The “old energy paradigm” vs “the renewable energy paradigm”**

Electric power generation has arguably been the cornerstone of economic development in Puerto Rico. The creation of the Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) and the development of the electric power generation, transmission and distribution system were based on an old energy paradigm characterized by high energy density projects, an “out of sight-out of mind” project siting policy, and a highly centralized decision making structure. It also depended on the traditional mega plant arrangement (Palo Seco, AES, Eco-Eléctrica) and underground extraction of energy sources (oil, coal, natural gas, etc). During the 40’s and 50’s PREPA’s design and implementation of our electric power infrastructure effectively modeled the socioeconomic and political distribution of power in Puerto Rico based on the old energy paradigm. To this date 70% of the electric power generation capacity is located in the southern half of the island while roughly 70% of the electricity generated is consumed in the north. This has promoted what experts call environmental injustices as residents of Cataño, for example, have to live with the health, economic and environmental consequences of Palo Seco while a consumer in Isla Verde, for example, can go through his/her entire life never knowing how his/her electricity is produced and where it comes from.

Renewable energy technologies turn this old energy paradigm upside down. Wind and solar energy projects, for example, need to be located where the resource is abundant, not necessarily hidden from main population centers. They tend to be smaller scale and in

most cases involve above ground source extraction. Their lower energy density and higher visibility brings energy generation to people's "backyards" potentially changing the way society looks at its resources and energy consumption patterns both in and out of their homes. Also, in an era where communication technologies allow more efficiency in social mobilization than in the previous decades, these characteristics also bring new siting issues such as prompt and coordinated community mobilization. Businesses need to familiarize themselves with these potential cultural changes and the impact they might have on their operations. Bringing energy generation projects to people's backyards generate conflicts in their implementation, mostly due to planning/land use controversies, causing that non-technical (or "soft" factors) become decisive in predicting the success or failure of a project. This makes the social acceptance of renewable energy technologies a necessary component of any successful energy related business plan.

### **The social acceptance of renewable energy generation projects**

One of the characteristics of the "old energy paradigm" is, as we mentioned before, the centralized nature of its decision making structure. Energy issues, for the most part, and their discussion in the public sphere have been dominated by highly technical disciplines such as engineering and economics. Any reference to social, political or cultural aspects of energy generation is usually considered irrelevant (or "soft") in the project design and implementation phases. Environmental issues have been usually seen just from the compliance standpoint as well. Decisions in the energy policy area, therefore, have usually been taken behind closed doors, without consultation with the populations that are supposed to live with those decisions. While this model worked well in the homogeneous society of the 40's and 50's, it now clashes with today's complex and heterogeneous Puertorrican society, where skillful interest groups and savvy communities alike have learned to contest those decisions if they perceive them as negative to their interests. People are more organized and militant; they crave and demand information and participation, transparency and inclusiveness.

This has become the context for energy business ventures in Puerto Rico: a highly volatile, adversarial, and in-your-face environment that brings uncertainty to business decisions. Therefore, the social acceptance of renewable energy technologies becomes a key issue for energy entrepreneurs. Labeled as a soft issue in the past, social acceptance is usually defined as the probability of a society adopting a particular technology. It might seem illogical at first glance for anybody to be against a renewable energy project. After all,

wind and solar technologies, for example, are both green and renewable. However, recent studies done in Puerto Rico and in other countries such as Spain, Sweden, England and United States, show that having positive attitudes about renewables in general does not automatically guarantee a community's acceptance of a particular project in their backyard.

The "social acceptance" for a particular renewable energy technology has three main dimensions: governmental/institutional acceptance, market acceptance, and public participation in decision making. In that sense, the concept of "social acceptance" goes well beyond the traditional "willingness to pay" (WTP) promulgated by many economists in the island. Merely surveying potential client's preferences is insufficient to forecast the success or failure of a renewable energy project. What studies on social acceptance of renewable energy technologies reveal is that, countries that denote coordinated energy policy efforts between market, governmental institutions and the communities that will bear the brunt of the negative effects associated with the project's implementation offer a friendlier business environment for renewable energy ventures.

The secret then for a healthy renewable energy business environment lies not in the individual actions of a particular firm, but in striking the right balance between strong yet fair governmental/institutional arrangements, proper market incentives, and a collaborative framework for community participation in all phases of project implementation

### **Some recommendations for the implementation of renewable energy projects**

Given the challenges that the implementation of business ventures in renewable energy face, what strategies can entrepreneurs utilize to increase their probability of success? In these concluding paragraphs we provide some basic general recommendations that potential investors can follow to maximize their probability of success (sustainability) in the design and implementation of their renewable energy projects.

Allowing for substantial community involvement in the early stages of planning and design and understand appropriate times and locations for these engagements (e.g., at nights, within the community).Community good will goes a long way in gaining social acceptance of renewable energy projects.

1. Invest time and effort into learning about the community that is going to be living with the project. Research their knowledge and perceptions about the technology to be used, previous experiences and their perception of risk associated to it, among others.

2. Express sensitivity to issues relevant to them during the early stages of project development. Focus on making the connection between energy generation and societal issues affecting the community.
3. Treat “education” as a capacity building tool to enhance participation. Rather than engaging community members with prepackaged educational materials, the focus of education initiatives should be to directly address the community’s concerns about the project and to socialize them into the scientific and technical lingo of renewable energy. This will help in enhancing the quality of community member’s participation in all stages of the project.
4. Be open and flexible about alternative ways to organize your business, such as energy coops and innovative compensation schemes. These have been proven world wide as effective ways to make renewable energy projects happen.
5. The new role that the Energy Affairs Administration will play under the umbrella of Economic Development should open opportunities for renewable energy ventures. Make sure that your venture is aligned with the new policy initiatives brought by that office and always demand full transparency at all phases of project development.
6. Become the key information source for the community, and explore direct partnerships with existing community groups such as councils and cooperatives. Also, make sure you provide all the relevant information and access to independents experts to enhance the public’s trust.

We hope that this survey of renewable energy concepts and the dynamics of energy business environment in Puerto Rico serves to foster a more integrated and collaborative way of doing business in this emerging field. The Institute for Tropical Energy, Society and Environment (ITEAS by its acronym in Spanish) at University of Puerto Rico at Mayaguez promotes the development of sustainable energy projects. We believe that only through the integration of proper market conditions, a transparent and open participation in decision making and the support of strong governmental institutions can Puerto Rico adopt renewable technologies beneficial to the health of both business and community.

## **Oposición Comunitaria y Ambientalista al Gasoducto:** *La Necesidad de Cambio en el Manejo de Nuestros Recursos.*

*Dr. Cecilio Ortiz García y Dr. Marla Pérez Lugo*

El alto costo de la energía eléctrica en Puerto Rico y la preocupación por el calentamiento global, han traído la discusión sobre “el problema energético” a la cotidianidad puertorriqueña. Al mismo tiempo el marco legal de Puerto Rico, a través de la Sección 19 de nuestra Constitución y la Ley 267 del 2004, establece el desarrollo sostenible como el paradigma que debe regir el manejo de nuestros recursos naturales. Como respuesta, la Autoridad de Energía Eléctrica ha anunciado repetidamente que su plan para solucionar ambos problemas dentro del marco de la ley consiste en la diversificación de su portfolio energético. Se propone aumentar la utilización del gas natural por dos razones principales: 1) que el gas natural es un combustible mas barato que el petróleo y por lo tanto promete disminuir los costos de la generación de electricidad y 2) que el gas natural es menos contaminante que el petróleo por lo que su utilización en la generación de energía eléctrica es “verde” y “sostenible”. La construcción del Gasoducto del Sur responde a ese plan.

Interesantemente, aunque podemos decir que la mayoría de los puertorriqueños/as están de acuerdo con reducir el costo de la energía y disminuir la contaminación en el proceso, vemos en la prensa que varios sectores de la sociedad puertorriqueña se opone a este proyecto. Por ejemplo ya organizaciones comunitarias como el FRENTE AMPLIO CONTRA EL GASODUCTO han convocado varias manifestaciones y actividades para demostrar su oposición al proyecto. Esto nos lleva a preguntarnos 1) por qué existe oposición a tecnología que se considera ambientalmente y económicamente amigable; 2) por que el establecimiento de facilidades generadoras de energía alterna como el gas natural se defiende y condena con argumentos ambientalistas; y 3) si puede ser “sostenible” un proyecto de energía “verde” que cuenta con oposición de la comunidad.

Para muchas personas, los términos “verde” y “sostenible” son sinónimos. Esto dificulta el imaginar que tecnologías “verdes” puedan ser “insostenibles”. Por energía

“verde” nos referimos a tecnologías que producen energía con menor impacto ambiental que con petróleo. Sin embargo, la literatura científica define “sostenibilidad” como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer los recursos de generaciones futuras en sus tres dimensiones igualmente importantes: economía, ambiente y sociedad. Entonces, la energía “sostenible” es aquella que satisface las necesidades energéticas de una comunidad, de forma justa y económicamente viable, al mismo tiempo garantizando el derecho de futuras generaciones a disfrutar de un ambiente saludable.

De esta definición se desprende que la sostenibilidad depende de la integración de los ámbitos sociales, económicos, y ambientales en procesos de toma de decisiones. Para que una comunidad sea sostenible, y por lo tanto su producción, distribución y consumo de energía, tiene que tener procesos de toma de decisiones que sean transparentes, inclusivos y participativos. La realidad de Puerto Rico ciertamente choca con la teoría y se complica ante su realidad fragmentada en base a múltiples intereses representados por grupos organizados que participan de forma desigual en la toma de decisiones. Estudios recientes sugieren que el rechazo comunitario a facilidades generadoras de energía (citado en la literatura en inglés como “locally unwanted land uses”) no es producto de falta de conocimiento, ni de una resistencia irracional a contribuir al bien común. Es precisamente la percepción de la falta de participación inclusiva en los procesos de toma de decisiones, y la falta de atención del Estado al aspecto de justicia social, lo que ha provocado y alimentado la oposición comunitaria a la implementación de proyectos.

Entonces, contestando a las preguntas anteriormente expuestas, la oposición al gasoducto entiendo que tiene menos que ver con la tecnología, y más con la percepción comunitaria sobre la transparencia, justicia, equidad, inclusividad y participación en los procesos. La oposición al gasoducto es el reclamo de una mayor participación, mejor representación de sus intereses, y una distribución más equitativa de las consecuencias negativas de la generación de electricidad. Después de todo, el área sur de Puerto Rico ha sido y continúa siendo el punto geográfico de generación eléctrica consumida en su mayoría por los centros urbanos del área norte de la Isla.

Estos reclamos de justicia son la esencia de la tercera ola del ambientalismo moderno conocido como el movimiento de justicia ambiental, que plantea que las condiciones ambientalmente negativas están desigualmente distribuidas entre la población, pesando más sobre comunidades con poca representación política. El discurso de justicia ambiental critica el establecimiento de gasoducto por perpetuar la desigualdad en las condiciones negativas medioambientales (como por ejemplo la destrucción del paisaje, o el

riesgo de que ocurran accidentes). Esto contrasta con el discurso ambientalista tradicional que lo defiende desde el marco de la disminución de la contaminación ambiental.

Los problemas ambientales de Puerto Rico, particularmente el problema energético, son en esencia problemas sociales puesto que tanto sus causas como sus consecuencias radican en nuestras prácticas y organización social. Según el World Commission in Environment and Development, 1987, la Sostenibilidad como concepto se refiere a un sistema político que asegura para sus ciudadanos la oportunidad de participar efectivamente en los procesos de toma de decisiones. Es un sistema económico que es capaz de generar excedentes y conocimiento técnico de manera autosuficiente y sostenida pero preservando la base ecológica del desarrollo. Y es un sistema social que provee soluciones a las tensiones consecuencias del desarrollo disonante con un aparato administrativo flexible con la capacidad para autocorregirse. Por eso los problemas para implementar una política de desarrollo sostenible en Puerto Rico no son técnicos si no esencialmente sociales. Son producto de nuestra política pública, del sistema que utilizamos para establecer nuestras prioridades, definir los problemas y desarrollar los cursos de acción. Este es un sistema cerrado y nebuloso que representa los intereses de algunos actores político-económicos y no necesariamente de los que van a sufrir las consecuencias del proyecto.

Por eso, la oposición comunitaria a tecnología que se considera ambientalmente amigable es consecuencia de los procesos de diseño e implementación de los proyectos y no de sus aspectos técnicos. También por eso es que estos proyectos pueden tanto defenderse como condenarse con argumentos considerados ambientalista. Un proyecto de energía limpia o “verde” que cuenta con oposición de la comunidad puede ser sostenible siempre y cuando se abran los procesos de toma de decisiones a la consideración de sus intereses y necesidades.

# Energía Renovable Sostenible:

## *Un Gran Reto para Puerto Rico*

*Dra. Marla Pérez Lugo*

*Transcripción de ponencia transmitida por Radio Universidad*

La crisis del petróleo y la preocupación por el calentamiento global, han creado las condiciones necesarias para que la energía renovable cale en la cotidianidad puertorriqueña. La energía solar y de viento, mayormente, se han convertido en temas de conocimiento general y empiezan a insertarse en otros discursos tradicionalmente antagónicos. Por ejemplo, mientras la energía renovable había sido hasta ahora promovida por grupos ambientalistas, la Asociación de Industriales de Puerto Rico la apoya como estrategia de desarrollo económico por el impacto de los costos energéticos en la economía. Sin embargo, intentos recientes de implementar proyectos comerciales de energía renovable han sido recibidos con suspicacia y oposición por parte de las comunidades de los lugares propuestos. Por ejemplo, el proyecto eólico propuesto para Punta Verraco y Playa Ventana en Guayanilla enfrenta luchas legales y mediáticas con grupos comunitarios, e irónicamente, con grupos ambientalistas como la Sociedad Ornitológica de PR y el Sierra Club. Por qué existe oposición a tecnología que se considera ambientalmente amigable? Por que el establecimiento de facilidades generadoras de energía renovable se defiende y condena con argumentos ambientalistas? Puede ser sostenible un proyecto de energía renovable que cuenta con oposición de la comunidad.

Los términos “verde”, “renovable” y “sostenible” usualmente se usan como sinónimos lo que dificulta el imaginar que tecnologías asociadas a la generación de energía renovable pueden ser “insostenibles”. La energía “verde” es la que se produce con menor impacto ambiental que con petróleo. La energía “renovable” es aquella que utiliza fuentes inagotables o que se renuevan a través de procesos naturales. Sin embargo, la energía “sostenible” es aquella que satisface las necesidades energéticas de una comunidad, de forma justa y económicamente viable, al mismo tiempo garantizando el derecho de futuras generaciones a disfrutar de un ambiente saludable.

Estudios recientes sugieren que la sostenibilidad depende de la integración de los ámbitos sociales, económicos, y ambientales en procesos de toma de decisiones. Para que una comunidad sea sostenible tiene que tener procesos de toma de decisiones que transparentes, inclusivos y participativos. Igualmente indican que el rechazo comunitario a

facilidades generadoras de energía renovable no es producto de falta de conocimiento, ni de una resistencia irracional a contribuir al bien común. Lo que provoca y alimenta la oposición comunitaria es precisamente la percepción de la falta de participación inclusiva en los procesos de toma de decisiones, y la falta de atención del Estado al aspecto de justicia social. Estos han sido los reclamos de la tercera ola del ambientalismo moderno conocido como el movimiento de justicia ambiental al plantear que las condiciones ambientales negativas están desigualmente distribuidas entre la población, pesando más sobre comunidades con poca representación política. Este discurso contrasta con el ambientalismo tradicional que presenta el daño del ser humano sobre la naturaleza y la necesidad de preservar las pocas áreas “prístinas” que nos quedan.

Para contestar entonces las preguntas anteriormente expuestas, la oposición a los proyectos de energía renovable tiene poco que ver con la tecnología, y mucho con la percepción comunitaria sobre su participación en los procesos. Entonces, la resistencia comunitaria en Guayanilla es el reclamo de una mayor participación, mejor representación de sus intereses, y una distribución más equitativa de las consecuencias negativas de la generación de la electricidad que consume todo Puerto Rico. También, como el establecimiento de estas facilidades se pueden defender y condenar con argumentos ambientalistas, el discurso de justicia ambiental lo critica por perpetuar la desigualdad en las condiciones negativas medioambientales (como la destrucción del paisaje), mientras que el preservacionista lo defiende por la disminución de la contaminación ambiental y la selección de áreas aledañas para la protección. Por estas razones, un proyecto de energía renovable que cuenta con oposición de la comunidad puede ser sostenible siempre y cuando se abran los procesos de toma de decisiones a la consideración de sus intereses y necesidades.

## **Ponencia Sometida Por Científicos Sociales En Formación Sobre El Reglamento Para La Interconexión De Generadores Con El Sistema De Distribución Eléctrica.**

Mariana L. Arroyo Ortega, César E. Concepción Acevedo, y el Dr. Cecilio Ortiz García

*Ponencia presentada en las vistas Públicas del 28 de abril del 2008, Ponce, PR*

Muy buenos días. Nos dirigimos a ustedes en el día de hoy, no solo como científicos sociales en formación y en propiedad del departamento de Ciencias Sociales de el Recinto Universitario de Mayagüez, si no como ciudadanos interesados en los procesos de toma de decisiones en el país. Específicamente, estamos comprometidos con todo lo que compete a la realización de una nueva visión energética para PR. A simple vista, las deliberaciones de un reglamento de interconexión parecerían incidir solamente sobre aspectos técnicos y procesales asociados al mismo. Sin embargo, aseguramos que este no es el caso. Lo cierto es que el reglamento de interconexión de Generación Distribuida representa una oportunidad única para que la AEE timonee el cambio paradigmático de la generación y distribución eléctrica en la isla.

Sin embargo, luego de analizarlo, entendemos que este reglamento no logra armonizar con la misión que desde el 1941 ostenta la Autoridad de Energía Eléctrica y mucho menos con la visión de un Puerto Rico sostenible. Entendemos que el reglamento en discusión no promueve la democratización del la generación y distribución de energía en el país. Más aun, el mismo garantiza que la Autoridad de Energía Eléctrica continuará siendo un monopolio natural en total control del destino energético del país. Además, el reglamento atenta contra la eficiencia del sistema de generación y distribución energética, al no integrar el lenguaje de este reglamento con la intención legislativa de la Ley 114 del 2007 mejor conocida como la Ley de Medición Neta. Es a la luz de esta realización que humildemente quisiéramos hacer unos comentarios generales acerca del contexto del reglamento, su contenido, y unas recomendaciones finales que sirvan para contextualizar

*socialmente* este proceso. Específicamente, queremos entender el rol del ciudadano como consumidor vs. generador de energía, diferenciar entre tener acceso a la interconexión vs. que ese acceso sea viable, y por último, traer la voz del ciudadano como constituyente *real* a este proceso de reglamentación que por años ha sido uno que no promueve la participación amplia de distintos sectores del país.

## Contexto Social del Reglamento

La naturaleza ubicua y compleja del asunto energético garantiza su conexión, al menos tangencialmente, a asuntos que incluyen pero no se limitan al cambio climático, la actual búsqueda de nuevas estrategias de desarrollo económico y al imperativo de la protección ambiental, entre otros. A la vez, la naturaleza pluralista de nuestra sociedad, promueve el que múltiples sectores de la sociedad puertorriqueña enmarquen estos retos de manera diferente basándose en intereses que pudieran o no tomar en cuenta la variable sostenibilidad en sus procesos de toma de decisiones. Lo cierto es que la conjunción de todos estos asuntos sociales, económicos, políticos, no solo técnicos e ingenieriles, enmarcan la discusión del reglamento sobre el cual hoy nos proponemos comentar.

En nuestros cursos de análisis de política pública se nos recalca el entender la política pública no como sinónimo de ley o estatuto, si no como un proceso caótico, no lineal, donde grupos organizados disputan el poder en la toma de decisiones sobre un asunto en base a los intereses de sus constituyentes. Al analizar la política pública desde esta perspectiva más amplia, podemos entender mejor las posibilidades de éxito de un curso de acción, o inacción sobre un asunto social. El proceso de política pública esta compuesto de etapas entre ellas la definición del asunto, el establecimiento de la agenda, formulación, implementación y evaluación entre otras. El proceso de reglamentación (*rulemaking*) forma parte importante de este marco más amplio de toma de decisiones en nuestra sociedad. Un reglamento se entiende en forma general como un conjunto ordenado de reglas y conceptos que se dan por una autoridad competente para realizar la ejecución de una ley o para el régimen interior de una dependencia o corporación. La finalidad del reglamento es facilitar la aplicación de la ley, detallándola, y operando como instrumentos idóneos para llevar a efecto su contenido. Los reglamentos son reglas, y solo tienen razón de ser, vida y sentido, en tanto se deriven de una norma legal a la que reglamentan en la esfera administrativa.

Es importante entender que el impacto de un reglamento no es trivial. Una vez el reglamento es final y firme, y lleve la fuerza de la ley consigo, tiene un impacto significativo

en la vida y comportamiento de seres humanos! Es importante recalcar que los procesos asociados a la creación de un reglamento no son asuntos meramente técnicos, sino que en gran parte tienen un impacto en el devenir social! En nuestro sistema de gobierno, los reglamentos afectan múltiples áreas de acción social incluyendo la salud, la seguridad ciudadana, la educación y la protección ambiental entre otras. Es por eso que entendemos que la participación de la comunidad debe ser incorporada desde el inicio hasta el final del proceso para que se garantice el éxito en la implementación de este reglamento. Cuando sea posible, el enfoque participativo debe incluir la consulta, la retroalimentación y la participación incluso en la recolección de datos para el avalúo del desempeño del reglamento. Es importante contar con la aceptación de la comunidad y ésta debe estar claramente informada acerca de las metas y los objetivos que persiga el proyecto propuesto. Cualquier expectativa por parte de las comunidades que no sea tratada en el proyecto debe ser discutida.

Sin embargo, históricamente la participación del ciudadano promedio en el proceso de reglamentación ha sido baja (Coglianese, 2005). Esta característica del proceso se acentúa cuando las deliberaciones se perciben como de alto nivel técnico, e inaccesibles al ciudadano promedio. En Puerto Rico, numerosos autores han descrito la baja participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones del país como un factor importante en la falta de confianza del ciudadano puertorriqueño en las instituciones de gobierno. Comunidades perciben numerosas fallas en la manera que diferentes agencias atienden sus reclamos. Autores como Concepción (1999) y Ortiz Gracia (1999), mencionan alguna de ellas:

- Las agencias ignoran querellas
- Existe falta de acceso a información confiable
- Existe una falta de peritos y de tiempo para análisis
- Hay una falta de participación pública genuina
- El proceso de vistas públicas se percibe como sesgado
- Existe una generalizada exclusión de toma de decisiones
- Frecuentemente se incurre en el incumplimiento de reglamentación

A la luz de esta evidencia, conviene preguntarnos si el reglamento que hoy discutimos, y el proceso de comentarios en el que hoy participamos, ¿se distancian de este patrón de características negativas en cuanto a su nivel de apertura a la deliberación? Veamos. Dentro del sistema político de separación de poderes, todo proceso de reglamentación tiene su origen en un curso de acción establecido por mandato legislativo. Tres piezas importantes

entendemos sirven de base para el reglamento de interconexión. Primero, la Constitución de Puerto Rico en su Sección 19 expresa:

*“Será política pública del Estado Libre Asociado la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad...”*

Entendemos que es académico el que la AEE, que traza sus inicios como entidad al manejo del recurso agua para la generación eléctrica, cae bajo los parámetros de este malogrado mandato constitucional. A estos efectos la ley 83, mejor conocida como Ley Orgánica de la Autoridad de Energía Eléctrica, desde el 1941 indica,

*“La Autoridad se crea con el fin de conservar, desarrollar y utilizar, así como para ayudar en la conservación, desarrollo y aprovechamiento de las fuentes fluviales y de energía en Puerto Rico, para hacer asequible a los habitantes del Estado Libre Asociado, en la forma económica más amplia, los beneficios de aquéllos, e impulsar por este medio el bienestar general y aumentar el comercio y la prosperidad y a la Autoridad se le confieren, y ésta tendrá y podrá ejercer, los derechos y poderes que sean necesarios o convenientes para llevar a efecto los propósitos mencionados...”*

Al día de hoy, la Autoridad de Energía Eléctrica, entidad gubernamental del Estado Libre Asociado, ostenta como su misión;

*“Proveer al pueblo de Puerto Rico un servicio de energía eléctrica eficiente, confiable y al menor costo posible que aporte a su calidad de vida e impulse el desarrollo socioeconómico en armonía con el ambiente.”*

Sabemos que cuando la misión de la agencia habla de desarrollo socioeconómico en armonía con el ambiente, se refiere a lo que conocemos como desarrollo sostenible. Tras la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) celebrada en Río de Janeiro en 1992, el desarrollo sostenible se ha convertido en el paradigma del desarrollo a nivel mundial. No obstante, el concepto de sostenibilidad apenas ha sido incorporado a los procesos de toma de decisiones en Puerto Rico. En la isla existe un amplio debate sobre las frecuentes contradicciones y conflictos existentes entre el crecimiento y la conservación de los recursos, siendo patente la falta de un compromiso serio a nivel político en la esfera gubernamental. Este concepto de armonía con el ambiente es recogido y

contextualizado por el lenguaje legislativo en la Ley de Desarrollo Sostenible de PR, (Ley num. 267 del 10 de Septiembre de 2004):

*“La estrategia de desarrollo sostenible de Puerto Rico debe reconocer la necesidad de **una nueva visión** que tome en consideración el ambiente y los recursos naturales que le sirven de base: en particular, en lo relacionado al uso de tierras y el recurso agua, la transportación, **la producción de energía**; el manejo de los desperdicios sólidos y líquidos; y el manejo de nuestra zona costera. Debemos apoyar que nuestro desarrollo económico continúe, pero en forma sostenible, para asegurarnos de que el costo de ese desarrollo no sea la excesiva degradación y destrucción del ambiente y los recursos naturales o la injusticia social.”*

Entendemos que el reglamento para la interconexión de generadores con el sistema de distribución eléctrica, debe estar al menos alineado con lo que se entiende desde el 2004 es la política pública del país: el desarrollo sostenible. Sin embargo, no percibimos ese alineamiento. Más aun, el reglamento parece obviar por completo la existencia de la Ley Num. 114 del 16 de agosto del 2007 incluso explícitamente niega el impacto que el reglamento pudiera tener en el cumplimiento de la ley: con un reglamento demasiado restrictivo, la ley es letra muerta!

Los dolamas que aquejan este reglamento son radicales en su origen. La realidad social económica y ambiental del país ha cambiado de manera radical desde el establecimiento de la Autoridad de Energía Eléctrica en 1941. Sin embargo, la agencia continúa operando como un monopolio natural en la isla:

*“La Autoridad creada por la presente es y deberá ser una instrumentalizada gubernamental, sujeta, según se provee en la presente, al control de su Junta de Gobierno, pero es una corporación con existencia y personalidad legales separadas y aparte de la del Gobierno. Las deudas, obligaciones, contratos, bonos, notas, pagarés, recibos, gastos, cuentas, fondos, empresas y propiedades de la Autoridad, sus funcionarios, agentes o empleados, debe entenderse que son de la mencionada corporación gubernamentalmente controlada y no del Gobierno Estatal ni de ninguna de sus oficinas, negociado, departamento, comisión, dependencia, municipalidad, rama, agente, funcionario o empleado.”* (Mayo 2, 1941, Núm. 83, p. 685, sec. 3; Junio 17, 1966, Núm. 62, p. 212, art. 1.)

A estos efectos cabe señalar que aunque en *Riefkohl v. Alvarado*, 749 F. Supp. 374 (1990) se expresa que la Autoridad de Energía Eléctrica no es una rama del Gobierno del

E.L.A., decisiones legales recientes apuntan a que la AEE sigue siendo una “criatura del estado” y que por tanto mantiene una responsabilidad fiduciaria con el bien común puertorriqueño. Por esta línea y con especial atención al uso de fondos públicos *Municipio de Mayagüez v. Rivera*, 113 D.P.R. 467, 475 (1982) indica:

*“nuestro más Alto Foro Judicial ha resuelto que la dualidad entre corporación pública y su estructuración similar a una corporación privada, no impide que se concluya que los fondos que utiliza provienen de fuentes gubernamentales y, como tal, constituyen fondos públicos, independientemente de que éstos no pasen a formar parte del presupuesto del Estado.”*

La razón principal por la que se emiten reglamentos por parte de las instituciones del estado es precisamente por la existencia de monopolios, externalidades, y la necesidad de ofrecer bienes comunes a la sociedad, todos ampliamente reconocidos en la literatura económica como “fallas del mercado”,! Stockey y Zeckhouser (1978) afirman:

*“To work optimally, markets need to operate under conditions where competition exists, where contracting parties have access to all the relevant information about their transactions, and where all the costs and benefits from any transaction are borne by the contracting parties. Regulation is needed when these conditions do not hold or when there exists concentrations of market power (monopoly) externalities (positive or negative spillovers), or asymmetries of information between contracting parties.”*

Siendo este el caso, entendemos que la Autoridad de Energía Eléctrica falla en su misión de asegurar eficiencia en la generación y distribución de energía eléctrica en Puerto Rico, y se encuentra imposibilitada institucionalmente de llegar a la raíz del problema energético actual. Como analistas de política pública, nos hacemos entonces estas preguntas, ¿Que cuerpo jurídico-administrativo vela por mitigar los costos sociales, económicos y políticos que trae consigo la concentración del poder que existe dentro de esta agencia? ¿Que reglamento impide a la Autoridad de Energía Eléctrica pasar los costos sociales económicos y ambientales de su operación como externalidades negativas al pueblo de Puerto Rico? Mas importante aun, ¿quién asegura que no se den las asimetrías de información existentes entre la AEE y el ciudadano puertorriqueño, dueño final de cuentas de eso que llamamos energía eléctrica? En pocas palabras, ¿quién regula a la Autoridad de Energía Eléctrica? Nos resulta inconcebible que al presentarnos ante el distinguido oficial examinador sea en estas inaceptables condiciones que no solo atentan contra los principios de representatividad y transparencia de procesos tan preciados en

nuestro sistema de gobernabilidad democrática, si no que violan de manera cruda el mandato que la Autoridad esboza en su misión.

Este arreglo institucional que da vida a la AEE, si bien pudiera haber encontrado justificación en la realidad socioeconómica y política de Puerto Rico en los años cuarenta, hoy necesita atemperarse a la realidad de una sociedad multicultural, pluralista con altos niveles de estratificación social y sobre todo serias asimetrías en lo que a la distribución del poder se refiere. A tono con esos cambios la Autoridad de Energía Eléctrica necesita atemperar sus procesos de toma de decisiones, procesos de reglamentación incluidos, a los parámetros que la sostenibilidad requiere.

El desarrollo sostenible, en su definición más fundamental, envuelve la satisfacción de las necesidades de la presente generación sin comprometer los recursos de generaciones futuras (Brundtland Report, UN Conference in Rio de Janeiro, 1992). Esta definición se sostiene en la integración de los ámbitos sociales, económicos, y ambientales en procesos de toma de decisiones y de política pública. No obstante la aparente simpleza del término, choca y se complica ante la realidad de una sociedad fragmentada en base a múltiples intereses representados por grupos organizados, como lo es en la sociedad puertorriqueña. En el ámbito de la política pública, estos “constituyentes” enmarcan asuntos sociales de manera que satisfaga sus necesidades no siempre dándole la importancia balanceada a los diferentes ámbitos que el concepto sostenibilidad pretende integrar. Es por esto que la literatura sobre el desarrollo sostenible, da un sitio predominante a la participación de todos los constituyentes del proceso (Redclift, 1992). El Capítulo 23 de la Sección III del documento Agenda 21 firmado por las Naciones Unidas en la ciudad de Rio de Janeiro en 1992 sugiere:

*“One of the fundamental prerequisites for the achievement of sustainable development is broad public participation in decision-making. Furthermore, in the more specific context of environment and development, the need for new forms of participation has emerged. This includes the need of individuals, groups and organizations to participate in environmental impact assessment procedures and to know about and participate in decisions, particularly those which potentially affect the communities in which they live and work. Individuals, groups and organizations should have access to information relevant to environment and development held by national authorities, including information on products and activities that have or are likely to have a significant impact on the environment, and information on environmental protection measures.”*

Sin embargo, en la emisión de reglamentos, el uso y costumbre va en total desacuerdo con lo que debería ser un proceso deliberativo: los comentarios de ciudadanos cuyos bolsillos en última instancia costearan los requerimientos de instalación, mantenimiento de los sistemas de generación distribuida brillan por su ausencia. Parecería que la única preocupación por el reglamento, si nos dejamos llevar por la audiencia de esta vista y por la totalidad de los deponentes, se limita a la que pudiera tener la comunidad epistémica de expertos en el área de ingeniería eléctrica y potencia. Lo peor del caso es que al igual que numerosos estudios demuestran, la agencia no entiende que todo interés que no sea tomado en cuenta en este parte del proceso de política pública, lleva consigo el potencial de convertirse en un obstáculo para que el reglamento cumpla con sus objetivos durante las etapas de implementación y evaluación.

Si bien es cierto que la falta de participación en los procesos de desarrollo de reglamentos en Puerto Rico no es una característica única dentro del sistema federal estadounidense, la isla si demuestra estar malamente rezagada en lo que se refiere al desarrollo de herramientas que fomenten la apertura de estos procesos. Alternativas como conferencias de consenso, iniciativas como e-rulemaking, e-dockets, entre otras están siendo utilizadas por agencias federales y estatales en áreas como la protección ambiental, transportación, generación de energía con niveles de efectividad consistente (Coglianese, 2005; 2004). Por otro lado McKay y Webb (2007) han encontrado que agencias si tienden a responder a los reclamos de aquellos que si participan en el proceso de reglamentación, muchas veces alterando sus políticas sustancialmente:

*“We demonstrate that agencies change the content of final rules in favor of the side that dominates the submission of comments. Thus, it seems the “squeaky wheel gets the grease” during rulemaking.”*

Se nos hace sumamente irónico además que la agencia que falla en al menos escuchar el reclamo de todas las partes afectadas, termina siendo juez y parte en procesos en donde se supone sirva de arbitro entre una pluralidad de poderosos intereses, muchas veces acabando capturada por los mismos. Está claro entonces que el proceso de reglamentación, dista de ser un proceso meramente técnico. Es la arena en donde compiten intereses para dominar la agenda de acción energética del país y por tanto es, en su esencia, uno de las etapas más importantes en la toma de decisiones SOCIALES en nuestro país. Al la Autoridad de Energía Eléctrica mantenerlo como uno ejercicio técnico dominado por los grupos de interés que se alinean con los intereses de la agencia, la agencia atenta contra los intereses del bien común, al cual debe su existencia como corporación pública.

Los reglamentos influyen el comportamiento de la comunidad regulada al menos de dos formas. Pueden prescribir exactamente las acciones que la comunidad reglamentada debe de tomar para cumplir con el reglamento, o puede incorporar los objetivos del reglamento en su lenguaje especificando el nivel de desempeño esperado y como estas serán evaluadas. Este reglamento falla en ambos casos al ni siquiera atar medidas de desempeño al lenguaje reglamentario. Por otro lado, el reglamento no toca la utilización de variables sociales en su diseño. A continuación algunas que entendemos son vitales:

**Nivel Socioeconómico-Energía:** los indicadores como nivel socioeconómico de la población tienen un impacto sobre el uso de los recursos naturales, el uso de tecnologías contaminantes, siendo fuente de degradación ambiental. Asimismo, un entorno degradado es fuente de pobreza. De igual manera las diferencias en nivel socioeconómico impactan en nivel de acceso a la interconexión de generadores que diferentes sectores sociales pudieran tener. De manera cíclica, un mayor acceso a sistemas de generación distribuida basado en la utilización de energías renovables tendrá un impacto positivo en las condiciones de vida de las poblaciones deprimidas y esto puede ayudar a evitar conductas degradantes del entorno. A su vez, un entorno ambientalmente saludable es fuente de una mejor calidad de los recursos disponibles con su consiguiente reducción de la pobreza e incremento en calidad de vida.

**Género-Energía:** el aumento en los costos energéticos afecta particularmente a las mujeres, que en puerto Rico cada vez con mayor frecuencia aportan al sustento de sus familias mediante su trabajo en el entorno local. La promoción del papel de la mujer y el fortalecimiento de su participación en la toma de decisiones sobre la gestión de los recursos supone una apuesta importante por el desarrollo de modelos de producción y consumo más sostenibles.

### Sector Rurales vs. Urbanos - Energía

Entendemos que existen unas diferencias sustanciales entre clientes rurales y urbanos en términos de sus necesidades energéticas y su realidad social. Por ejemplo, los Sistemas Fotovoltaicos (SFV) han demostrado su alta capacidad para cubrir los requisitos de la electrificación rural en lugares aislados y de difícil acceso de forma económicamente competitiva con relación a otras alternativas: requieren de mínimo mantenimiento y su costo de operación es prácticamente nulo. Según Rodríguez Gamez (2007),

*“La sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural fotovoltaica está determinada por un grupo de factores subjetivos, o dicho de otra manera, del grado de aceptación primaria por el usuario de acuerdo al grado de satisfacción de las aspiraciones que tienen y los beneficios que prometen los sistemas como son el precio de los sistemas y competitividad de las alternativas. También influyen algunos factores objetivos como son la confiabilidad y durabilidad de los componentes, facilidades técnicas que brindan, necesidades de mantenimiento y disponibilidad de componentes.”*

El reglamento necesita tomar en cuenta no solo los factores técnicos envueltos en la interconexión, si no también todos los factores sociales, económicos, políticos envueltos en la toma de decisiones del posible cliente interconectado al sistema para asegurar que todo el apoyo necesario este presente para promover el cambio a energías renovables.

En resumen, El reglamento de interconexión como instrumento de política pública debe presentar, en partes iguales el poder de coerción conjuntamente con el poder de la promoción de ese modo, entendemos que el reglamento debe asegurar el acceso universal a la interconexión. Para ello necesita estar consciente del perfil socio-demográfico del usuario de energía eléctrica en Puerto Rico, su comportamiento como consumidor, y cuestionar su cual sería su comportamiento como generador de energía.

De igual manera el reglamento debe envisionsar tanto los intereses privados que pudieran promover una visión comercial de la interconexión, y a la vez garantizar que la autoridad continúe jugando un rol protagónico, velando por el bien común del pueblo de Puerto Rico.

Entendemos también, que el reglamento en su forma actual adolece de una falta de mecanismos de participación ciudadana, mediante los cuales se debaten y definan asuntos de regulación, como: financiamiento, prestación de servicios, así como un importante mecanismo para la evaluación de la efectividad del reglamento sugerido.

### **La AEE desde sus inicios ha sido punta de lanza en el desarrollo económico de Puerto Rico.**

Desde el siglo pasado la agencia ha logrado contribuir a incrementar (mejorar) la calidad de vida de los puertorriqueños. Entendemos que la AEE tiene la capacidad de dirigir

el proceso de cambio en la política energética en Puerto Rico. La agencia tiene la capacidad técnica, y administrativa, tiene la capacidad institucional para establecer las reglas del juego y tiene la capacidad política para servir de ente facilitador de este proceso. Este reglamento entonces necesita verse no solo como un manual de instrucciones o un mero contrato entre partes, sino como una oportunidad única para que la AEE con el insumo de la sociedad puertorriqueña abra camino a una nueva visión energética para el país. Esperamos que él expertise que proveen las ciencias sociales formen parte de este esfuerzo, y como estudiantes del proceso de política nos ponemos a la disposición de nuestro país.

## Referencias

Coglianesi, Cary. 2005. The Internet and Citizen Participation in Rulemaking. *I/S: J. L. & Pol. Info. Soc.* 1: 33–57.

Coglianesi, Cary. 2004. E-Rulemaking: Information Technology and the Regulatory Process. *Admin. L. Rev.* 56: 353–402.

Martino Golden, Marissa. 1998. Interest Groups in the Rule-Making Process: Who Participates? Whose Voices Get Heard? *Journal of Public Administration Research and Theory*, Vol.8, No. 2: 245-270

McKay, Amy & Webb Yackee, Susan. 2007. Interest Group Competition on Federal Agency Rules. *American Politics Research*, Vol.35, No. 3, 336-357

Ortiz Garcia, Cecilio. 1999. *Managing the Environment in the Caribbean: A Baseline Assessment of State Environmental Capacity in Puerto Rico*. Unpublished Dissertation; Arizona State University.

Concepcion, Carmen Milagros. 1999.

Stokey, Edith and Richard Zeckhauser. 1978. *A Primer for Policy Analysis*.

# Ponencia sobre el Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE

*Ponencia presentada en las vistas públicas del 28 de abril de 2008 en Ponce, PR.*

## Introducción

En el 1980 la National Academy of Sciences concluyó: **“Puerto Rico**, in dealing with its own energy problems, **should grasp its opportunity to become an international energy laboratory**, seeking and testing solutions especially appropriate to the oil-dependent tropical and sub-tropical regions of the world. The Island’s geographical position and its established energy research and development facilities enhance this potential” [*Energy in Puerto Rico’s Future*, U.S. National Academy of Science, 1980]. Puerto Rico no se convirtió en un laboratorio internacional de energía, y todavía dependemos casi en un 100% de derivados de petróleo y otros combustibles fósiles para satisfacer la demanda energética de la Isla. Después de la crisis de los 70’s caímos otra vez en la complacencia de precios “aceptables” de combustibles. Nos mantenemos esperando, reaccionando a los eventos, como si las respuestas a nuestra dependencia de fósiles pudieran ser importadas. Para poner en perspectiva nuestra agenda inconclusa en cuanto al camino a la sostenibilidad energética, Hawaii ha establecido como meta un 70% de uso de energía renovable para el 2030. Hawaii es un buen punto de comparación, y usado frecuentemente por la naturaleza aislada de su sistema eléctrico, sus altos costos de electricidad y su dependencia a combustibles externos. En palabras del Secretario Auxiliar de Energía Alexander Karsner: “Hawaii will be a living laboratory for integrated, renewable energy development” [*DOE/EERE Program News*, February 2008]. Esto se logró en Hawaii luego de cuatro años de intensa labor del Foro de Energía de Hawaii, organización que agrupa diversos sectores y constituyentes de energía de ese estado. Mientras tanto Puerto Rico se mantiene sin completar su potencial de convertirse en ejemplo de energía sostenible para el Caribe. Eso tiene que cambiar.

Nos ha llegado el momento en Puerto Rico de revisar la manera en que hemos manejado y estamos manejando nuestro sistema de energía eléctrica, y tenemos la

oportunidad de iniciar esta evaluación de una manera que considere la totalidad y complejidad económica, ambiental y social del asunto. Este imperativo se hizo evidente durante el foro de energía “De Acuerdo con la Energía Sostenible, pero ¿Cómo llegar allí?” celebrado en el RUM en mayo de 2007 y donde oradores invitados de Hawaii y España presentaron estrategias sostenibles exitosas y las políticas públicas necesarias para implantarlas.

Ninguna iniciativa de desarrollo económico será viable en Puerto Rico si no se atiende el reto energético con premura. Con cada año que pasa la situación económica del País se afecta cada vez más por la dependencia del petróleo. Mientras más esperemos, mayores serán los costos económicos, sociales y ambientales de la transición —o su falta— hacia otros recursos y prácticas que sean sostenibles energéticamente. La filosofía sostenible busca no sólo el desarrollo económico, sino también que este desarrollo se logre dentro de un marco de justicia social y ambiental. Debemos atender este reto energético tomando en consideración no sólo las implicaciones técnicas y económicas sino también las sociales y ambientales. Si cometemos el error de buscar solamente modos de generar más energía eléctrica o importar más combustibles fósiles para atender la demanda, sin atender los asuntos sociales y ambientales, estaremos resolviendo el problema a corto plazo pero no sus efectos a largo plazo. Por ejemplo, en el futuro cercano, especialmente en una isla, no es sostenible mantener la perspectiva tradicional de equiparar el consumo de energía con el desarrollo económico. Se necesita una nueva política pública que fomente y premie la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. Es irreal pensar que el 100% de nuestra demanda energética se satisfaga con fuentes renovables en un futuro cercano, pero no es aceptable que ese por ciento siga siendo prácticamente cero como lo es ahora. Debemos aspirar al uso máximo posible de renovables, dentro de los límites técnicos, económicos, ambientales y sociales.

Las decisiones que tomemos hoy sobre la situación energética ponen en juego el futuro de Puerto Rico. La complejidad del problema no puede ser una excusa para no actuar hoy. Debemos enfrentar el problema aunque no sepamos todas las contestaciones ni conozcamos al inicio toda la profundidad del problema, ya que este proceso requiere un compromiso y un tiempo mayor que el ciclo político de cada cuatro años. Hay que entender que el problema es mucho mayor y complejo que la mera reducción del costo de la energía eléctrica o del precio de la gasolina al detal.

## Posibles Estructuras Alternas de Energía Eléctrica

La estructura clásica de sistemas de potencia eléctrica ha sufrido grandes cambios en los sistemas de potencia a nivel mundial. Sin embargo, el modelo dominante sigue siendo el uso de combustibles fósiles, en plantas generadores grandes lejos de los lugares en que se usa la electricidad. Este modelo ha servido bien, pero las dificultades en muchos lugares del Mundo relacionadas a los combustibles fósiles hacen necesario que este modelo se complemente al nivel máximo posible, con estrategias y tecnologías de conservación, eficiencia y fuentes renovables. En ese proceso es vital considerar el uso de un portafolio de estrategias y recursos que incluyan conservación, eficiencia y fuentes de energía renovable. Por ejemplo, en una tesis de maestría del RUM se probó que el uso de calentadores solares puede reducir la demanda de energía eléctrica tanto como para no necesitar una de las plantas generadores de la AEE. Otra importante alternativa es la generación a pequeña escala de energía eléctrica, por ejemplo, haciendo uso de sistemas fotovoltaicos. La conexión de generadores pequeños es segura tanto para usuarios como para empleados de la AEE si se hace siguiendo los estándares apropiados. Esta generación distribuida debe fomentarse al máximo de manera que el pueblo tenga herramientas para asumir y manejar sus necesidades energéticas, en especial durante y después de eventos atmosféricos o problemas con el servicio eléctrico.

Entendemos que la posible inversión económica en este proceso no debe recaer en su totalidad en la AEE, mas sin embargo la agencia debe convertirse en un ente facilitador de tales interconexiones a través de procesos administrativos simples y obtención de permisos simples en casos donde el impacto en el sistema sea prácticamente ninguno por ser generadores muy pequeños. La AEE además, tiene una oportunidad de reinventarse como corporación y ser una vez más, parte integral del desarrollo no sólo económico, sino social y ambiental de Puerto Rico. El Gobierno, por otro lado, en su deber ministerial de velar por el bien común, debe establecer los incentivos económicos necesarios para que la ciudadanía tenga la posibilidad de adquirir e instalar estas tecnologías, como ha sucedido en otros países. Hacer lo contrario implicaría cargas adicionales al ciudadano promedio que impedirían su posibilidad de progreso social, y cerraría las puertas a alternativas ambientalmente mejores que la quema de combustibles fósiles. Repensar la estructura jerárquica de nuestro sistema de potencia eléctrica es uno de los primeros pasos para que podamos en Puerto Rico iniciar una transición ordenada hacia recursos energéticos distintos a los combustibles fósiles. La medición neta, y varios incentivos que ahora mismo se están considerando en la legislatura, permitirán que los ciudadanos adquieran por ejemplo, sistemas de energía fotovoltaico, que convierten la energía del sol en energía eléctrica. Sin embargo, aún con incentivos, muchos ciudadanos no tienen el capital para hacer la

inversión inicial necesaria para adquirir un sistema solar, u otro sistema renovable. Una posibilidad, propuesta por el Dr. Fernando Plá Catedrático Jubilado de Ingeniería Mecánica del RUM, es proveerles a ciudadanos de escasos recursos, sistemas solares que atiendan parte de sus necesidades energéticas. Bajo esta estructura, la AEE pudiera re-pensarse para incluir servicio al cliente más allá del contador. Los sistemas conllevarían un cargo por servicio mensual, y hasta pudieran considerarse esquemas de alquiler con opción a compra (las placas solares tienen una vida garantizada de 25 años, aunque no así otros equipos asociados a un sistema fotovoltaico). Esto, además de ser una medida de justicia social, presenta una oportunidad económica a la AEE ante las nuevas estructuras que los tiempos, y los costos de los combustibles fósiles, nos están obligando a considerar. Esta idea requiere mucha discusión y pensamiento, sin embargo ejemplifica el tipo de pensamiento que tenemos que comenzar a tener en Puerto Rico si en verdad queremos enfrentar efectivamente nuestro dilema energético. La filosofía de sostenibilidad debe estar presente en la evaluación de ésta y otras opciones energéticas. Sin embargo, actualmente el país está lejos lograr o encaminarse a ese camino de sostenibilidad. Aunque no está entre sus responsabilidades, de facto la AEE puede ser un ente habilitador y facilitador de este proceso de sostenibilidad. Sin embargo, ciertas barreras organizacionales tienen que ser atendidas para lograr este propósito. Y es vital entender estas barreras, y la deseabilidad de integrar en lugar de fragmentar los asuntos que tienen que ver con energía eléctrica (ejemplo de fragmentación es el separar este reglamento de los asuntos más amplios de política pública y cómo se implanta en PR).

Como ejemplo de oportunidades perdidas debido a barreras organizacionales, en octubre de 2003 un grupo de investigadores de ingeniería eléctrica del RUM nos reunimos en reunión extraordinaria de la Junta de Gobierno de la AEE, y con el Director Ejecutivo. Presentamos y ofrecimos colaborar en varia áreas, educación e investigación. Ha habido colaboración con cursos de mejoramiento profesional a ingenieros de la AEE, pero la colaboración no ha rendido el potencial que tenía en el área de investigación. En el RUM teníamos proyectos de NSF por \$1 millón que incluía prominentemente el tema de generación y control distribuidos. Sólo se requería una colaboración estrecha en términos de información de manera que nuestros trabajos pudieran analizar el sistema eléctrico de PR. Esto no se materializó tal colaboración y los trabajos se hicieron con información genérica de sistemas de pruebas de la IEEE, los informes se rindieron satisfactoriamente a NSF, pero el beneficio a PR fue limitado por la poca información obtenida de la AEE. Bajo el pretexto de conflicto de intereses, se impidió que la AEE y el pueblo de PR se beneficiaran al máximo posible de esos trabajos y esos fondos federales obtenidos por el RUM. Y deseo aclarar, que tenemos excelentes relaciones con empleados e ingenieros de la AEE. El

problema radica en la cultura cerrada y poco comunicativa que existe en la AEE, no sólo externa sino también interna. Estructura y cultura cerrada que es visible entre oficinas de la misma agencia, donde la falta de coordinación puede resultar en decisiones sub-óptimas en la operación y mantenimiento de nuestro sistema eléctrico. ¿Cuántas más oportunidades se han perdido por la desconfianza y la falta de apertura de parte de los cuerpos directivos de la AEE en el pasado? Y esto lo expongo, no como parte de ninguna “venganza” o “sour grapes” como ridículamente se ha planteado tras bastidores. Porque nosotros no necesitamos estar aquí hoy, ni molestarnos en bajar de nuestras cómodas oficinas en el RUM donde ya rendimos un buen servicio al País. Pero dentro del servicio al país como profesores e investigadores en sistemas de potencia en la universidad pública de PR es nuestro deber y obligación profesional exponer las fallas y obstáculos que presentan para un futuro sostenible el presente reglamento y la presente condición regulatoria de PR en el sector de energía eléctrica. Por otro lado, como profesionales, ingenieros licenciados, el Código de Ética del CIAPR nos exige “velar por sobre toda otra consideración por la seguridad, el ambiente, la salud y el bienestar de la comunidad.” Sería inmoral de nuestra parte y una violación a nuestro código de ética profesional no levantar nuestra voz y dejar para record histórico nuestra oposición a la aprobación de este reglamento tal y como está presentado.

En Estados Unidos, el Energy Policy Act del 1992 permitió el acceso de generadores pequeños a los sistemas de transmisión y distribución de las compañías eléctricas. Se dejó a cada estado la forma en que este acceso se evaluaría. El Energy Policy Act del 2005, obligó a todas las compañías eléctricas y las comisiones de servicio público (CSP) estatales, a considerar la generación distribuida, sistemas de medición avanzada y programas de medición neta. En PR la CSP no tiene injerencia sobre la AEE, por lo que la AEE fue la única entidad en atender este asunto de interconexión. La ciudadanía tuvo muy poca participación en este proceso en sus inicios, y aunque se reconoce que se hicieran estas vistas sin que fueran necesarias, podemos aspirar a procesos mucho mas participativos que vistas como esta que surgen cuando los reglamentos y los pensamientos de sus autores están muy afirmados en posiciones ya establecidas, que dan poco margen a enmiendas o perspectivas diferentes.

### **Comentarios específicos al reglamento propuesto**

Es lamentable que el reglamento propuesto imponga barreras al acceso, ya mostrado que es seguro si se siguen los estándares nacionales e internacionales, del pueblo

de PR a su sistema eléctrico, por el cual paga todos los meses, y por el cual por más de 60 años el pueblo ha generado deuda para adquirir, mantener y mejorar. Entendemos que este reglamento fuera basado en reglamentos de la IEEE, NARUC y otras entidades. Pero cuestionamos la aplicación directa de los límites más restrictivos de estos estándares sin aparente estudio o al menos referencia a porque se llegó a esos límites en el estándar propuesto. La ley otorga a la AEE poderes y deberes de custodiar esta vital infraestructura del pueblo de PR. Y la labor se agradece y se reconoce como positiva en la historia de PR. Pero DG constituye una innovación tecnológica, diferente al tradicional modo de operar sistemas de potencia, y una alternativa que debe mirarse con seriedad y usarse al máximo posible en el contexto aislado y altamente dependiente de combustibles extranjeros de PR. Es por tanto que el presente reglamento pone de manifiesto la urgente necesidad en PR de un ente, diferente a la AEE, que evalúe y tome determinaciones en temas como éste, donde lo que le conviene al público en general no necesariamente es lo mejor para la AEE. Este es un ejemplo de la falta de sentido que tienen partes de la ley orgánica de la AEE ante las realidades presentes, locales y mundiales en sistemas de potencia. Esta realidad en el 2008 es muy diferente a la del 1941 cuando se creó la Autoridad de Fuentes Fluviales.

Las pruebas y el mantenimiento del reglamento propuesto son exagerados, el impacto del seguro para clientes residenciales y comerciales pequeños puede ser significativo y es una carga impositiva adicional, sin importar lo pequeña que sea, ¿Por qué el acuerdo de interconexión vence en 5 años? ¿Por qué no en 10 años? La falta de referencias es preocupante. Nos consta que la mayor parte de las ideas son de otras fuentes. Llamamos la atención a la mala práctica de no usar referencias, que constituye una falta de plagio al no dar crédito a las ideas de terceros. Además, no brinda la oportunidad al lector de leer las fuentes de las ideas propuestas para así entender el contexto de donde surgen las ideas, y determinar si hacen sentido para la realidad de PR. El reglamento deja demasiado abierto el asunto de la aprobación del equipo por la Autoridad. ¿Usando cuál criterio? El reglamento debe establecer cuáles son los estándares a seguir ¿1547? ¿NARUC? Usualmente las leyes son generales, mientras que en los reglamentos se deben proveer más detalles. Dice el reglamento: “La suma de la contribución de corriente de corto circuito de todos los GD interconectados al alimentador, incluyendo el GD propuesto, no excederá el diez por ciento (10%) de la corriente máxima de corto circuito en el lado primario del alimentador.” ¿Donde están los estudios aplicables a PR que resultan en este porcentaje? Este límite va a depender de la topología de cada lugar, nivel de voltaje, tipo de GD, y otras consideraciones.

Por otro lado, en este asunto GD no hay tal cosa como “one-size-fits-all” pero si pueden haber categorías de GD que deben atenderse de manera diferente. El reglamento debe hacer constar y atender tales diferencias. Por ejemplo, debe haber diferencia entre conexión en paralelo para complementar mi generación, (atender demanda local con DG y la AEE bajo medición neta) y vender la energía a la AEE por una ganancia. Un punto importante que hay que traer es la relación entre interconexión y medición neta. El mismo reglamento trata de hacer una diferencia, pero realmente no puede haber medición neta sin interconexión. En el RUM llevamos 7 años trabajando en estos temas con un proyecto de NSF, fuimos si no los primeros, de los primeros en hablar de esto en PR en foros como el Electro-Viernes del CIAPR en el 2003, y no hay manera razonable de desligar un tema del otro. Más aun cuando hay una ley ya aprobada de medición neta, que exige otro reglamento a redactar por la AEE y la Administración de Asuntos de Energía. Tiene que haber relación entre uno y otro reglamento para que haya consistencia, y dado que este reglamento de interconexión salió primero que el de medición neta, hay que discutir los asuntos que se solapan entre ambas áreas ahora, para evitar conflictos con el reglamento siguiente.

Es importante atender los límites propuestos. Estos son el 15% de la demanda pico del alimentador, el 1% de la capacidad agregada del sistema total. Tenemos que determinar estos límites de acuerdo a las realidades en PR. Por ejemplo, por que no flexibilizar este proceso, de manera que la AEE permita interconexión simple (simple de verdad), y recopile información de cada sistema donde se instale generación que exceda 5% de capacidad del alimentador, y realizarán estudios simples sobre impacto positivo y negativo en la red. Quizás se puede repetir el ejercicio al llegar a 10%. Al llegar al 15% de capacidad de un alimentador se hará una moratoria en el proceso simple (SOLO en ese alimentador) y la AEE tiene 6 meses para realizar un estudio de impacto de generación por encima de 15% basado en los datos obtenidos del monitoreo de ese alimentador (desde que llegó a 5% de penetración). Se determinará si se puede continuar con el proceso de interconexión simple en ESE alimentador, o si cada nueva conexión requiere un estudio individual de impacto. Esto es sólo un ejemplo del tipo de flexibilidad que no está presente en el reglamento. Flexibilidad necesaria cuando se está trabajando con áreas nuevas como la interconexión de GD en PR.

En nuestros estudios en el RUM se comprueba que el impacto de GD puede ser considerable si hablamos de unidades mayores de 500 kVA, y en especial unidades rotativas. Pero unidades de menos de 25 kVA, que usan una interfaz de electrónica de potencia no presentan ningún problema en alimentadores típicos de distribución. El

reglamento no debe imponer limitaciones a sistemas menores de 25 kVA por las excepciones a esta regla. La Interconexión Simple debe ser eso, simple. Se tiene que hacer diferencia entre unidades rotativas no basadas en renovables, y unidades de menos de 25 kVA, que usan una interfaz de electrónica de potencia basadas en renovables. Tiene que darse preferencia en el reglamento al uso de renovables operando con un interfaz interconectable (“gridconnected”) que cumplan con el IEEE 1547. No hacerlo representa un obstáculo al tan necesario futuro sostenible para PR. Y para ser consistente con la ley de medición neta el límite debe ser 25 kVA no 20 kVA como establece el reglamento.

El reglamento, tal como está propuesto, tiene el efecto de cerrar puertas a opciones energéticas para PR. Tenemos que entender que es vital evaluar TODAS las alternativas posibles, de una manera comprensiva e integrada, que incluya aspectos sociales, económicos y ambientales. Esta evaluación debe ser lo más inclusiva posible. Este paradigma no es común en PR, mucha gente está de acuerdo con él, pero no se ha mucho en esa línea. La discusión de este reglamento puede abrir el espacio para considerar y aplicar evaluaciones más sostenibles y que tomen en cuenta nuestra realidad en PR. Debemos terminar de una vez con actitudes paternalistas hacia el pueblo de PR. Mucha gente sabe bregar con su demanda en su casa pues tienen generadores diesel, saben que no pueden poner más carga de la que aguanta el aparato. O saben que la luz está cara, y que tienen que ahorrar o pagar. Y se ha visto reflejado esto en una merma en la demanda de energía eléctrica en los últimos años. Esto sin una campaña de educación apropiada. Un esfuerzo nacional de educación a la ciudadanía sobre su consumo eléctrico, conservación, eficiencia y uso de sistemas renovables es esencial para un futuro sostenible para PR. De otra forma, NO USAR al máximo posible la alternativa descentralizada de generación, y premiar la conservación y eficiencia eléctrica implica un perpetuo desangre de nuestra economía para llenar las arcas foráneas de multinacionales u otras organizaciones económicas al otro lado del mundo. Y es posible que para esto se requiera aumentar las tarifas básicas, cierto, pero también tendrá un efecto de reducir la partida de ajuste de combustible que en muchos casos es hasta mayor que la tarifa básica de los clientes. Y esto también puede requerir tarifas de cargas “interruptibles”, tarifas de tiempo de uso a nivel residencial, y compra de bloques de energía a nivel residencial para permitir una operación segura y un despacho económico apropiado en nuestro sistema. ¿Cuándo y de qué manera vamos a tener esa discusión como Pueblo, en lugar de recibir leyes y reglamentos de más arriba? La AEE puede ser piedra fundamental en nuestro camino a la sostenibilidad energética, o una muralla china, que dificulte el camino a ese deseado futuro sostenible para PR.

## Comentarios Finales

En las vistas públicas anteriores sobre este tema, celebradas en La Guancha en Ponce el 9 de julio de 2007, solicitamos la oportunidad de participar en la creación de este reglamento de interconexión. Sugerimos entonces la creación de una estructura colaborativa, entre la AEE y la ciudadanía, para producir este reglamento y nos ponemos a la disposición del funcionario a cargo de esta tarea en la AEE para viabilizar esta colaboración. Esta recomendación no fue acogida. Y no teníamos que ser nosotros en la UPR si no nos quieren, pero algún representante de la ciudadanía. La participación ciudadana, mucho antes de un proceso de vistas públicas, a través de algún representante que tenga el conocimiento necesario, es vital para lograr decisiones que pudieran implicar alza en costos o tarifas a corto plazo, pero que a largo plazo beneficien al país. Además, una cosa es aumentar la tarifa, y otra la reducción en el ajuste de combustible que resulta de un menor uso de combustibles fósiles y menores pérdidas en el sistema eléctrico. Una estructura colaborativa entre la AEE y la ciudadanía para considerar la medición neta y las otras medidas pendientes, permitiría atender las preocupaciones sociales y ambientales, además de participar en la creación del reglamento que regirá estas prácticas. Sería un ejercicio muy saludable y mejor sintonizado con los tiempos que vivimos, tiempos donde los ciudadanos a nivel mundial tienen mayor participación de la que ofrecen, por ejemplo, estas vistas. Es un sueño, difícil de alcanzar, pero que luego de implementado, puede ahorrar no sólo tiempo y dinero, sino malos entendidos, disgustos y mayor desconfianza entre las partes.

Entendemos que la AEE vele por sus intereses y su salud financiera, al igual que sus compromisos con los bonistas. De igual forma, entendemos y apoyamos el derecho que tiene todo cliente, residencial, comercial, industrial, de tener acceso a información sobre el servicio eléctrico que recibe, a cómo se usan los dineros que paga por el servicio, y oportunidades para ahorrar en el servicio eléctrico a través de programas o tecnologías disponibles ahora o en un futuro cercano. La AEE y sus clientes no tienen porque tener una relación adversarial, de hecho, todo lo contrario si queremos que PR enfrente exitosamente los retos que impone el presente estado mundial de los combustibles fósiles y nuestra dependencia de éstos. Deben crearse mecanismos participativos de Diálogo, Planificación y Acción con representación de todos los constituyentes. La Universidad de PR, la universidad pública de tod@s los puertorriqueñ@s, se presenta como una posibilidad para generar ese diálogo, tal como sucedió en Hawaii con su universidad.

Entendemos que la AEE tiene poder en ley de operar de la manera que opera. Y tiene toda potestad de hacer caso omiso a todo lo que yo diga, o se diga en estas u otras vistas. Honestamente, dado el historial de poca participación ciudadana yo no tengo muchas esperanzas en que se atiendan, aún con la profesional participación del distinguido y apreciado oficial examinador, no sólo las preocupaciones con el reglamento, sino las situaciones conflictivas de todos conocidas, que éste y otros procesos en energía eléctrica sacan a relucir. Y esto es cierto en casi todas las agencias de gobierno de PR. Ojalá me equivoque. Seguimos con la esperanza de que algo cambie, y seguimos en la disposición de colaboración con la AEE, y todos los constituyentes del sector energético de PR.

Aquí el enemigo no es la AEE, ni el gobierno, ni los desarrolladores, ni las comunidades, ni la UPR, ni los ambientalistas. Todos debemos aceptar nuestra responsabilidad y nuestra parte de la culpa. Todos, desde nuestras respectivas perspectivas, buscamos el bienestar y el de los nuestros. La gran pregunta es como todos podemos unirnos y colaborar, no necesariamente estar de acuerdo, como obviamente no estamos de acuerdo con este reglamento, pero lograr algunas direcciones para el país que permitan movernos a una mejor calidad de vida para todos(as). Y en el proceso, podremos diferir, y ser enérgicos, pero siempre manteniendo el nivel de respeto y profesionalismo necesario para una sana convivencia. Por que tan poco vale un colaborador que nos diga siempre “sí, sí” como aquel que nos dice siempre “no, no”.

Termino mi ponencia, reafirmando el llamado urgente que hiciéramos en julio pasado al Director Ejecutivo de la AEE, a la Junta de Gobierno de la AEE y su Presidente, para que se alcen en una gesta histórica de apertura de la Agencia al ciudadano promedio, a una nueva era donde la AEE facilite la transición de PR hacia recursos y prácticas energéticamente sostenibles. Una apertura, una evaluación y consideración de estructuras de energía eléctrica alternas a la que actualmente tenemos en lugar de debilitar a la AEE, tiene el potencial de mejorar sus relaciones con el Pueblo, cumplir de mejor manera con su misión y abrir nuevas oportunidades de crecimiento económico para la AEE. La AEE es nuestra, de todos los puertorriqueños, y es vital mantener ese activo en buen estado, relevante a los tiempos y realidades energéticas a nivel mundial. Y cumpliendo con los compromisos ya establecidos por la AEE, y con el nivel mínimo de confiabilidad que se necesita en nuestro sistema de potencia. Una nueva visión de la AEE hacia excelencia en el servicio al cliente puede, no sólo mejorar la imagen de la agencia ante el país, sino también redundar en beneficios económicos y operacionales. Y servicio al cliente no es cobrar las facturas. Servicio al cliente debe ser TODO lo que hace la AEE y las agencias de gobierno. La generación distribuida representa un ejemplo de esa visión amplia de servicio al cliente

cuando la AEE adopte y facilite ese modo de operación descentralizado. La generación distribuida representa una oportunidad importante para lograr alcanzar algún nivel de autosuficiencia energética para PR y llenar el potencial de uso de renovables en la Isla. Y citando de nuestra ponencia de julio de 2008, cita que todavía está vigente y a tiempo: “Es fundamental establecer nexos entre la AEE, otras agencias de gobierno, la industria, el comercio y la ciudadanía a través de los cuales pasemos de una relación adversarial a una colaborativa, que pasemos de la desconfianza mutua a un compromiso serio y duradero por el bien común, por el bienestar social, ambiental y económico de Puerto Rico.”

## Recomendaciones para el Reglamento de Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica

Hillmon P. Ladner, EIT

*Ponencia Presentada en las Vistas Públicas del 28 de abril de 2008 en Ponce, PR.*

El éxito de los programas de Generación Distribuida (GD) en E.U. y el resto del mundo se ha visto directamente afectado por la política pública adoptada por el gobierno y las grandes compañías de energía eléctrica. En lugares como Alemania, Japón y algunos estados de los E.U. se han implantado programas con gran éxito mientras en otros lugares como Gran Bretaña hemos visto un crecimiento más lento en esta práctica. El reglamento de interconexión es obviamente uno de los elementos vitales del éxito de los programas de generación distribuida. El IEEE 1547 fue creado como una guía general de los aspectos que deben tomarse en cuenta para tal práctica. Algunos dicen que ha fallado en ser lo suficientemente específico, sin embargo es difícil escribir un documento que se amolde a la situación individual de cada región. El IEEE 1547 es el punto de partida hacia un reglamento de interconexión más detallado que inspire seguridad tanto para los clientes como para la compañía a cargo del servicio de la región. Debemos apuntar a un reglamento que fomente la interconexión de pequeños generadores en vez de dificultar el proceso. Hay dos grandes puntos que se deben trabajar: 1) Los costos añadidos innecesariamente, y 2) La incertidumbre ante la falta de detalles. Con esto en mente he revisado el reglamento de interconexión propuesto, y resalto en esta ponencia algunos detalles que merecen atención:

1. No hay una sección que especifique el precio de venta de energía o servicios provistos por el GD del cliente a la AEE cuando este no se acoge al programa de medida neta de la ley #114. Tampoco existe un documento que se haya trabajado de manera paralela a este con el propósito de establecer tales tarifas. Ciertamente tenemos que reconocer que es necesario proveer toda la información necesaria para

- realizar un análisis económico antes de que podamos considerar que el cliente tiene la opción real de invertir en un GD. Y es de especial importancia la reglamentación escrita de la AEE que asegure la recuperación de la inversión para sus clientes. Este reglamento no es específico en este aspecto y lo deja a acuerdos futuros. No incluir esta información simplemente hace nula la efectividad de este documento para la interconexión de GD's que no aplicaran para la ley #114. En el caso de generadores despachables, la AEE debe publicar precios de compra de energía y además precios para otros servicios que puedan ser brindados por estos generadores (ej. reserva, compensación de carga). En el caso de generación intermitente se debe de publicar los precios de compra de energía.
2. El reglamento no especifica el precio del estudio suplementario ni los detalles exactos sobre lo que este debe incluir. En el caso del estudio suplementario se debe pre-determinar un sistema de tarifas donde se distinga claramente entre tamaño y aplicación del GD propuesto. Evidentemente un GD para una residencia no debe tener la misma complejidad de estudio que tiene un GD comercial, especialmente si es basado en un inversor (estos tienen menor aportación de corto circuito). El estudio suplementario debe de ser un procedimiento estandarizado que atienda las particularidades de cada tecnología. El reglamento debe incluir una descripción detallada de los estudios necesarios para las situaciones más comunes. Todo estudio debe incluir el sistema modelado antes y después de la instalación del GD para cada situación así como una descripción detallada de la interacción con el sistema y sus componentes. El cliente, asesorado por su proyectista, debe de tener la oportunidad de reclamar cualquier aspecto técnico de la evaluación y recibir un informe detallado de estos estudios en vez de solo una recomendación de mejora de la AEE y una factura. Debemos asegurarnos de que el sistema se encuentra en óptimas condiciones de operación antes de que se considere pasar factura a los clientes sobre mejoras que de otro modo no serian consideradas responsabilidad de estos. Y ciertamente tenemos que asegurarnos de que clientes pequeños no terminen pagando arreglos excesivos.
  3. Se debe reconsiderar los requisitos de los seguros de seguridad pública para hacer una distinción clara entre sistemas con diferentes tecnologías y tamaños. El mejor ejemplo para representar la necesidad de esta distinción seria un sistema residencial donde la interface a la red de distribución sea un inversor. En casos como estos tenemos una dualidad natural en los sistemas de protección ya que las unidades

tienen integradas las funciones de protección de “anti-islanding”, voltaje irregular, frecuencia irregular, sobre corriente, etc. Lo interesante de estos inversores es que se diseñan para operar como fuentes de corriente conectadas a la red. Los inversores necesitan una señal de voltaje de referencia para poder operar, así que su naturaleza evita que inyecten energía a la red mientras esta de-energizada y no tienen la capacidad de regular voltaje. Por lo tanto el único peligro que podría representar para la red sería una aportación de corto circuito en condiciones de falla. En la literatura disponible se hace referencia a una aportación del doble de su capacidad nominal por una duración de hasta medio ciclo (0.008 seg). Esta aportación está limitada por un circuito de protección interno diseñado para proteger los semiconductores del circuito de “switching”. La detección es muy rápida ya que estos circuitos operan a frecuencias mucho mayores que la frecuencia fundamental del sistema de distribución (60Hz). Como ejemplo podemos considerar un sistema fotovoltaico bajo el programa de medida neta. Una residencia promedio consume aproximadamente 800kWh mensuales. Para desplazar la demanda de tal residencia se necesitaría un sistema de entre 5 y 6kW de capacidad pico instalada (no necesariamente llega a operar a esta capacidad) cuya corriente nominal es comparable a la de una secadora de ropa. ¿Representa este sistema un riesgo de \$500,000 para la AEE?

Espero que estos comentarios sirvan para motivar un desarrollo más detallado de los requisitos de interconexión de la AEE. Incluyo algunas referencias que complementan mis argumentos.

## Referencias

- [1]. P. Komor, “Renewable Energy Policy”, iUniverse Inc., New York, 2004.
- [2]. T. Markvart ,L. Castañer, “Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications” Oxford:Elsevier Advanced Technology, 2003
- [3]. A. Greenwood, “Electrical Transients in Power Systems”, John Willianson, 1991
- [4]. G.E. Harper, “El ABC de la Calidad de la Energía Eléctrica”, Limusa, 2004
- [5]. NFPA 70-1999, National Electrical Code

- [6]. IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems, New York: IEEE, IEEE Std.1547-2003.
- [7]. C R Wall, Performance of Inverter Interface Distributed Generation, IEEE Paper, 2001
- [8]. IEEE Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic System, IEEE Std. 929-2000
- [9]. M E Baran, I El-Markaby , Fault Analysis on Distribution Feeders with Distributed Generations, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 20 #4, November 2005
- [10]. J. Wiles, "Photovoltaic Systems and the 2005 National Electrical Code: Suggested Practices", Sandia National Laboratories, 2006
- [11]. Manual de Patrones de Distribucion Soterrada, Autoridad de Energia Electrica,2002.
- [12]. T.S. Basso,R.D DeBlasio,"IEEE P1547-Series os Standards for Interconnection",IEEE, 2003
- [13]. Kroposki, B.; Basso, T.; DeBlasio, R,"Interconnection testing of distributed resources", Power Engineering Society General Meeting, 2004. IEEE, 6-10 June 2004 Page(s):1892 - 1897 Vol.2
- [14]. Grid-connected Photovoltaic Power Systems: Survey of Inverter and Related Protection Equipments, Task V,Report IEA PVPS T5-05: 2002
- [15]. PV System Installation and Grid-Interconnection Guidelines in Selected IEA countries, Task V, Report IEA PVPS T5-04:2001
- [16]. A. Girgis, S. Brahma," Effect of Distributed Generation on Protective Device Coordination in Distribution System", IEEE 2001

## **Comentarios al Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica publicado por la Autoridad de Energía Eléctrica**

Dr. Agustín A. Irizarry Rivera, Ph.D., P.E.

*Ponencia presentada en la Vista Pública del 28 de abril de 2008 en el salón VIP del Coliseo Pachín Vicéns en Ponce, Puerto Rico.*

Yo estoy muy decepcionado con este Reglamento. Me decepciona como la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) ha confeccionado un Reglamento de Interconexión que ignora los requisitos de la Ley de Medición Neta, Ley 114 de agosto de 2007, reclamando que este Reglamento de Interconexión nada tiene que ver con la Ley de Medición Neta. Podemos tener Interconexión sin Medición Neta pero no podemos tener Medición Neta sin Interconexión razonable. Me resulta imposible creer que los ingenieros de la AEE no entienden este concepto. Por lo tanto solo puedo concluir que ha sido adrede que este Reglamento ha sido diseñado para no viabilizar, para no propiciar, para no incentivar la conexión de generadores distribuidos renovables con el sistema de distribución eléctrica. Este reglamento es un gran obstáculo para la generación renovable y su desarrollo a través de Medición Neta. Una y otra vez en este Reglamento se hace a un lado toda referencia a una interconexión que viabilice Medición Neta y que por lo tanto cumpla con el espíritu de la Ley 114 de agosto de 2007.

Este Reglamento evidencia que necesitamos enmendar la Ley Orgánica de la AEE para que exista una entidad separada de la AEE, con presupuesto, recursos humanos y autoridad en ley para regular y auditar a la AEE. Una entidad que pueda exigirle a la AEE que adopte prácticas que permitan a los ciudadanos de nuestro País el mejor uso de las instalaciones eléctricas de las que somos dueños. La AEE solo administra nuestro sistema eléctrico, nuestra propiedad. Cada día me convengo más de que lo que es bueno para la AEE no es necesariamente bueno para Puerto Rico. En este Reglamento la AEE inserta requisitos, límites y reglas que en efecto son promulgaciones de política pública energética para Puerto Rico. Necesitamos una discusión seria y urgente, que permita enmendar la Ley

Orgánica de la AEE, para que NO sea la AEE quien siga decidiendo la política pública energética de Puerto Rico en base a lo que le conviene a la AEE.

Este reglamento necesita dividirse en dos partes o quizás en dos reglamentos. Una parte debe atender los casos donde la intención del que se interconecta es la venta para re-venta de energía eléctrica y una segunda parte para dos casos especiales (1) el que necesita interconexión en paralelo con la AEE para satisfacer parcialmente su consumo, sin deseo ni necesidad de inyectar a la AEE, y (2) el que desea vender a la AEE la energía sobrante de un sistema renovable de producción de energía bajo la Ley de Medición Neta. Esta distinción no es rara. Así se hace en otros lugares como por ejemplo California. (Vea California Interconnection Guidebook: A Guide to Interconnecting Customer-owned Electric Generation Equipment to the Electric Utility Distribution System Using California's Electric Rule 21). La Regla 21 solo aplica a interconexión de generación con el objetivo de suplementar el servicio eléctrico de un cliente. No aplica a la venta para re-venta y si establece requisitos sencillos para la interconexión de renovables.

El primer caso especial que menciono, el del cliente que necesita interconexión en paralelo con la AEE para satisfacer parcialmente su consumo, sin deseo ni necesidad de inyectar a la AEE, no se atiende con este Reglamento. Por lo tanto este reglamento es deficiente pues impide la generación distribuida en Campus Universitarios, edificios o cualquier instalación que se beneficiaría de producir electricidad usando fuentes renovables u otra fuente y de inyectar la misma al sistema de distribución interna del Campus Universitario o edificios atendiendo así, parcialmente, la demanda de electricidad de esa instalación. Es decir, no provee para una interconexión simple donde no hay exportación (por exportación me refiero a inyección al sistema de la AEE), o no hay la intención de exportación al sistema eléctrico de la AEE.

En el segundo caso especial, el caso de interconexión con la intención de acogerse a la Ley de Medición Neta el proceso de aprobación de interconexión debe ser separado y debe establecer, con absoluta claridad, que no se cobrará cuota alguna por solicitar el servicio, que no se requerirá estudio alguno, y que no se le facturará al solicitante por ninguna mejora en la que tenga que incurrir la AEE para acomodar dicha solicitud de interconexión. Esto debe ser así pues este es el espíritu de la Ley de Medición Neta.

Este reglamento pretende existir en un vacío, como si la Ley de Medición Neta no existiera. Este Reglamento finge un desconocimiento de que ya existe una manifestación del deseo de una política pública de incentivar y propiciar el uso de recursos renovables para la producción de electricidad. Ya existe en Puerto Rico legislación que está por encima de este

Reglamento. Para entender como este Reglamento no ha sido diseñado para propiciar el uso de generación renovable y distribuida examinemos la Figura 2 del Reglamento, figura que ilustra el Proceso de Revisión para Interconexión Simple, proceso supuestamente simple.

**Primer punto:** ¿Por qué la suma de la capacidad de generadores distribuidos conectados a un alimentador de distribución no puede excederse el 15% de la capacidad anual pico de ese alimentador de distribución? ¿Por qué no puede ser 25%? ¿Dónde está el estudio, el cómputo, el estimado preparado por ingenieros, que justifica este umbral? La AEE produce un Reglamento sin justificar los umbrales que requiere. Esto no permite escrutinio, ni opinión, ni revisión, de los ciudadanos dueños del sistema eléctrico que la AEE administra. Es decepcionante que no exista justificación técnica para este umbral de 15%.

**Segundo punto:** Los equipos a usarse los tiene que aprobar la AEE. ¿Cuáles son los criterios que la AEE usará para aprobar los equipos? Aparentemente no es suficiente que el equipo sea certificado siguiendo los estándares de IEEE y de UL. La AEE mantiene la potestad de de-certificar los equipos que certifican pruebas de un laboratorio reconocido. Además hace falta hacerle el trabajo a la AEE de crear una lista de equipos para que la AEE decida si los aprueba o no. No es suficiente la lista que producen los laboratorios reconocidos. Es decir, la AEE mantendrá una lista de los equipos aprobados por la AEE después de que nosotros le identifiquemos los equipos y le hagamos todo el trabajo de buscar los documentos que la AEE decida que hacen falta. Nuevamente la AEE es quien único sabe de energía eléctrica, de equipos, de todo. Nadie en Puerto Rico, nadie en este Planeta, puede objetar que no se apruebe un equipo pues el Reglamento simplemente dice que la que decide es la AEE y se acabó.

**Tercer punto:** ¿Por qué la capacidad del generador distribuido no puede exceder 20 kVA? La Ley de Medición Neta permite la interconexión, y no me equivoqué si dije interconexión pues no puede haber Medición Neta sin Interconexión, de generadores distribuidos renovables de hasta 25 kVA. ¿Por qué este reglamento pretende restringir la Ley?

**Cuarto punto:** ¿Por qué la capacidad del generador distribuido no puede exceder la capacidad del transformador? La Ley de Medición Neta establece que cuando un ciudadano lo desee podrá instalar en su hogar, y gozar de interconexión, de un generador distribuido renovables de hasta 25 kVA. ¿Qué pasa si el ciudadano está conectado a una línea cuyo transformador es menor del generador? La Ley no dice que pasa en este caso pero lo lógico es que la AEE cambie el transformador y que lo haga a su propio costo. De seguro la AEE

reclamará que no es justo que la AEE tenga que incurrir en el costo del cambio del transformador. A mi juicio esto no importa, que lo pague. Cuando la Legislatura aprobó el IVU nos costó a todos. Las opciones fueron pagar el IVU o salir del País. Los cambios en política pública los tiene que aceptar la AEE de la misma manera que los aceptan las demás Instituciones, públicas y privadas, y los ciudadanos.

**Quinto punto:** ¿Por qué la capacidad agregada de todos los generadores distribuidos no puede exceder el 1% de la carga máxima del sistema total? ¿Por qué la AEE decide en forma arbitraria cuanta electricidad renovable podemos generar en nuestros hogares? ¿Teme perder su negocio? ¿Cuáles intereses defiende la AEE en este caso? En estos meses en el RUM nos encontramos haciendo un estudio, auspiciado por la Administración de Asuntos de Energía, para estimar con restricciones realistas cuanta electricidad podemos producir usando cada recurso renovable de Puerto Rico. Estamos considerando: el sol (usando tecnología fotovoltaica y solar termal), el viento (en escala de parques grandes y de uso residencial y comercial pequeño), las olas del mar, celdas combustibles, la biomasa y otros. ¡Si descubrimos que los puertorriqueños podemos producir 30% o 40% de la electricidad que necesitamos usando fuentes renovables no lo podemos hacer pues la AEE ya decidió en su Reglamento de Interconexión que solo permitirá el desarrollo de estas tecnologías hasta un máximo de 1%!

**Sexto punto:** Al leer el Artículo F me parece que la F del artículo sale de la palabra inFernal. Algunos ejemplos de un proceso que lo que hace es obstaculizar la interconexión de sistemas renovables son:

1. “El fabricante, distribuidor o dueño del equipo tendrá la responsabilidad de someter los documentos y muestras requeridas por la Oficina de Especificaciones de la División de Distribución Eléctrica de la Autoridad que demuestren que el equipo cumple con los estándares antes mencionados.” La AEE mantendrá una lista de los equipos aprobados por la AEE después de que nosotros le identifiquemos los equipos y le hagamos todo el trabajo de buscar los documentos que la AEE decida que hacen falta.
2. Hay que hacer una prueba de corto circuito para determinar que “La suma de la contribución de corriente de corto circuito de todos los GD interconectados al alimentador, incluyendo el GD propuesto, no excederá el diez por ciento (10%) de la corriente máxima de corto circuito en el lado primario del alimentador.” El Reglamento no dice quien hace el estudio o quien paga por el estudio. Esto hay que

hacerlo siempre, para el primer generador distribuido que se conecte al sistema de distribución o para el último. Para un generador distribuido de 25 kVA o para uno de 170 W.

3. Hay que estar seguros de “El GD del Solicitante, en conjunto con los demás GD interconectados al alimentador, no causará que cualquier Equipo de Protección en el alimentador o Equipo de Interconexión de otro Cliente sobrepase el 85 por ciento (85%) de su capacidad de interrupción de corto circuito. Esto incluye, entre otros, los interruptores de la subestación, fusibles en el alimentador y Reconectores (*Reclosers*).” El Reglamento no dice quien hace el estudio o quien paga por el estudio. Esto hay que hacerlo siempre, para el primer generador distribuido que se conecte al sistema de distribución o para el último. Para un generador distribuido de 25 kVA o para uno de 170 W.
4. Hay que estar seguros de “Si el GD del Solicitante se conecta al lado secundario de un transformador de distribución con servicio 120/240 voltios que suple más de un cliente, el sistema no causará un desbalance en carga entre las salidas de 120 voltios en el transformador mayor que el 20 por ciento (20%) de la Capacidad del mismo.” El Reglamento no dice quien hace el estudio o quien paga por el estudio. Esto hay que hacerlo siempre, para el primer generador distribuido que se conecte al sistema de distribución o para el último. Para un generador distribuido de 25 kVA o para uno de 170 W. A propósito, ¿Cuál es el desbalance usual en los circuitos de distribución de la AEE?
5. Los requisitos de protección están pensados para generadores sincrónicos grandes. Carece de sentido el pensar que esto hace falta para instalar un sistema eólico o fotovoltaico, los más sencillos y más comunes, los que teníamos la esperanza de que este Reglamento de Interconexión propiciara. Los sistemas de generación distribuida poseen capacidad de desconexión y protección suficientes.
6. Con relación al medidor la AEE requiere medición de lujo, que le cumpla las expectativas y deseos de la AEE, a costo del cliente. Dice textualmente el Reglamento “La Autoridad podrá modificar dichos requisitos de acuerdo con las necesidades operacionales futuras de la empresa. La diferencia en costo entre el medidor existente y el de mayor capacidad, así como la labor de instalación serán con cargo al Cliente.” La Ley de Medición Neta es clara. El cliente instalará su

medidor y la AEE instalará el suyo. El de la AEE lo paga la AEE. ¿Por qué insiste la AEE en ignorar la Ley de Medición Neta?

7. El seguro que exige la AEE es lujoso y es excesivo. Es abusivo que los ciudadanos tengamos que pagar la cubierta de seguros normal de la AEE, cubierta que nos cobran como parte de los gastos de operación de la empresa y además tenemos que asegurar a la AEE cuando instalamos sistemas renovables. ¿Cuántas veces tenemos que asegurar a la AEE? Finalmente hace falta comentar como el tono general de este Reglamento es análogo a un embudo. Por ejemplo, cuando un abonado solicita interconexión y la AEE le responde si hace falta información adicional requerida o si el solicitante tiene que pagar un estudio “El Solicitante tendrá 30 días para aceptar el Estudio Suplementario con sus costos asociados y someter la información adicional solicitada. Si no cumple con lo requerido en la oración anterior en dicho término, se entenderá que el Solicitante retira la Solicitud de Evaluación.” Pero cuando es la AEE la que tiene que responder dentro de un término fijo entonces existe el Artículo I del Reglamento Artículo I. Esfuerzos Razonables La Autoridad realizará los esfuerzos razonables para cumplir con los términos de tiempo establecidos, a menos que haya un acuerdo entre las partes para cambiar los mismos. Si la Autoridad no puede cumplir con las fechas programadas debe notificarlo, explicar la razón para esto y proveer un tiempo estimado para completar el proceso. Por supuesto la AEE es quien decide por sí misma cuando hizo esfuerzo razonable y cuando no.

## Conclusiones

Este Reglamento requiere enmiendas mayores. Este reglamento es un obstáculo al uso de fuentes renovables de producir electricidad. En el mismo la AEE nuevamente promulga política pública energética tomando como punto de partida y como motivación la perpetuación de su forma actual. Este Reglamento es evidencia de que necesitamos enmendar la Ley Orgánica de la AEE para que para que NO sea la AEE quien siga decidiendo la política pública energética de Puerto Rico y para que exista una entidad separada de la AEE, con presupuesto, recursos humanos y autoridad en ley para regular y auditar a la AEE. Necesitamos un organismo regulador que exija la adopción de prácticas por la AEE que permitan a los ciudadanos de nuestro País el mejor uso de las instalaciones eléctricas de las que somos dueños. La AEE solo administra nuestra propiedad.

## Referencias

1. Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica publicado por la Autoridad de Energía Eléctrica.
2. Ley 114 de Medición Neta de agosto de 2007.
3. California Interconnection Guidebook: A Guide to Interconnecting Customer-owned Electric Generation Equipment to the Electric Utility Distribution System Using California's Electric Rule 21

## Ponencia acerca del Documento de la AEE *“Consideracion de los Estándares del EPACK 2005:Net Metering, Fuel Sources, Fossil Fuel Generation Efficiency”*

Dr. Efraín O’Neill Carrillo, PE

*Ponencia presentada en las vistas públicas del 24 de junio de 2008*

### Introducción

El Energy Policy Act (EPAcT) del 2005 es una legislación federal, amplia y comprensiva, que incluye no sólo las disposiciones que hoy nos traen a estas vistas públicas, sino también el uso de energía renovable, la conservación, la eficiencia energética, medidas para el área de Transportación, energía nuclear, incentivos, investigación y desarrollo. Los objetivos del EPAcT 2005 son mejorar el sistema eléctrico de EEUU, promover un ambiente más limpio, proveer liderato en conservación de energía, y reducir la dependencia de petróleo extranjero. Hay que resaltar esto, pues a pesar de que los estándares que se discuten hoy pueden verse como algo aislado, la intención del EPAcT 2005 es proveer un marco más amplio que la adopción o no de net metering, o diversificación o eficiencia en el uso de combustibles para generar energía eléctrica. Fragmentar el asunto energético atendiendo la medición neta sin mención al marco más amplio, no atenderlo de forma integral que incluya no sólo la demanda tal cual es sino también los patrones de uso de la energía, es no atender la totalidad y complejidad del dilema energético de PR. Al menos debe existir el reconocimiento de que esto va más allá de ser un asunto técnico y económico, aunque lamentablemente no haya los medios en PR de atenderlo de esa manera más amplia. ***La fragmentación del asunto energético es una de las principales causas por la que Puerto Rico no tiene un plan o política pública de energía efectiva, implementable, medible y evaluable, a todos los niveles de nuestra sociedad.***

El EPAcT 2005 establece que la autoridad regulatoria o cada compañía eléctrica noregulada como la AEE, viene obligada a considerar estos estándares. Y es importante resaltar la diferencia en el marco regulatorio de la mayoría de las compañías eléctricas en EEUU y la AEE. En la mayoría de los casos, existe una comisión encargada de velar por lo que es mejor para el consumidor, y las compañías eléctricas presentan su caso ante esa comisión, y los clientes presentan su caso ante esa comisión, y finalmente se llega a una decisión. Este marco regulatorio no es perfecto, y se desarrolla a partir de una realidad

distinta en los EEUU a la realidad en PR. Por esto mismo es que tenemos que ejercer cautela en la forma y manera en que evaluamos la aplicación de las disposiciones de esta y otras leyes en PR. No se cuenta en PR con algunos recursos y mecanismos vitales, ni se pueden hacer necesariamente las presunciones que se hacen para las compañías eléctricas en los EEUU. La AEE ha recibido en los pasados meses, muchos ataques por la situación energética actual y los altos costos de la energía eléctrica. Y ciertamente, la AEE dados los poderes conferidos por ley, tienen una responsabilidad histórica en lo que estamos viviendo. Sin embargo, la crisis que vivimos hoy se fue generando poco a poco, y ahora simplemente se manifiesta cuando la gota colmó el vaso, y el petróleo está a \$140 el barril. Pero desde la primera crisis de energía de los 70 había gente diciendo lo poco saludable que era para PR depender tanto de derivados del petróleo. Y nuestros gobernantes, ni las agencias, ni ningún otro grupo particular actuaron o fueron exitosos en ser proactivos para atender nuestra vulnerabilidad energética.

### Net metering

En la edición de mayo/junio de 2008 de la revista *Power and Energy* de la IEEE, se menciona que grandes inversiones serán necesarias para desarrollar y renovar la infraestructura eléctrica, y que la manera más eficiente de lograr esto es incorporando soluciones, tecnologías y arquitecturas de redes innovadoras. Los sistemas de potencia deben adaptarse a los cambios tecnológicos, mientras a la vez alcanzan los valores sociales y ambientales que desea la ciudadanía. A nivel de distribución, recomienda el artículo la integración de DG y fuentes renovables; la planificación y manejo de sistemas de distribución que apoyen el sistema de transmisión; y además el manejo local de energía por los usuarios a través de sistemas “smart metering” (la filosofía que la AEE optó por no adoptar luego de las vistas del año pasado). Termina diciendo que los sistemas de distribución se están transformando de redes pasivas a sistemas activos. Otro artículo por Driesen y Katiraei pone de manifiesto lo rezagados que estamos en PR en este tema. En la Tabla 1 del artículo presenta como practica “pasada” la planificación tradicional basada en generación centralizada, sin diferenciación de cargas, y la red como una parte pasiva del sistema. Como “presente” incluye planificación más descentralizada, que incluye DG, clasifica tipos de cargas y la red es semi-activa. Como futuro incluye el concepto de micro-redes, con una penetración mayor de recursos distribuidos y una red “inteligente” y activa. Se están considerando tecnologías que retan las estructuras tradicionales de sistemas de potencia, ¿hace sentido entonces que apliquemos los límites tradicionales y los métodos de

análisis tradicionales? ¿o hará falta un nuevo enfoque, una nueva visión para el sistema eléctrico de PR?

La ley otorga a la AEE poderes y deberes de custodiar esta vital infraestructura del pueblo de PR. DG constituye una innovación tecnológica, diferente al tradicional modo de operar sistemas de potencia, y una alternativa que debe mirarse con seriedad y usarse al máximo posible en el contexto aislado y altamente dependiente de combustibles extranjeros de PR. El análisis del EFACT 2005 pone de manifiesto la urgente necesidad en PR de un ente, diferente a la AEE, que evalúe y tome determinaciones en temas como éste, donde lo que le conviene al público en general no necesariamente es lo mejor para la AEE. Este es un ejemplo de la falta de sentido que tienen partes de la ley orgánica de la AEE ante las realidades presentes, locales y mundiales en sistemas de potencia. Esta realidad en el 2008 es muy diferente a la del 1941 cuando se creó la Autoridad de Fuentes Fluviales.

El esquema que se propone implementar en PR de net metering persigue por ejemplo, pasar la generación solar durante el día al sistema, y durante la noche usar la energía eléctrica del sistema. Este modo de operación puede aportar, si hubiese el porcentaje de penetración adecuado, a reducir la demanda durante el día además de ser una medida de apoderamiento de la ciudadanía. ***El net metering en esa etapa inicial de uso necesita de un sistema de potencia confiable, podría discutirse la necesidad de alguna tarifa especial, o cargas “interruptibles”, tarifas de tiempo de uso a nivel residencial, y compra de bloques de energía a nivel residencial para permitir una operación segura y un despacho económico apropiado en nuestro sistema. ¿Cuándo y de qué manera vamos a tener esa discusión como Pueblo, en lugar de recibir leyes y reglamentos de más arriba?***

Este tipo de discusión se tendría bajo un ente regulatorio como un “public utility commission”. ¿Hasta cuándo seguiremos limitados por paradigmas arcaicos en nuestro sistema de potencia? Debemos discutir ampliamente la viabilidad de dividir las funciones tarifarias/regulatorias de la operación y manejo del sistema eléctrico. Las compañías eléctricas en EEUU no sólo tienen un ente regulador que controlan sus tarifas, tienen, no bonistas, sino accionistas. Esto no implica que debamos vender la AEE, con lo que no estoy de acuerdo, sino que aún en un ambiente regulatorio donde se separe la cuestión tarifaria de la operación del sistema de potencia es posible y viable hacer negocios. ¿Cómo iniciar en PR una transición ordenada hacia otra estructura regulatoria que permita cumplir con los compromisos con los bonistas, pero a la vez ir repensando nuestro sistema eléctrico? Los avances tecnológicos pueden hacer obsoleta maquinaria o modos de operación por los cuales se tiene una deuda, surgiendo los “Stranded costos” o costos ocultos. En PR tenemos

la ventaja, sobre los estados de EEUU, que el sistema eléctrico sólo tiene un dueño: el Pueblo de PR. Así que como sociedad podemos decidir tomar o no una dirección tecnológica o un marco regulatorio diferente a la que llevamos actualmente, y aceptar o no los “stranded costs” asociados a tal decisión.

Hay entendimientos y reclamos de diversos sectores de la sociedad puertorriqueña de la necesidad de reformar nuestro sistema eléctrico para lograr integrar efectivamente las fuentes renovables, la generación distribuida, medición neta y otros esquemas distintos a la manera tradicional centralizada de operar nuestro sistema eléctrico. Para lograr esa reforma es necesaria una evaluación multi-sectorial de la estructura actual de la AEE y su ley orgánica y determinar si en efecto permiten el uso máximo posible de recursos y prácticas renovables en PR.

La AEE está facultada por ley a velar por la política pública energética de PR, mas sin embargo por diversas razones, la AEE genera política pública a través de las facultades que le concede su ley orgánica. La realidad energética que vive PR hoy día requiere que evaluemos si en efecto, las agencias que por ley o de facto velan o inciden en la política pública energética deben seguir teniendo el rol que han tenido hasta ahora, o si es necesaria una evaluación profunda que permita atemperar agencias y procesos a los retos energéticos locales, creados no sólo por asuntos locales, sino por la situación mundial. La estructura clásica de sistemas de potencia eléctrica ha sufrido grandes cambios en los sistemas de potencia a nivel mundial. Sin embargo, el modelo dominante sigue siendo el uso de combustibles fósiles, en plantas generadores grandes lejos de los lugares en que se usa la electricidad. Este modelo ha servido bien, pero las dificultades en muchos lugares del Mundo relacionadas a los combustibles fósiles hacen necesario que este modelo se complemente al nivel máximo posible, con estrategias y tecnologías de conservación, eficiencia y fuentes renovables.

Es vital integrar en lugar de fragmentar los asuntos que tienen que ver con energía eléctrica (ejemplo de fragmentación es el separar este reglamento de los asuntos más amplios de política pública y cómo se implanta en PR). Se hace mención a un reglamento de interconexión en el documento. Ya hay una ley aprobada de medición neta, que exige un reglamento a redactar por la AEE y la Administración de Asuntos de Energía. En el reglamento de interconexión recién evaluado en vistas públicas mencionaba que habría otro documento para atender net metering. Pero nuestra reserva es que tiene que haber relación entre uno y otro reglamento para que haya consistencia, y lo propuesto en el reglamento de interconexión no hace por ejemplo, diferencia entre unidades rotativas no

basadas en renovables, y unidades de menos de 25 kVA, que usan una interfaz de electrónica de potencia basadas en renovables. Tiene que darse preferencia en el reglamento al uso de renovables operando con un interfaz interconectable (“grid-connected”) que cumplan con el IEEE 1547. No hacerlo representa un obstáculo al tan necesario futuro sostenible para PR.

Un esfuerzo nacional de educación a la ciudadanía sobre su consumo eléctrico, conservación, eficiencia y uso de sistemas renovables es esencial para un futuro sostenible para PR. De otra forma, ***NO USAR al máximo posible la alternativa descentralizada de generación, y NO premiar la conservación y eficiencia eléctrica implica un perpetuo desangre de nuestra economía para llenar las arcas foráneas de multinacionales u otras organizaciones económicas al otro lado del mundo.*** Y es posible que para esto se requiera aumentar las tarifas básicas, cierto, pero también tendrá un efecto de reducir la partida de ajuste de combustible que en muchos casos es hasta mayor que la tarifa básica de los clientes. Y esto también puede requerir tarifas de cargas “interruptibles”, tarifas de tiempo de uso a nivel residencial, y compra de bloques de energía a nivel residencial para permitir una operación segura y un despacho económico apropiado en nuestro sistema. Vuelvo a preguntar, ¿Cuándo y de qué manera vamos a tener esa discusión como Pueblo, en lugar de recibir leyes y reglamentos de más arriba? La AEE puede ser piedra fundamental en nuestro camino a la sostenibilidad energética, o una muralla china, que dificulte el camino a ese deseado futuro sostenible para PR.

## Otros Estándares

En cuanto a los otros estándares de EPACT a considerar, no me sorprende la posición de la AEE al respecto, ya que es de todos conocida. Además, ciertamente “no se le pueden pedir peras al olmo.” La manera en que la AEE opera y otras compañías eléctricas operan, y las facultades que posee la AEE la hacen ser conservadora en cuanto a desviarse de la línea tradicional de operación de sistemas de potencia. Y esto incluye la diversificación de fuentes de energía. El compromiso de la AEE es brindar el servicio al menor costo posible, en armonía con el ambiente. Y dentro de las opciones que caen dentro de lo aceptable en la industria eléctrica, la AEE formula su respuesta a los requerimientos de eficiencia de sus máquinas y la diversificación de sus fuentes. La AEE, como usualmente busca la eficiencia dentro de los modelos tradicionales. Sin embargo deberíamos cambiar del modelo tarifario basado en “costo de servicio” usado por muchos años, a un modelo tarifario más a largo plazo que incluya mecanismo de compartir costos entre cliente y compañía. Esto sería lo

que haría falta para promover y apoyar de mejor manera la generación distribuida y una mayor diversificación de fuentes de energía en PR. (Boufourd 2007).

Por otro lado, se da mucho peso al costo económico tradicional en las decisiones tomadas, sin contemplar alternativas para cuantificar impacto social y ambiental como lo es el análisis de ciclo de vida (LCA en inglés). Este tipo de análisis provee un marco de referencia más amplio e inclusivo, y pone en perspectiva los costos reales, incluyendo costos sociales y ambientales de las alternativas. Ciertamente, bajo el esquema regulatorio actual, el peso de la prueba está del lado de los que proponemos medidas agresivas de conservación, eficiencia y uso de renovables para minimizar el uso de combustibles fósiles. Y en esa tarea tenemos la desventaja de no contar con un organismo que vele principalmente por los intereses de los clientes y que tenga alguna autoridad y fuerza de ley sobre la AEE.

Existe en EEUU y Puerto Rico la presunción de que hay una relación directa entre la producción y consumo de energía con el producto nacional bruto y el estado de la economía. Como consecuencia, se favorece la producción de energía a gran escala, a base de combustibles fósiles, integrada y centralizada. Se cree que este modelo continua hoy día generando economías de escala y mejores eficiencias que otras alternativas. Este “modelo dominante de energía” seguirá vigente mientras no se demuestre lo contrario. Mientras existió estabilidad energética (producción, consumo y precios) esta presunción parecía correcta. Los altos costos de la gasolina y la energía eléctrica ponen de manifiesto lo vulnerable que está PR al depender de este modelo de energía basado en combustibles fósiles. Y es importante, en la consideración de la estrategia de diversificación, considerar que carbón tiene ahora mismo tiene varias medidas congresionales para ponerle penalidades o límites, que pueden cambiar el análisis económico al considerarlo y compararlo con otras alternativas en PR.

Nuestra realidad en PR pone en conflicto a la AEE con la existencia de un plan masivo de conservación y eficiencia, que por ejemplo, logre un 30% de reducción en la demanda total residencial en PR. O un plan que logre un 30% de clientes con net metering. La estructura tarifaria y regulatoria actual impide desvíos demasiado grandes de la manera tradicional de manejar nuestro sistema eléctrico. Pero, ¿Cuál es el beneficio para PR de operar de esta manera? ¿Cuál es el beneficio ambiental y social? ¿Hasta donde podemos innovar en nuestro sistema eléctrico y hacer de la AEE una agencia viable económica y socialmente? La pregunta entonces no es si adoptamos net metering, o interconexión, o aun reconsiderar “smart metering” La pregunta es ¿Cómo estamos pensando, diseñando,

operando, manejando y manteniendo nuestros sistemas de distribución de manera que se aprovechen las innovaciones tecnológicas que surjan y que esa infraestructura rinda el máximo beneficio social, económico y ambiental para tod@s los puertorriqueñ@s?

## Comentarios Finales

La formulación de una política pública energética integrada e integradora toma tiempo, y lamentablemente el tiempo puede ser mayor al ciclo político en PR. Luego el tiempo para ver los resultados puede ser aún mayor. Y no es para sorpresa de nadie este requerimiento de tiempo, si desde la primera crisis energética de los 70 no se tomaron las medidas necesarias, cuando tuvimos más de 30 años para actuar y no actuamos, no podemos ahora esperar en 4 años resolver nuestros problemas energéticos. Pero, tenemos que comenzar en algún lugar.

Existe una necesidad urgente de que generemos e implantemos, en Puerto Rico una política pública energética, inclusiva y amplia, y con organizaciones o entes con la capacidad y recursos para evaluarla y mejorarla periódicamente, y los mecanismos para penalizar al que no la cumpla. Y es importante recalcar que el proceso de política pública es más abarcador que la redacción y aprobación de leyes, e incluye el debate público y establecimiento de la agenda, la definición del asunto, formulación, adopción, implantación, y evaluación de política pública. Se deben generar mecanismos para que la ciudadanía y diversos sectores tengan participación efectiva en ese proceso de política pública energética. La solución sostenible a nuestro dilema energético NO es simplemente generar más energía a menor precio, ni siquiera generar con energía renovable. Debemos reenfocar a generar lo menos posible, con el menor impacto ambiental y social posible, y usar la energía lo más eficientemente posible. En el futuro debemos considerar la posibilidad de tener más generación distribuida, y realmente repensar los sistemas de distribución, como está sucediendo en Europa, donde hay países con sobre 20% y Dinamarca casi 40% de penetración (Djapic 2007). El concepto de micro-redes se propone seriamente para lograr sistemas más activos. Esto es tan serio que la IEEE ya está considerando el estándar IEEE P1547.4, Draft Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems para sistemas de potencia.

Es importante señalar que cualquier futuro energético para PR tiene que contar con una infraestructura eléctrica confiable, y con el peritaje y recursos humanos que existen en la AEE. Pero tanto la estructura como el enfoque hacia el sistema eléctrico de la AEE deben evaluarse. Por ejemplo, la pregunta y enfoque NO es cómo yo integro o cambio o hasta

limito estas nuevas tecnologías y prácticas renovables al sistema eléctrico, sino como yo cambio y diseño y opero el sistema eléctrico para permitir el uso máximo de los recursos renovables. Los sistemas de potencia eléctrica han cambiado, se habla de micro-redes, redes inteligentes, vehículos “plug-in” que pueden cargarse con el sistema eléctrico y servir de generador a nivel de distribución, entre otros. Estos cambios presentan importantes oportunidades que viabilizan las reformas en el sistema eléctrico de PR, pero cuya discusión, si ha ocurrido, ha ocurrido dentro de la AEE con poca o ninguna participación de la ciudadanía.

Nos ha llegado el momento en Puerto Rico de revisar la manera en que hemos manejado y estamos manejando nuestras estrategias energéticas, y tenemos la oportunidad de iniciar esta evaluación de una manera que considere la totalidad y complejidad económica, ambiental y social del asunto. La AEE no tiene que esperar a que se enmiende su ley orgánica para actuar en esta dirección. Sus dirigentes y empleados pueden y deben jugar un rol central en la evaluación y redefinición de esta agencia, para hacerla más relevante a los retos económicos, sociales y ambientales del Puerto Rico del siglo XXI. La Universidad de PR, la universidad pública de tod@s los puertorriqueñ@s, se presenta como una posibilidad para generar un diálogo inclusivo y multi-sectorial, tal como sucedió en Hawaii con su universidad y la creación del “Hawaii Energy Policy Forum”. El grupo de potencia de la UPR-Mayagüez, el Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS) y otros recursos de la UPR están en la disposición de colaborar en esta gesta histórica y de futuro para PR.

## Referencias

**James D. Bouford, Cheryl A. Warren, "Many States of Distribution," *IEEE Power & Energy Magazine*, July/August 2007, pp. 24-32.**

**Predrag Djapic, Charlotte Ramsay, Danny Pudjianto, Goran Strbac, Joseph Mutale, Nick Jenkins, Ron Allan, "Taking an Active Approach," *IEEE Power & Energy Magazine*, July/August 2007, pp. 68-77.**

**Nikos Hatziargyriou, "Microgrids: The key to unlock distributed energy resources," *IEEE Power & Energy Magazine*, May/June 2008, pp. 26-29.**

Nikos Hatziargyriou, Hiroshi Asano, Reza Iravani, and Chris Marnay, "Microgrids," *IEEE Power & Energy Magazine*, July/August 2007, pp. 78-94.

IEEE P1547.4, Draft Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems, 2008.

S.S. (Mani) Venkata, Hugh Rudnick "Distribution Systems: Their past, present, and future," *IEEE Power & Energy Magazine*, July/August 2007, 16-22.

Johan Driesen, Farid Katiraei, "Design for Distributed Energy Resources," *IEEE Power & Energy Magazine*, May/June 2008, pp. 30-39

## Comentarios acerca del Reglamento para Establecer el Programa de Medición Neta

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE

*Ponencia presentada en las vistas publicas del 28 de julio de 2008*

La ley 114 establece en su Artículo 4 que “La Autoridad de Energía Eléctrica no podrá, mediante reglamento o por cualquier otro medio, disponer requerimientos adicionales a lo dispuesto en el Artículo 2 de esta Ley. Tampoco podrá cobrar un cargo adicional o aumentar su tarifa mensual de consumo de energía eléctrica al cliente que opte por conectar su equipo solar eléctrico, molino de viento u otra fuente de energía renovable al sistema de transmisión y distribución de esta corporación pública.” Sin embargo, el reglamento propuesto de medición neta, a través de su artículo Artículo B. Leyes, Reglamentos, Códigos y Estándares Aplicables abre las puertas a requerimientos y cargos adicionales al establecer que “Las disposiciones de este Reglamento se complementan con las de otras leyes, reglamentos, normas y patrones en vigor, adoptados por la Autoridad.”

Por ejemplo, en el reglamento de interconexión con el que se debe cumplir para lograr tener medición neta se requiere un seguro no contemplado en la ley 114 que representa un cargo adicional explícitamente prohibido en la ley. La ley 114 en su Artículo 6 establece un relevo de responsabilidad “La Autoridad de Energía Eléctrica no será responsable directa o indirectamente por permitir que equipos solares eléctricos, molinos de viento, u otra fuente de energía renovable se conecten o continúen conectados a su sistema de transmisión y distribución, o por los actos u omisiones del cliente retroalimentante que causen daños o pérdidas, incluyendo muerte, a cualquier tercero” por lo que imponer como una obligación y requisito un seguro para medición neta es innecesario desde el punto de vista de la AEE. Esto debe ser algo voluntario que cada solicitante debe decidir luego de dársele la información sobre su responsabilidad.

Otro ejemplo de cómo el reglamento de medición neta, a través del requerimiento de cumplimiento con el reglamento de interconexión, es contrario a la ley 114 lo es el requerimiento de un contador con funciones múltiples como capacidad de grabar información por 60 días, lectura remota, entre otras. La ley 114 en su Artículo 3 establece que “La instalación del contador de medición neta que mide el flujo de electricidad en dos direcciones y la conexión al sistema de transmisión y distribución de la Autoridad de Energía

Eléctrica será por cuenta del cliente y deberá ser realizado por un perito electricista.” El **único** requerimiento de la ley en cuanto al contador es la medida bidireccional, y es razonable que el cliente asuma el costo de esa funcionalidad. Funcionalidades adicionales añaden un costo innecesario y por encima de lo que la ley estipula y permite hacia el cliente. Funcionalidades más allá de lo requerido por la ley 114 deben ser responsabilidad de la AEE.

El reglamento de interconexión establece un tope de 1% que limita en lugar de incentivar el desarrollo de fuentes renovables en Puerto Rico. Esto va en contra del espíritu de la ley 114 y además atrasa la transición hacia un sistema híbrido, donde la generación descentralizada tenga una mayor participación y sea incluida en los procesos de planificación y operación de la AEE. La ley 114 en su Artículo 2 h) establece que “...toda instalación deberá, si así aplicara por la naturaleza de los equipos, incorporar medidas de control y mitigación de emisiones y ruidos y en su operación deberá cumplir con las leyes y reglamentos ambientales y de zonificación y uso vigentes para el lugar de ubicación; cuando no existiere una reglamentación a tales efectos para algún tipo de equipo o localidad, deberá atenderse en el reglamento creado al amparo de esta Ley.”

El reglamento hace referencia a reglamentos aplicables por ejemplo, de ARPE, sin embargo la instalación de sistemas fotovoltaicos no se atiende de manera clara. Recomendamos no imponer ninguna reglamentación adicional, y hacer explícito que en términos de zonificación, los sistemas fotovoltaicos instalados en techos de residencias no tienen que cumplir con ninguna reglamentación salvo aquella que pueda aplicar por ejemplo a calentadores solares. Los sistemas fotovoltaicos son los que más potencial de aplicación pudieran tener a nivel residencial pequeño, y este tipo de aclaración busca facilitar la instalación de los mismos. Hacemos énfasis en la necesidad de hacer una diferencia entre unidades rotativas no basadas en renovables, y unidades de menos de 25 kVA, que usan una interfaz de electrónica de potencia basadas en renovables. Tiene que darse preferencia, facilitar e incentivar en el reglamento el uso de renovables operando con un interfaz interconectable (“grid-connected”) que cumplan con el IEEE 1547. No hacerlo representa un obstáculo al tan necesario futuro sostenible para PR.

Es importante resaltar que el propuesto reglamento de medición neta, contrario a lo presentado en la ponencia de la AEE en las vistas de abril de 2008 y al lenguaje en los artículos A.2.a. y F.2 del reglamento de interconexión, presenta la relación directa entre medición neta e interconexión. El lenguaje tanto en la ponencia como en el reglamento de

interconexión pueden dar lugar a confusión en los términos y no representar la realidad de que sin interconexión no puede haber medición neta.

Finalmente, como apéndices se incluyen las ponencias del 28 de abril de 2008 y 24 de junio de 2008 acerca del *Reglamento para la Interconexión de Generadores con el Sistema de Distribución Eléctrica*, y del Documento de la AEE “*Consideración de los Estándares del EPACT 2005: Net Metering, Fuel Sources, Fossil Fuel Generation Efficiency*” En estas ponencias se han marcado y subrayado las partes específicas relevantes al reglamento propuesto de medición neta y que volvemos a insistir deben ser atendidas en este reglamento y otros aplicables. Se incluyen además estos apéndices para enfatizar la necesidad de unir en el análisis del reglamento de medición neta el esfuerzo hacia el cumplimiento con el EAct 2005, y de paso ejemplificar la necesidad de no fragmentar la discusión más amplia de los asuntos contemporáneos de energía eléctrica.

## Energía Eléctrica Renovable para Puerto Rico

Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE

La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) anunció que más de un 20% de la energía eléctrica en PR pudiera generarse de fuentes renovables para el 2015 (Caribbean Business, Julio 17, 2008). El precio del petróleo, nuevos mecanismos de financiamiento y tecnologías se citan como las razones para el cambio al plan de diversificación de la AEE que hasta hace poco se basaba mayormente en combustibles fósiles. Estos son excelentes cambios aunque tardíos, diversos sectores de la sociedad puertorriqueña han propuesto por años la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. Es vital preguntarnos si la nueva estrategia de diversificación se mantendrá aun cuando el precio del petróleo y sus derivados se redujera. Esto sucedió en crisis energéticas anteriores: Se comenzaron planes, estrategias, estudios que quedaron sin implantarse o se abandonaron luego que los precios del crudo volvieron a niveles “razonables”. Y es que lamentablemente en la Isla casi todo se mide en términos de dinero y a corto plazo (usualmente dentro del ciclo electoral de cada cuatro años).

Estas estrategias se presentan dentro de una operación jerárquica de nuestro sistema eléctrico. Este modelo dominante de energía eléctrica basado en generación centralizada ha existido a nivel mundial por más de 100 años, y en PR ha generado economías de escala con el uso de combustibles fósiles. Sin embargo, es importante repensar la estructura clásica del sistema eléctrico a través de fomentar y apoyar una generación distribuida (cerca de los usuarios) y participación de los clientes en las decisiones de energía. Esas estrategias fomentan un mayor uso de energía renovable a nivel de los consumidores, haciéndolos partícipes del futuro energético de PR en lugar de ser actores pasivos. Cualquier alternativa al modelo central tendrá oposición, y será el trabajo de los proponentes probar su viabilidad económica, ambiental y social.

En el camino a un mayor uso de fuentes de energía renovable es vital considerar como primer paso estrategias y recursos para reducir el consumo de energía eléctrica a todos los niveles y para aumentar la eficiencia energética. Y también entender que no es lo mismo un recurso renovable o verde que uno sostenible. Bajo la sostenibilidad, se consideran no sólo

los aspectos técnicos y económicos, sino también las dimensiones sociales y ambientales de cada alternativa. Además, tenemos que comenzar a cuantificar en el análisis económico presente, el beneficio a las futuras generaciones de las decisiones de hoy que requieran una inversión de capital no recuperable a corto plazo. Es importante señalar que ya le estamos dejando a las generaciones futuras la deuda por mantener nuestro sistema eléctrico actual, por qué no dejarles un legado positivo a través de la sostenibilidad energética y una menor dependencia de combustibles fósiles.

La estructura regulatoria en PR es otro gran reto para lograr un máximo uso de energía renovable y sostenible. Por razones históricas la Ley Orgánica de la AEE le da amplios poderes sobre todo lo relacionado a la energía eléctrica en PR. Dadas las condiciones actuales en PR y el mundo, es importante evaluar si beneficia al país mantener todos esos poderes en la AEE o si es necesaria una nueva estructura regulatoria para la energía eléctrica en PR.

Tenemos que ser proactivos, en lugar de ser reactivos a factores exógenos como el precio y el suministro de combustibles fósiles. Y en ese proceso entender que las decisiones acerca de nuestro futuro energético son complejas y se realizan bajo condiciones de incertidumbre. Sin embargo, no es necesario predecir el futuro, sino generar estrategias sostenibles y habilitadoras de ese futuro, independientes de consideraciones político-partidistas, que permitan modificarse a medida que algunas incertidumbres vayan aclarándose. Finalmente, es fundamental establecer nexos entre la AEE, otras agencias de gobierno, la industria, el comercio y la ciudadanía a través de los cuales pasemos de una relación adversarial a una colaborativa, que pasemos de la desconfianza mutua a un compromiso serio y duradero por el bien común, por el bienestar social, ambiental y económico de Puerto Rico.

## **Sustainable Energy:** *Balancing the Economic, Environmental and Social Dimensions of Energy*

Dr. Efraín O'Neill-Carrillo, Dr. Agustín A. Irizarry-Rivera, Dr. José A. Colucci-Ríos, Dra. Marla Pérez-Lugo, Dr. Cecilio Ortiz-García

*Article published in the Conference Proceedings of Energy 2030: IEEE Conference on Global Sustainable Energy Infrastructure, November 2008, Atlanta, GA.*

**Abstract** – Many of the problems the World faces are managed from a mostly technical or economical perspective, even though problems also have social and environmental dimensions and could be better managed with a more integrative, global perspective. A common trait of these global issues is their interdisciplinary nature, which makes them complex problems difficult to address from one particular discipline. Energy is an example of a global, interdisciplinary problem which is usually approached from a narrow technical or economical perspective. This paper will approach the energy dilemma from the broader perspective of sustainability, striving to achieve a balance among the economic, environmental and social dimensions of energy. Such a balance can benefit the energy policy process by providing a framework that accounts for many of the interests involved in developing future energy directions and policies.

*Index Terms*— Sustainable energy, energy policy, externalities of energy.

### **Energy Policy in the United States**

U.S. domestic energy policy from the late 19th century to the early 1990's presents a direct link between the level of energy production and the gross national product (GNP). Since GNP is assumed directly proportional to general society welfare, energy production and consumption is related to the welfare of society and the economy. U.S. energy policy has favored large-scale, high-technology, capital intensive, integrated and centralized energy producers which rely on fossil fuels. This policy, developed over the last 100 years, served the USA well, providing long periods of reliable energy at relatively low prices.

Changes to this way of dealing with energy policy will face great obstacles. Policymakers continue to support this model since they feel it can continue generating economies of scale, and greater efficiencies. This belief will persist until evidence of viable alternative models are presented and convince policymakers [1].

The electric industry regulatory framework had its first major legislation in 1935 with the Public Utility Holding Company Act (PUHCA). This law gave the Securities Exchange Commission (SEC) the authority to break the large monopolies in the electricity and gas industries, and to regulate the finances of the reorganized industry to avoid new monopolies. It also restricted ownership across state borders. Also in 1935, the Federal Power Act (FPA) established a federal mechanism for interstate electricity regulation under the Commerce Act of the US Constitution that eventually evolved into what today is known as the Federal Energy Regulatory Commission (FERC). For the next forty years, the electric power industry evolved into public utility companies that operated as regional monopolies that were regulated at the state and federal levels (if the utility engaged in interstate commerce of electricity). It was the belief that electric power generation was a natural monopoly, thus it was better for the public to have one company that own all segments of the electric power sector in a given territory [2]. During this period the state regulatory framework also evolved through public service or public utility commissions. Their duties were and still are to assign territory to state utilities through certificates of public convenience and necessity, set service standards and enforce the duty to serve, regulate rates and ensure they are just and reasonable, approve spending and control abandonment.

The oil crisis of the seventies brought about landmark legislation in the form of Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA) of 1978 to reduce U.S. use of foreign fossil fuels, increase energy efficiency and conservation. PURPA encouraged the use of renewable energy for electricity production, and promoted the diversification of generation technologies. PURPA also fostered the growth in nonutility generators and independent power producers (IPP) by requiring utilities to buy power generated by small power producers, or from co-generating facilities, at the utility's avoided cost (cost of generating utility power). PURPA did not grant direct access to IPP to utilities' transmission lines. However PURPA laid the groundwork for deregulation and competition by opening wholesale power markets to nonutility producers of electricity. It demonstrated electricity generation was not a natural monopoly. Although not without critics, PURPA is still in effect, with supporters arguing that it is irresponsible to think of energy crises as too infrequent to plan for.

The Energy Policy Act (EPAcT) of 1992 encouraged states to open access of transmission lines for sales by private generators (known as wheeling). EPAcT 92 promoted growth in nonutility generators by exempting them from regulatory constraints of the PUHCA. It also promoted greater competition in the bulk power market (e.g., interstate commerce of electric power), and clarified and extended FERC's wheeling authority. It also encouraged the use of distributed generation (DG), generators operating at lower voltage levels closer to the points of use of electricity that are smaller than traditional fossil-fuel generators . However, it was left to individual states how DG was to be allowed in each state. This created different electric power grid interconnection rules and standards across the U.S.

In line with the EPAcT 92 discussion, the Federal Energy Regulatory Commission (FERC) established Orders 888 & 889 to comply with EPAcT. FERC regulates and oversees energy industries in the economic and environmental interest of the American public. It is an independent agency that regulates the interstate transmission of natural gas, oil, and electricity. FERC also regulates natural gas and hydropower projects [1].

Orders 888 and 889 provide clear rules for how the EPAcT 92 mandates are to be implemented. For example, in order to have Open Access to transmission lines (Wheeling), utilities are required to divest their generation and transmission assets from other services to avoid unfair operation of power markets. The orders encourage the use of non-profit Independent System Operators (ISOs) with the only objective to operate the system to ensure reliability. Regional Transmission Organizations (RTO) the for-profit version of ISOs are also allowed. The orders also mandated the creation of Open Access Same-Time Information Systems (OASIS) to make information available to all customers avoiding unfair denial of access to the utility owned transmission lines [2].

In 2005 Congress passed a new Energy Policy Act (EPAcT). The EPAcT of 2005 reinforced federal programs on energy efficiency and renewable energy. For example, at the federal level EPAcT 2005 mandates a 20% energy reduction in federal buildings, and that 7.5% of energy used be from renewable sources by 2013. It also states that utilities and public service commission (or their equivalent public utility commissions) had to consider important operating modes different from the dominant energy model: Interconnection of DG, and net metering (the sale of power by private producers at the same rate that utilities sale power to clients).

The evolution on electric energy policy in the U.S. seems to indicate that U.S. policymakers are being convinced of viable alternatives to the dominant energy model. The

introduction of EAct 2005 defines the law as a “comprehensive energy policy that will promote conservation, reduce our growing dependence on unstable Middle Eastern oil, improve our economy and create new jobs.” The dominant energy model needs to be complemented with an alternative scenario in which renewable energy sources, conservation and energy efficiency strategies and technologies are used to the maximum extent possible. The challenge for policymakers is to develop market based regulations that incorporate environmental and social costs in energy prices [1]. In our view, not internalizing the so-called externalities results in short-term economic gain at the expense of environmental degradation and long term economic loss. Sustainability presents a framework, not only of considering environmental and social “externalities” but to include them as integral parts in the energy decision making process.

## Sustainability

It is important to emphasize that the transition from the dominant energy model to a more decentralized model should not be viewed as a mostly technological matter. Focusing only on technological fixes for our energy problems has historically proved to be a wrong strategy. The authors firmly believe that the world’s complex problems require a more holistic approach that integrates the expertise and will of many diverse fields and individuals. In fact, history provides numerous examples in which the technological approach has yielded grave unintended consequences. Sustainability presents a holistic approach to integrate not only the technological dimension, usually tied up with economic considerations, but also the environmental as well as the social dimensions of development, energy in our present discussion. The sustainability concept evolved from ideas on human impact on the environment and the welfare of people, one of the first international forums on the subject was the Stockholm Conference on Human Environment in 1972 [3]. There are many definitions of sustainability or sustainable development. In fact, there is literature comparing the various stances on sustainability, classifying definitions in terms of weak, strong or normative sustainability (for an example comparing Solow, Holling, Leopold, Pearce and Barbier see Chapter 8 of Norton’s *Sustainability* [4]). There are also various indicators of sustainability such as the ones from the World Bank, the European Union, and UN [5]. Perhaps one the best -known definitions of sustainable development is from Our Common Future and deals with how we use resources today in a way that does not compromise the ability of future generations to meet their needs [6]. Wider exposure was given to sustainable development in the 1992 UN Earth Summit in Rio de Janeiro. Besides

conflicting definitions, there are opposing views to sustainability, for example how can we determine the most important interests that future generations will have [7].

Regardless of particular positions on what is sustainability, a sustainable future will require sustainable energy sources and practices. A reference point that will be used in this work is that sustainable energy integrates the economic, social and environmental dimensions of energy issues in decision making. Furthermore, an energy ethics, a moral obligation to deal with the energy problems, should be at the center of that decision making process. Figure 1 illustrates this idea that has also been proposed by others [3].

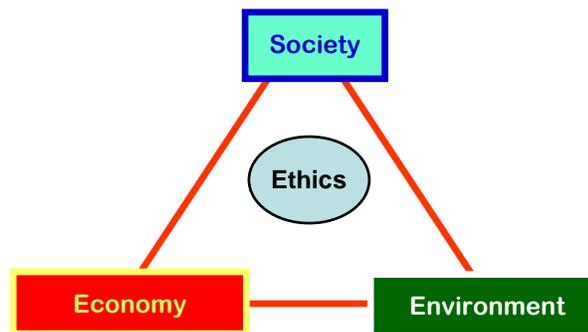


Figure 1: Sustainability Triangle and Ethics

Two common approaches used to integrate economic, environmental and social aspects in decision making are Life Cycle Analysis (LCA) and the Internalization of Externalities. LCA is a process to evaluate the environmental burdens associated with an activity by identifying and quantifying energy and material usage and environmental releases, to assess the impact of those energy and material uses and releases on the environment, and to evaluate and implement opportunities to effect environmental improvements [8]. On the other hand external costs are defined as those actually incurred in relation to health and the environment and quantifiable but not built into the cost of a product or service to the consumer, but borne by society at large [9-11]. Example results of these methodologies are provided in the tables 1-2. Notice that both LCA and external costs provide a better estimate of the impact of these technologies to society. These methods strive to correct market failures that ignore these environmental and social costs in traditional economic analysis. This is not a trivial process, but it is necessary to get a more leveled playing field when comparing alternatives on current energy practices and technologies.

Generation type	SO <sub>2</sub> (g/MWH)	NO <sub>x</sub> (g/MWH)	Particulates (g/MWH)	CO <sub>2</sub> (g/MWH)
<b>Nuclear</b>	32	70	7	<b>19,700</b>
<b>Coal</b>	326	560	182	815,000
<b>Gas</b>	3	277	18	362,000
<b>Oil</b>	1,611	985	67	935,000
<b>Wind</b>	15	20	4.6	6,460
<b>PV (Residential)</b>	104	99	6.1	<b>53,300</b>

Table 1: LCA Emission Estimates for Electricity Generation [12]

### Struggling for Sustainability in a Fossil-Fuel Dependent Society

Puerto Rico is an island with an area of about 3,500 square miles. It has been a territory of the U.S. since 1898. Its population is 3.8 million, it has 3,015,227 vehicles (among the largest in the world per capita), and Puerto Rican's Emissions per capita are 230% that of the average per capita of the Rest of the World, and 333% that of Latin America [13]. The Island is 99% dependent on fossil fuels for transportation and electricity, but there are no fossil fuels in PR. Figure 2 shows the fuel distribution for the electric power sector. The Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) is a self-regulated, public corporation that is the only utility in the Island. Puerto Rico has two co-generators under PURPA, EcoElectrica (uses Natural Gas), and AES (uses coal). The Island's has an inefficient and irresponsible energy use, and the demand increased dramatically in the 90s. The social, environmental and economic costs of current energy sources and practices are too high. The Environmental Protection Agency has fined heavily our local electric utility for emissions. Industrial and commercial representatives have long voiced their concerns about high operating costs in the Island. Health problems related to pollution are commonplace, especially in vulnerable communities. Construction and urban development are pillars of the local economy, fostering urban planning disorder.

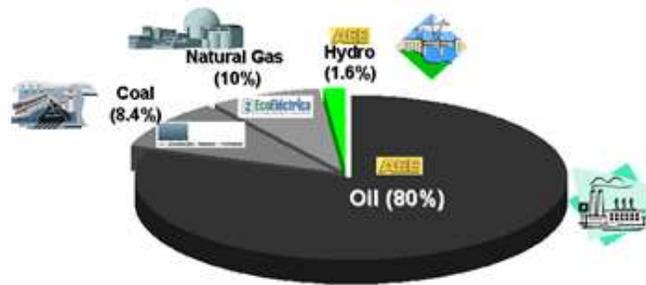


Figure 2: Fuel Distribution in the Power Generation Industry

Laws that encourage the conservation of natural resources are ineffective insofar the legal framework is disconnected from the reality with regard to energy and economic development strategies. For example: “The sustainable development strategy of Puerto Rico must recognize the need for a new vision that considers the environment and natural resources, in particular with regards to land and water use, transportation, energy production, waste management and coastal zone management. We must support our economic development but in a sustainable way, so that its cost does not involve an excessive degradation and destruction of the environment and natural resources or social injustice” this is part of Puerto Rico’s Sustainable Development Law #267, September 10, 2004.

Under the scenario described above, there is an urgent need for a social and technological transition to a new culture of social and environmental justice, based on sustainable practices and technologies. Solutions being sought and implemented are mostly economic, and in many times short term in nature. For years the cost of electric energy has been identified as a major obstacle for doing business in the Island. Yet, long-term changes in the electricity cost have not occurred in Puerto Rico. The recent government effort towards supporting biosciences, and the investments of major biotechnology companies in Puerto Rico, stress the need to provide a business environment where the fixed operating costs are diminished as much as possible. Furthermore, other economies are also investing in attracting these same biosciences companies to their countries. Businesses will go wherever the investment environment is more opportune.

However, the electricity needed by Puerto Rico’s businesses, citizens, and visitors comes at a premium cost [14]. Puerto Rico’s average electricity cost per kWh is the highest in the United States. The average cost per kWh in the United States was \$0.0814 during the year 2005. In Puerto Rico the average cost per kWh was \$0.1691 more than twice the U.S.

average (see Table 2). In 2008, electricity reached \$0.30/kWh for residential consumers during the summer.

Sector	Puerto Rico	United States
Residential	16.57	9.45
Commercial	17.94	8.67
Industrial	14.64	5.75
Average	16.91	8.14

**Table 2: Average retail sales price by sector in 2005 of electricity in the United States vs. Puerto Rico (in ¢/kWh)**

The increase in electricity price is directly related to our dependence in foreign oil to produce electricity. Contrary to the United States where only 3% of the electricity is generated from oil in Puerto Rico we depend on oil for around 80% of our electricity production. In the near future, especially in an island-environment like Puerto Rico's, the traditional view of equating energy use to economic development is not sustainable. A new perspective on energy use at all levels, and its relationship to economic development must be established. On the other hand, the fuel diversification strategy for the electric industry of equal division among coal, gas and oil perpetuates this dependence on external sources of energy. Alternatives that create local jobs and keep the money in Puerto Rico need to be sought. The electric utility recently announced plans to reach up to 20% of renewable energy production. However, which are the realistic goals for those energy alternatives and how to begin a transition to some of those alternatives represent a complex problem.

There are substantial benefits from increased use of renewable energy resources. Among the benefits those cited most frequently in the literature are:

- Reduced cost of fuel for electricity;
- Reduced reliance on imported oil supplies and exposure to the volatile prices of the world oil market;
- Risk management by diversifying the portfolio of electricity generation options;
- Job creation and economic benefits; and
- Environmental benefits.

However, this call for reducing fossil-fuel dependence is not new. "A general broad consensus is needed in Puerto Rico so that plans and actions for oil substitution alternatives on a large scale may be implemented as soon as possible. Plans to implement alternative energy sources should be translated into action promptly. If not, in a few years our people will suffer from our present inaction. Oil is vanishing steadily and continues to be a very

politically unstable energy source. Puerto Rico cannot afford to wait or relax until tomorrow. Prudence and economics dictate that we move toward energy self-sufficiency as rapidly as possible". These words seem to be taken from this week's newspaper but they are in fact from a 1983 talk by Dr. Juan A. Bonnet-Diez [15]. Dr. Bonnet was the Director of the Center for Energy and Environmental Studies (CEES) at the University of Puerto Rico. Dr. Bonnet was a strong advocate for action that would liberate Puerto Rico from its fossil fuel energy dependency. In 1980 the CEES commissioned a study from the National Academy of Sciences that concluded:

*"Puerto Rico, in dealing with its own energy problems, should grasp its opportunity to become an international energy laboratory, seeking and testing solutions especially appropriate to the oil-dependent tropical and sub-tropical regions of the world. The Island's geographical position and its established energy research and development facilities enhance this potential" [16].*

Puerto Rico did not become the international energy laboratory it could have been. We still depend heavily on oil for electricity production to the point that every time the price of the barrel of oil increases \$10, hundreds of millions of dollar leave Puerto Rico's economy. And after the initial uproar and short-term strategies vanished, we fall again in the complacency of "acceptable" oil prices, even though hundreds of millions of dollars are still leaving the Puerto Rican economy. We remain waiting, as if the answer to our oil dependency problem could be imported. To put in perspective our unfinished business with regard to the road towards energy sustainability, Hawaii has committed to 70% use of renewable energy by year 2030 [17]. Hawaii is a good benchmark for Puerto Rico because of the islanded nature of its electrical system, its high energy prices and its dependence on outside energy sources. In words of the Assistant Secretary of Energy Alexander Karsner: "Hawaii will be a living laboratory for integrated, renewable energy development". Meanwhile Puerto Rico remains stagnant, with an unfulfilled potential to become a showcase of renewable energy in the Caribbean. This must change.

### **Challenges for Renewable Energy in Puerto Rico**

This section briefly lists some of the issues that need to be addressed so that renewable energy can be a viable and important alternative in the energy source scenario of Puerto Rico (PR). First, the dominant energy model of central generation has existed for over 100 years. In Puerto Rico the dominant model has worked well, and the scale economies generated by the use of fossil fuels cannot be denied. Thus, any new energy

alternative will face opposition from the industry establishment, and the burden is on proposers of the new practices to prove that their alternative is better, in some cases, much better, than current, well-known energy practices and sources.

Second, the regulatory structure in Puerto Rico presents a huge challenge. On one hand, the 1941 law that established the Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) gave it ample powers over all things related to electric power, including being mostly self-regulated. There are historic reasons for that decision, and the strategy definitely was vital in the economic development of Puerto Rico during the second part of the 20th century. However, such powers and structures should be evaluated in light of the new global and local conditions in the energy industry. Regulation of power however is not all in the realm of PREPA. There have been federal regulations that apply to Puerto Rico, regardless of the fact that our regulatory environment is different from the regulatory entities that exist in the 50 states. In PR, there would not be fuel diversification without PURPA (Ecoelectrica – natural gas, and AES-coal, both entered the PR market through PURPA).

The Energy Policy Acts (EPAAct) of 1992 and 2005 also apply to PR. EPAAct 92 encouraged states to open access of transmission lines for sales by private generators (known as wheeling). It also encouraged the use of distributed generation (DG), generators operating at lower voltage levels closer to the points of use of electricity. EPAAct 2005 reinforced federal programs on energy efficiency and renewable energy. It also stated that utilities and public service commission (or their equivalent public utility commissions, none of which exist in PR with regard to electricity) MUST consider important operating modes different from the dominant energy model: Interconnection of DG, and net metering (the sale of power by private producers at the same rate that utilities sale power to clients). It has been through EPAAct 2005 that PREPA acted and approved interconnection of DG, and will also act on net metering by August 2008. The challenge is to obtain just and reasonable regulations and rules for both interconnection of DG and net metering that effectively encourage the use of renewable energy in PR. Another challenge is how Puerto Rico can be proactive in future energy alternatives instead of reactive to external energy measures. We must evaluate how to best comply with federal mandates in a way that is not a one-sided application of the federal laws or the development of state regulations with seemingly patronizing attitudes towards consumers in PR.

In line with the EPAAct discussion, the Federal Energy Regulatory Commission (FERC) established Orders 888 & 889 to comply with EPAAct. FERC regulates the inter-state sale of electric power in the USA. Thus, FERC does not have jurisdiction in PR (we have no inter-

state sales of power), FERC has some jurisdiction through the use of natural gas. Nevertheless, the importance of orders 888 and 889 is the fact that they provide clear rules for how the EAct mandates are to be implemented. What does this mean to Puerto Rico? Nothing, if one does not pay attention to alternative ways of operating PR's power system. However, how could a structure like this exist in Puerto Rico? Would it be beneficial to PR? Would this encourage broader use of renewable, decentralized energy sources? How can PREPA be a facilitator in this process? These are the challenges that need to be addressed if renewable alternatives are to have greater participation in Puerto Rico. However, another challenge is: where and how will these questions be discussed, evaluated and debated? Energy stakeholders have no formal forum to engage in this participatory exercise [18].

There is an urgent need to re-think our electric system and energy consumption. Our electric infrastructure must be maintained and defended, and we need to deal with the stranded costs that exist due to the dominant energy model. PR needs to look beyond the limited cost-benefit, and think of alternatives that are good to all energy stakeholders. A challenge in this process is how to deal with the technical limitations imposed by the island nature of our electric system. In that line, there is a challenge in considering energy alternatives that include metrics and methods adjusted to PR's reality. For example, it is necessary to consider energy efficiency instead of "energy use" as an economic indicator. We must also examine current reliability standards in light of cost increase of fossil fuels and consider interruptible loads & rates to balance incentives given to DG.

Conservation, efficiency & renewables could halt new construction of fossil fuel plants, and must be included in the planning of our electric system [19]. Incentives for residential and small commercial customers must be aggressively pursued, and PREPA could become an enabler of DG so that it complements central generation, and considered in the planning and operation of our power system. However, there are no magic tricks or magic wands, including renewables. If there is no wind or sun, there is no energy. Renewables have environmental impact, e.g., the manufacturing of PV panels is energy intensive and has impact since they involve semiconductors. Also, manufacturing PV panels involves waste water, the use of batteries in renewable systems requires an effective battery-recycling program, there are sitting issues, and ethical issues related to renewable systems, especially the impact on vulnerable communities. Finally, what will happen to any program that strives to reduce fossil fuel dependence if such fuels remain in "acceptable" prices? Will society make a commitment to look beyond economics, and integrate social and environmental matters in decision- and policymaking processes? These are challenges not meant to discourage renewables, but to understand pros and cons of each alternative.

We must stipulate that a sustainable energy future and the decisions related to it are complex matters. We need to make long-term decisions under uncertainty. However, we need not predict the future, we should be enablers of our energy future, and at the very least, not become obstacles to new ideas and practices.

## **A Sustainable Energy Future**

It should be emphasized that the challenges in the previous section cannot be an excuse to do nothing. Although those challenges are specific to Puerto Rico, they illustrate the kind of policy challenges that any alternative energy strategy will face. Again there is an urgent need for studies to understand what can be done, and how diversification of energy sources and systems can be achieved. When considering energy alternatives, we must include metrics and methods adjusted to reality of the location being studied. For example, we must begin to consider energy efficiency instead of “energy use” as an economic indicator. The internalization of externalities must be a priority. Conservation, efficiency & renewables should be an integral part of any effort, at all levels to use these alternatives to the maximum extent possible (technical, economical, social, environmental and ethical). There must be effective incentives for residential and small commercial customers to this end. Government needs to pay closer attention to one-sided application of federal laws or state regulations (that is, application should benefit all energy stakeholders, not some). We need to examine current reliability standards, and consider seriously interruptible loads & rates. Utilities should become enablers of DG, in a way that DG can effectively complement central generation, and be considered in the planning and operation of our power system.

It is vital to begin collaborations among government, industry, commerce and citizens. We need to go from an adversarial to a collaborative relationship, from mutual distrust, to a serious and lasting commitment for the public good, for the social, environmental and economic welfare of all stakeholders. National Dialogues that are inclusive and constructive are needed, so that we can have planning that go beyond any political cycle. And that process should yield actions: that are measurable and decisive so that we can hope to achieve a more sustainable future. Besides economical considerations, we need to integrate social and environmental justice. To re-think electric power systems and energy consumption we must talk about utility’s stranded costs, and the minimum costs to keep our electric infrastructure in optimum shape. We need to go beyond the utilitarian view of cost-benefit analysis. Also, renewable is not the same as sustainable. We can have a great renewable project that fails in the environmental or social dimension, and thus the project

is not sustainable. Finally, renewable sources do have environmental impact as discussed previously.

Nevertheless, in spite of obstacles, it is unacceptable that renewable energy sources are not being used to the maximum extent possible in the U.S. Participatory structures must be created that enables a national dialogue to reach the decisions needed to move forward with sustainable policies. All alternatives need to include social and environmental issues as equally important as the economic issues. The present consumption patterns are simply unsustainable; the Earth does have enough resources to sustain those patterns for all human beings. The burden is too high, not only to the present generation, but to coming generations. It is time to quantify the benefit to future generations of sustainable practices, understanding that this strategy could imply sacrifices today. However, we already are passing future generations a huge economic debt, why not passing them a positive legacy with sustainability.

### **A Sustainability Example: Integration of Energy, Environment and Society**

The Institute for Tropical Energy, Environment and Society (ITEAS in Spanish) was created at UPRM to lead the intellectual and cultural leap necessary to develop public policy, and sustainable energy practices for Puerto Rico. One of the problems in the public policy cycle is that scientists and technical personnel usually participate in a limited way, usually in the form of reports to policymakers. The flaws of this approach are many, requiring a more active participation of energy experts in the decision-making process. ITEAS is committed to retake the unfinished business in terms of research and application in sustainable energy, but with a strong understanding that energy researchers should not just only inform the process, but rather, have to be active participants in all stages of the public policy cycle such as the agenda setting and issue identification stages. One of the main activities in this line is the establishment of participatory structures that allow all stakeholders to be involved in the development of the energy policy needed for the transition to a more sustainable future.

ITEAS has a holistic perspective of energy issues through the development of sustainability-based public policy. Energy is approached as a societal, complex issue that cannot be addressed from a single discipline, but rather from multiple perspectives. The broader perspective of sustainability is assumed, striving to merge energy policy and ethics with special attention to Puerto Rico. ITEAS believes that to have a long-lasting commitment and involvement, the search for sustainable energy must be framed as a moral obligation

with an integrative and global perspective. This new energy ethics creates the kind of personal or institutional commitment necessary to withstand the hardships of consensus-building needed in participatory processes [20].

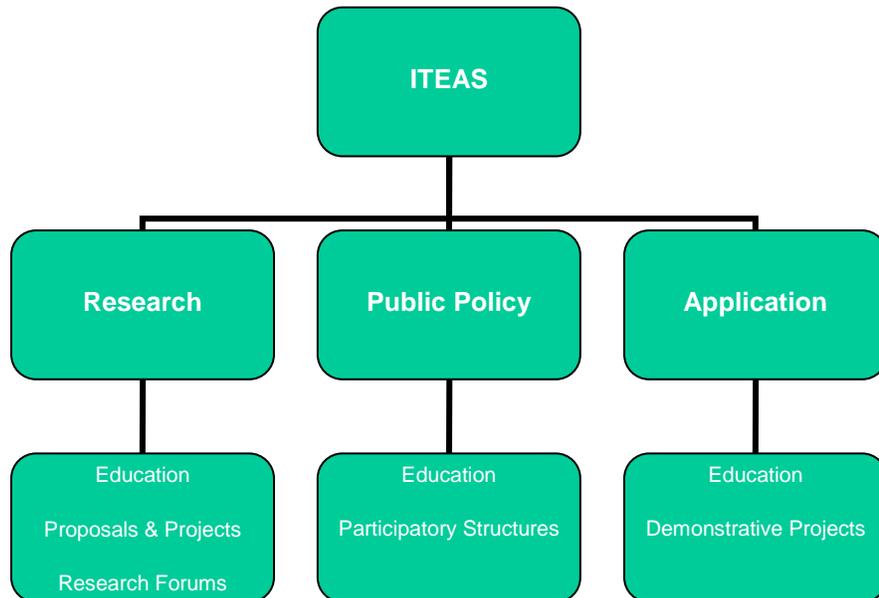


Figure 3: ITEAS Organization

In order to move to a sustainable future, all energy stakeholders need to participate in the generation, evaluation and implementation of long-term strategies: Every sector must assume its responsibilities in enabling a sustainable energy future. Collaborations among government, industry, commerce and citizens need to be established, that enables a transition from the current adversarial positions to collaborative relationships, from mutual distrust, to a serious and lasting commitment for the public good, and the establishment of policies that integrate the social, environmental and economic dimensions of energy.

## Conclusion

This paper presented the energy dilemma from the broader perspective of sustainability, striving to achieve a balance among the economic, environmental and social dimensions of energy. The dominant energy model needs to be complemented with an alternative scenario in which renewable energy sources, conservation and energy efficiency strategies and technologies are used to the maximum extent possible. Not internalizing the so-called externalities results in short-term economic gain at the expense of environmental degradation and long term economic loss. In spite of the difficulties in achieving

sustainability, it presents a framework, not only of considering environmental and social “externalities” but to include them as integral parts in the energy decision making process. Such a framework can account for many of the interests involved in developing future energy directions and policies.

A case study from Puerto Rico was presented, to illustrate the challenges of achieving sustainability in fossil-fuel dependent, energy-intensive, unsustainable societies. Participatory structures must be created that enable national dialogues to reach the decisions needed to move forward with sustainable policies. All alternatives need to include social and environmental issues as equally important as the economic issues. It is time to quantify the benefit to future generations of sustainable practices, understanding that this strategy could imply sacrifices today. However, we already are passing future generations a huge economic debt, why not passing them a positive legacy with energy sustainability.

## References

- [1] Tomain, J. and Cudahy, R. 2004. *Energy Law*, Thomson Press.
- [2] Bosselman, F., Eisen, J., Rossi, D. Spence, J. Weaver. 2006. *Energy, Economics and the Environment*, 2nd Ed., Foundation Press.
- [3] Moffat, J.; Hanlery, R.; Wilson, M. *Measuring and Modelling Sustainable Development*, Parthenon, New York, 2001.
- [4] Norton, B. *Sustainability*, University of Chicago Press, 2005.
- [5] Hake, J.; Eich, R. “Energy and Sustainable Development,” in *Energy and Culture*, Ashgate, UK, 2006.
- [6] United Nations. 1987. *Our Common Future*, The World Commission Report on Environment and Development, Oxford Press.
- [7] Beckerman, W. *A Poverty of Reason*, Independent Institute, Oakland, 2003.
- [8] Graedel H. and Allenby, J. 2003. *Industrial Ecology*, 2nd Ed., Prentice Hall.
- [9] Hohmeyer O. and Ottinger R. (eds.). 1991. *External Environmental Costs of Electric Power*, Springer-Verlag.
- [10] Hohmeyer O. and Ottinger R. (eds.). 1994. *Social Costs of Energy*, Springer-Verlag.
- [11] Krewitt, W. 2002. “External Costs of energy – do answers match the questions? Looking back at 10 years of ExternE,” *Energy Policy*, 30:839-848.

- [12] UIC, 2004. "Energy Analysis of Power Systems," *UIC Nuclear Issues*, Briefing Paper # 57.
- [13] Environmental Protection Agency, PR and Caribbean Office Statistics, 2008.
- [14] J. Colucci -Ríos, E. O'Neill-Carrillo, A. Irizarry Rivera, "Renewable Energy in the Caribbean: A Case Study from Puerto Rico," Chapter in *Environmental Management, Sustainable Development and Human Health*, CRC Press, 2009.
- [15] Bonnet, J. A. 1983. "The quest for energy self-sufficiency in Puerto Rico," Conference on Energy Planning for the U.S. Insular Areas, CEER-X-161.
- [16] U.S. National Academy of Sciences, 1980. "Energy in Puerto Rico's Future," Report to the Center for Energy and Environmental Research.
- [17] DOE, 2008. "Hawaii aims for energy independence," DOE/EERE Program News (electronic).
- [18] O'Neill-Carrillo, E. Pérez-Lugo, M. Irizarry-Rivera, A. Ortiz-García, C. "Sustainability, Energy Policy and Ethics in Puerto Rico," *Proceedings of Energy and Responsibility: A Conference on Ethics and the Environment*, April 10-12, 2008, Knoxville, Tennessee.
- [19] Colucci, J. Irizarry, A. O'Neill-Carrillo, E. "Sustainable Energy in Puerto Rico," *ASME Sustainability '07 Conference*, June 2007, Long Beach, CA.
- [20] O'Neill-Carrillo, E. Frey, W. Pérez-Lugo, M. Ortiz-García, C. Irizarry-Rivera, A. Colucci-Rios, J.A. "Advancing a Sustainable Energy Ethic Through Stakeholder Engagement," *Proceedings of the IEEE Energy 2030 Conference*, November 2008, Atlanta, GA., November 2008, Atlanta, GA.

## Advancing a Sustainable Energy Ethics Through Stakeholder Engagement

Dr. Efraín O’Neill-Carrillo, Dr. William Frey, Dr. Cecilio Ortiz-García, Dr. Agustín A. Irizarry-Rivera, Dra. Marla Pérez-Lugo, Dr. José A. Colucci-Rios

*Article published in the Conference Proceedings of Energy 2030: IEEE Conference on Global Sustainable Energy Infrastructure, November 2008, Atlanta, GA.*

**Abstract** – The World’s dependence on fossil fuels and the need to move to more beneficial energy alternatives pose daunting challenges to humanity. Historically, economic and political rationality has driven the exploration, development and management of natural resources in the search for stable energy supplies. The insistence on continuing the unsustainable consumption patterns of developed countries has jeopardized human rights, political stability, environmental quality and sustainable improvement for vulnerable communities. This single- minded pursuit of economic rationality pushes to the side a more beneficial, holistic sustainability framework that integrates environmental, ethical and social value with economic and practical considerations. This paper will focus on responding to the challenge of energy sustainability by advancing a new energy ethics founded on the bedrock of solid environmental, social and ethical principles. It will also expand this baseline by presenting a new vision of ethical and practical excellence in energy, a vision that will translate readily into new and implementable energy policies.

*Index Terms*— Sustainable energy, energy ethics, energy stakeholders, energy policy.

### Introduction

The global dependence on non-renewable energy sources has brought about grave environmental and social consequences. The limited, fragmented views of energy production, distribution and consumption lead to negative impacts on society and environment. A converging body of literature shows that the solution to this dilemma should include an inter- and trans-disciplinary approach that integrates ethical

considerations and scientific knowledge to face the social, environmental and economic dimensions of energy.

The ethical dimensions of the worldwide energy dilemma include the disparity between the energy consumption of developed nations, and the instabilities created in regions where energy sources are available. For example, Figures 1 and 2 shows those countries with the largest proven oil reserves in the world as well as those who are the largest oil consumers. These graphs dramatize the long history of geopolitical problems related to oil [1].

Even more ethical questions are raised when one considers that approximately 20% of the world population does not have access to a reliable energy source (other than burning biomass). Current consumption levels in developed nations cannot be replicated in developing nations because there are not enough resources in planet Earth for all human beings to sustain those consumption patterns. Even if there were the resources, there are dire social and environmental consequences in providing reliable energy access to all 6 billions humans on Earth with current technologies and practices. This is further complicated by an increasing world population expected to reach 9 billion in less than 50 years. Current energy practices, focused mostly on economic and technological aspects, simply widen the gap between the ones that have much, and those that have almost nothing. Energy injustice characterizes the current situation where great inequities prevail in energy access and use. This creates the ethical mandate for a social and technological transition to a new culture of social responsibility and environmental justice.

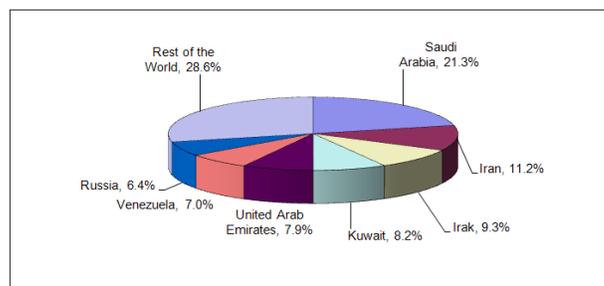


Figure 1: Proven World Oil Reserves

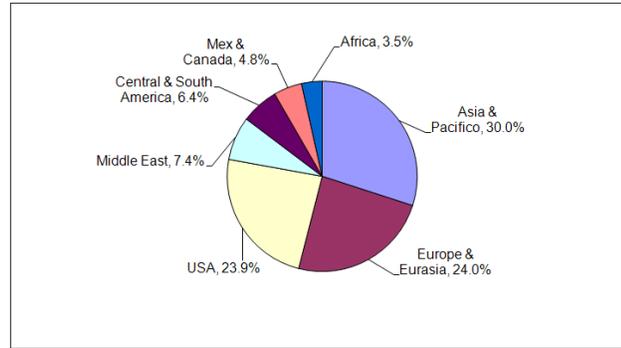


Figure 2: World Oil Consumption

Sustainable practices and technologies, firmly based on the idea that sustainable energy is not just a global challenge but a moral obligation, present hope for the world's energy future. However, turning the rhetoric of sustainability into a reality presents important policy and ethical challenges that require an inclusive and holistic approach that transcends traditional decision-making approaches. This paper will approach the energy dilemma from the broader perspective of sustainability, using stakeholder engagement to merge energy policy with ethics.

### Energy Policy and Stakeholder Participation

Two common public policy approaches show promise in engaging stakeholders to integrate ethics into energy practices. An honest broker delivers information in an "objective manner" without getting involved in implementation details. A policy entrepreneur actively participates in all stages of the public policy cycle presented in Figure 3.

Energy problems and their associated ethical dilemmas have also been characterized as "social messes," "wicked problems," and "ill-structured problems" to dramatize their initial lack of ordering and meaning. These social messes are neither simple nor tame, and they certainly do not offer straight-forward solutions. [2]. Rather they a) offer ambiguity that renders them complicated and complex; b) are characterized by uncertainty that extends to underlying conditions and appropriate actions; c) are bounded by constraints that render their components (economic, social, political, technological) tightly interconnected; d) shift between different points of view that stretch into barely

commensurable worldviews; e) contain numerous value conflicts, and f) appear a-logical or illogical.

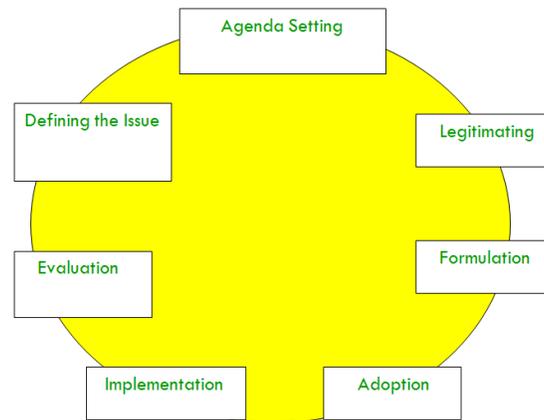


Figure 3: Public Policy Cycle

They require a policy making approach that does not follow the customary linear decision making structure when faced with these types of problems. Some of the process problems that arise when policy making is applied to energy social messes include a) vast, sprawling policy debates that require insight into the big picture and its details; b) dependence on data that changes daily in complex, scientific and political areas; c) multiple stakeholders, organizational and personal, that offer conflicting goals, values, and pressures; d) individuals and organizations with overlapping roles; e) decision making based on guesses or forecasts that are subject to the structural constraints of organizations, policy frameworks, differing logics and world views, and distinct organizational or societal cultures; f) unknown and often unknowable variables; g) constant political power struggles; h) communication with the public through distorting media filters; and finally i) societies or organizations involved in an ongoing process of social learning and continuous change [2].

Chapter 23, Section III of Agenda 21 from the 1992 Rio Earth Summit states: “One of the fundamental prerequisites for the achievement of sustainable development is broad public participation in decision-making. Furthermore, in the more specific context of environment and development, the need for new forms of participation has emerged. This includes the need of individuals, groups and organizations to participate in environmental impact assessment procedures and to know about and participate in decisions, particularly those which potentially affect the communities in which they live and work. Individuals,

groups and organizations should have access to information relevant to environment and development held by national authorities, including information on products and activities that have or are likely to have a significant impact on the environment, and information on environmental protection measures.”

Given the importance of public participation/stakeholder involvement for the success of sustainable energy policy, it becomes necessary to recognize the importance of designing proper decision making structures to obtain optimal energy policy outcomes. Some proposed characteristics of a good public decision process include a) representing the knowledge and perspectives of the spectrum of interested and affected parties to the decision; b) ensuring that each of these parties has sufficient access to expertise to allow meaningful participation; c) using a broad-based deliberative process to guide analysis so that technical information addresses the questions of greatest importance to the parties; d) relying on information and analysis that meet high technical standards; e) addressing explicitly scientific disagreements and scientific ignorance; f) allowing for reconsideration of choices in response to new information or changing values [3-4].

Several authoritative studies have recommended processes that integrate analysis with broadly based deliberative processes involving all issue stakeholders who are affected by the decisions (e.g., National Research Council, 1996; Presidential-Congressional Commission on Risk, 1997; Canadian Standards Association, 1997; Royal Commission on Environmental Protection, 1998). According to a National Research Council Report, “participants with diverse perspectives and values contribute to decision making in many ways, including defining the environmental decisions that require analysis, framing the scientific analyses needed to gain insight into the decisions, and interpreting the results to illuminate the decisions at hand.”

The problems related to reaching a sustainable future are common to most countries, and a general consensus exists that energy will cause instability in many parts of the world due to its direct relationship to health and the environment. It is a moral imperative that individuals, energy producers, businesses, governments, non-governmental organizations, and communities come together in a new scenario that allows ample and transparent participation in the tough decisions that need to be made. Compromises need to be reached, because there is no single or magic solution to the energy dilemma. The importance of dialogue is even more important if a sustainable strategy is sought, where economic, environmental and social dimensions need to be conciliated and considered with

equal weight. Thus, participatory structures need to be created, that foster dialogue among all stakeholders with the characteristics described previously.

If the goal is sustainable energy, and if compromises are sought among seemingly contradicting objectives, the search for sustainable technologies and practices must be embraced as a moral obligation with an integrative and global perspective in order to create the personal or institutional commitment necessary to withstand the hardships of consensus-building. Stakeholder engagement and involvement at all levels is essential in the successful application of this new energy ethics.

In summary, ethics and sustainability could become the common language in participatory structures that yield comprehensive energy policies and practices.

### **Sustainable Energy Ethics**

The problems related to reaching a sustainable future are common to most countries. To avoid instability caused by energy, it is imperative that individuals, energy producers, businesses, governments, non-governmental organizations, and communities come together in a new scenario that allows ample and transparent participation in the tough decisions that need to be made. Because there is no single or magic solution to the energy dilemma, consensus is paramount. Consensus is even more important if a sustainable strategy is sought, where economic, environmental and social dimensions need to be reconciled and treated equally.

The twin goals of sustainable energy and stakeholder consensus make imperative the search for sustainable technologies and practices. Effective stakeholder engagement is a vital component in the energy policy development cycle and in the successful application of a new energy ethics. The main objective of UPRM's energy stakeholder engagement framework is to increase awareness so that a more responsible citizen may emerge, willing to contribute to the solution of the energy problems. The target audience includes individuals, energy producers, businesses, governments, non-governmental organizations, and communities.

The activities and strategies present a multi- and trans-disciplinary perspective of energy as a global and moral problem which is usually approached from a narrow technical or economical perspective. Audiences are presented with the sustainable perspective as a way to reconcile the social, environmental and economical dimensions of the energy dilemma. Activities are structured depending on the needs and background of the

audiences (Table 1 illustrates some of the different settings and activities of the framework). In terms of contents, the framework includes: a) energy policy, b) life cycle analysis and externalities, c) issues of justice, d) local considerations, e) energy practices and technologies. Whenever possible a demonstration of a photovoltaic system is performed. Strategies also include integration of the energy ethics to research and teaching activities at university settings, as well as outreach to communities, government and private entities.

**Table 1 Main Elements of the Stakeholder Framework**

Participants	Setting				
	University		Communities		Industry
Undergraduates	Service learning projects and training	Co-teaching courses, international graduate courses	Collaborations with NGOs and community groups	Demonstration sites and community outreach	Internship and mentoring programs
Graduate students					
Researchers					Integrative university-industry-community seminars, short courses, and town meetings
Public				K-12 programs	Demonstrative projects
				Field work	

An important target audience has been communities in Puerto Rico, especially vulnerable communities such as rural and low-income. A partner in this effort has been Casa Pueblo, a not-for-profit, community-based NGO in Adjuntas, Puerto Rico advocating natural resource conservation and the development of community-based projects. Through this collaboration, the energy ethics has reached K-12 students and teachers, as well as members of the rural Adjuntas. If true community collaboration is sought, the University must involve itself within the community. A community-based sustainable energy lab is being established at Casa Pueblo to provide an environment for the study of the relationship of energy, communities and the environment. By aiming to educate the surrounding community on sustainable energy practices, this collaboration seeks to create a showcase in sustainable energy for all communities in Puerto Rico. Outreach activities in PR communities such as Caguas, San German, Añasco and Yauco show the potential this community-based model has to transform Puerto Rican energy policy from the bottom up.

Activities that integrate the sustainable energy ethics at the undergraduate level include service learning projects in senior design courses, and ethics across the curriculum strategies that have been implemented into power engineering courses. The new energy ethics and sustainability model provides a global and practical context for the development

of professional skills. The end result will be students practiced in the virtues of responsible and just energy practices as well as committed to community service. The coordination of Social, Ethical and Global Issues at the UPRM College of Engineering is changing the engineering education paradigm “from regulatory compliance to doing good” through Global Challenges Education learning modules [5]. In terms of research and graduate education, the Institute for Tropical Energy, Environment and Society (ITEAS, acronym in Spanish) is committed to developing and practicing a new ethical approach to energy. Engineering courses have integrated social and ethical dimensions of the energy problem, not only within UPRM, but also in graduate courses being taught through distance education to the Dominican Republic. This “sustainable energy ethics” has been also disseminated through Professional Outreach activities. Articles in professional publications and participation in annual meetings of professional societies have made it possible to inform policy makers including representatives from government and private organizations [6]. This ethics-based framework to encourage stakeholder engagement could be undertaken in other places accounting for the particular characteristics of the region. There is no “one size fits all”, but the approach described in this section could be a model to study and adapt relevant aspects in other contexts in order to foster energy policies based on the use of sustainable energy technologies and practices.

### **Ethics and Sustainability**

The existence of various definitions and indicators of sustainability suggest that there are regional issues that must be accounted for when implementing sustainable measures. A constant among definitions and proposers is the need for ethical principles to guide sustainable practices, technologies and policies [7-8]. Studies in Europe have identified a group of ethical principles with regard to sustainability: the precautionary principle, equity (fair share), proximity principle (environmental problems should be solved near their source), and principles on the use of renewable and non-renewable resources. A great deal has been written about the precautionary principle, in many cases there are contradicting views, just as with the case of sustainability. The precautionary principle has its origins in the 1960s, in Germany with foresight planning: when considering technological innovation, exercise caution with regard to its potential consequences [9]. In the Rio Earth Summit, the precautionary principle was explained: *“Where there are threats of serious or irreversible environmental damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing measures to prevent environmental degradation”* [10]. Sanders describes it when *“one is embarking on something new, one should think very carefully about whether*

it is safe or not, and should not go ahead until reasonably convinced it is. It is just common sense” [11]. Critics argue that applying indiscriminately the precautionary principle will be the end of technological advance, while defenders point out that the unintended consequences of technological fixes can be minimized by applying the precautionary principle.

One important question is whether or not a new environmental ethics is needed, or perhaps one of the established environmental ethics theories can be used in sustainable decision making. Established environmental views include anthropocentric (resource exploitation or stewardship), biocentric (living organisms are objects of moral concern), and ecocentric (ethics of ecosystems). Some combination of the last two views has been proposed for the sustainability context [8]. A key ethical question is the relationship between energy and social and environmental injustices. The greatest impacts that humans have had on the World include the many consequences of the use of natural resources to ensure an energy supply to sustain the economic/technological development and the consumption patterns of the world’s great powers. The search for energy supplies has historically being carried out and justified mostly from an economic perspective, obliterating in many instances human rights, the environment, communities, and paradoxically even long-range economic stability. The World’s dependence on fossil fuels and the transition to other energy alternatives represent a major challenge for humanity. How to face that challenge, avoiding individual, group and environmental injustices is perhaps one of the greatest challenges of humankind in the 21<sup>st</sup> century.

### **ITEAS and Ethics**

The Institute for Tropical Energy, Environment and Society (ITEAS in Spanish) was created at UPRM with a holistic perspective of energy issues through the development of sustainability-based public policy. Energy is approached as a societal, complex issue that cannot be addressed from a single discipline, but rather from multiple perspectives. The broader perspective of sustainability is assumed, striving to merge energy policy and ethics with special attention in Puerto Rico (PR). ITEAS believes that to have a long-lasting commitment and involvement, the search for sustainable energy must be framed as a moral obligation with an integrative and global perspective. This new energy ethics creates the kind of personal or institutional commitment necessary to withstand the hardships of consensus-building needed in participatory processes.

Energy sustainability has been embraced by ITEAS personnel as a moral duty. It is both a driver and motivation for ITEAS. Sustainability and ethics have become the common language for interdisciplinary work in ITEAS. There are also important ethical issues related to energy alternatives. Some general ethical issues that need to be resolved with regards to renewable energy and a sustainable future include social and environmental justice implications related to energy alternatives, and the distinction between renewable projects and those that comply with sustainable principles. The ethics-based stakeholder framework previously discussed strives to empower participants to face and deal with the difficulties of achieving a sustainable future.

Energy sustainability has been embraced by ITEAS personnel as a moral duty. It has been both a driver and a motivator for ITEAS. Sustainability and ethics have become the common language for interdisciplinary work in ITEAS. There are also important ethical issues related to energy alternatives. Some general ethical issues that need to be resolved with regard to renewable energy and a sustainable future include social and environmental justice implications related to energy alternatives, and the distinction between renewable projects and those that comply with sustainable principles. The ethics-based stakeholder framework previously discussed strives to empower participants to face and deal with the difficulties of achieving a sustainable future.

ITEAS is also engaged in an internal analysis with regard to the ethics of energy expertise. How will we define our collaborations with energy stakeholders so as to synthesize the objectivity and impartiality of the advisor with the involved practical efficacy of the participant? How can we integrate our commitment to objective truth as honest brokers with our social responsibility to effect positive change as policy entrepreneurs? [12]. How can we help define for PR the intergenerational responsibility included in the sustainability definition of the United Nations? These are important questions, not only for ITEAS, but any organization striving to merge sustainability, energy policy and ethics.

### **Further Ethical Reflections**

This paper has outlined some of the ideas, concepts, and principles that could form the building blocks of a new energy ethics for Puerto Rico. This section takes up the task of describing some of the conceptual and practical challenges facing the formulation and implementation of such an ethics.

The European sustainability principles (precautionary, proximity, and equity) can help ground a deontological approach to an energy ethics. But some possible logical and practical conflicts could arise as these principles are integrated into the Puerto Rican context:

- The *precautionary principle* (which seems to evoke Hans Jonas's "heuristics of fear") stretches into the past and the future. It condemns the hasty adaptation of technologies and practices in the past that have led to untoward results, and it counsels caution in the future as we explore new energy technologies and practices. But too much caution produces, perhaps, too little innovation. Developing sustainable energy practices requires rejecting the status quo, envisioning new energy paradigms, and realizing these through bold initiatives implemented in the real world. This necessary risk-taking could stand in tension with the precautionary principle.
- The *proximity principle* prescribes the decentralization of energy production and use. But why should the development and implementation of sustainable energy practices be localized and decentralized in Puerto Rico? Diverse centers of innovation and production would be compatible with a market-based approach where broad sustainable energy policies are cobbled out of individual start-up initiatives. But further research may reveal that a sustainable energy production needs to be "jump started" by bold, government-led and highly centralized initiatives. Thus, the role and relevance of the proximity principle in the Puerto Rican context still needs clarification.
- The *equity principle* shows promise in the theoretical context because it shines a spotlight on inequities in energy production and distribution in Puerto Rico as well as throughout the Caribbean. But it could become impaled on the practical difficulties of motivation and implementation. The equity principle mandates redistribution from a powerful minority to a disenfranchised majority. How can this redistribution take place without violating the principles of a free and liberal democracy? It would seem that a Puerto Rican energy ethics would have to confront this tension between the ethical principles of equity and autonomy.

Any principle-based approach also needs to be mapped onto some of the classical theoretical approaches to environmental ethics. The Puerto Rican context cries out for an environmental ethics that extends moral consideration beyond the human community to the surrounding natural environment. This would seem to call for a combination of the biocentrism of Taylor, who extends moral consideration to individual teleological centers of a life [13], and the ecocentrism of Aldo Leopold and Baird Calicott, who recognize that

ecosystems and natural species also merit moral consideration [14-15]. The problem, again, lies in the constraints posed by the Puerto Rican context. The smallness of the island and the close proximity of its fragile but diverse ecosystems magnify the conflicts between the interests of humans and non-humans, including species and ecosystems. It should be possible to give non-human basic interests priority over human non-basic interests; Puerto Ricans should sacrifice cheaper but polluting forms of energy production when cleaner alternatives are available that would also avoid harm to the basic interests of the natural environment. But determining specifically what comprises environmental basic interests and weighing these against human basic interests requires much more research, thought, and ethical sensitivity. Moreover, the incompatibilities (ontological and methodological) between biocentric individualism and ecocentric holism call for a pluralistic framework in environmental ethics in the Puerto Rican context [16]. Developing this framework and working out its “chinks” occupies a central part of the work of ITEAS as its stance on energy policy evolves.

One way of addressing these ethical tensions is to reframe them as components of an environmental ethics built around excellence or virtue. This would certainly address the motivational problem mentioned previously and also re-characterize what, deontologically speaking, is a conflict into the aretaic (arête = virtue) pursuit of moral and practical excellence. Pursuing sustainable energy alternatives certainly can be posed as an ethical duty or mandate. But, perhaps, it is better to pose it as a call for excellence grounded in a comprehensive notion of human flourishing [17]. The most immediate practical upshot of reframing environmental ethics aretaically as virtue ethics lies in the resulting education program. The value stances implied in sustainable energy practices become a central part of what it means to be a good engineer, business practitioner, computer programmer, scientist, or public policy specialist. Energy education classes and modules, under this perspective, would integrate what previously stood apart, namely environmental value, social inclusiveness and technical proficiency. An aretaic or “excellence” approach to energy production issues promises to lay out a path that circumvents the conflicts and tensions involved in traditional ethical and practical approaches to the environment, nature and society.

## Conclusion

This paper addressed some of the ethical obligations and virtues related to energy as manifested in the activities of stakeholders such as individuals, energy producers,

businesses, governments, non-governmental organizations, and communities. A new energy ethics, and the search for a commitment with a sustainable future, is the center of a stakeholder engagement framework developed at the UPRM. Generating personal and institutional commitment will produce a positive, circular feedback loop between stakeholder involvement and the successful implementation of an energy ethics. To be long-lasting and effective, that commitment must be rooted in ethical values that transcend time (from present to future generations) and space (from local to global perspectives). Each individual or institution must take responsibility for energy ethics. Within this ethics, the concept of sustainability provides a link to the outside world; it can drive the process of reaching consensus while, at the same time, respecting diversity and particularity.

On the other hand, without stakeholder engagement and eventual involvement, any energy ethics is just wishful thinking. The ethics-based framework to encourage stakeholder engagement could be undertaken in other places accounting for the particular characteristics of the region in order to foster energy policies based on the use of sustainable energy technologies and practices. The paper ends with a summary of the ethical analysis being conducted in ITEAS with regards to the ethical framework, showing the evolutionary nature of the proposed integration of energy policy and ethics. The sustainable energy ethics will inspire and commit the present generation to a new energy perspective. Passing it on to future generations will create the basis for a sustainable future.

## References

[1] BP Statistical Review of World Energy, 2008.

[2] R. Horn, and R. Weber; [New Tools For Resolving Wicked Problems: Mess Mapping and Resolution Mapping Processes](#), Strategy Kinetics L.L.C., 2007.

[3] E. O’Neill-Carrillo, M. Pérez-Lugo, A. Irizarry-Rivera, C. Ortiz-García, “Sustainability, Energy Policy and Ethics in Puerto Rico,” Proceedings of Energy and Responsibility: A Conference on Ethics and the Environment, April 10-12, 2008, Knoxville, Tennessee.

[4] National Research Council Report, 1996.

[5] E. O’Neill-Carrillo, W. Frey, L. Jiménez, M. Rodríguez, D. Negrón, “Social, Ethical and Global Issues in Engineering,” Accepted to Proceedings of the 38<sup>th</sup> Frontiers in Education Conference (FIE 2008), October 2008, Pittsburgh, PA.

[6] W. Frey, E. O’Neill-Carrillo, “Engineering Ethics in Puerto Rico: Issues and Narratives,” Journal of Science and Engineering Ethics, JSEE52R1, 2008.

[7] J. Moffat, N. Hanlery, M. Wilson. Measuring and Modelling Sustainable Development, Parthenon, New York, 2001.

[8] J. Proops, D. Wilkinson, "Sustainability, Knowledge, Ethics and the Law," in *Sustainability: Life Chances and Livelihoods*, M. Redcliff (Ed.), Routledge, 2000.

[9] B. Norton *Sustainability*, University of Chicago Press, 2005.

[10] "Principle 15 of the Rio Declaration," United Nations Conference on Environment and Development, Rio, 1992.

[11] P. T. Saunders, "Use and Abuse of the Precautionary Principle," ISIS submission to US Advisory Committee on International Economic Policy (ACIEP) Biotech. Working Group, July 13, 2000.

[12] J.J. Ferrer, *Deber y deliberación, una invitación a la bioética*, Centro de Publicaciones Academicas, Mayaguez, PR, 2007.

[13] P. Taylor *Respect for Nature: A Theory of Environmental Ethics*. : Princeton University Press, New Jersey, 1986.

[14] Aldo Leopole. *A Sand County Almanac: With Essays on Conservation From Round River* Ballentine Books, New York, 1970.

[15] J. Baird Callicott *In Defense of the Land Ethics: Essays in Environmental Philosophy*, SUNY Press, New York, 1989.

[16] C. Stone *Earth and other Ethics: The Case for Moral Pluralism*, Harper & Row, New York, 1988.

[17] R. Hursthouse *On Virtue Ethics*,: Oxford University Press, Oxford, 1999.

## Colaboradores/as

El Dr. Agustín A. Irizarry Rivera, PE es Catedrático de la Facultad de Ingeniería del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico y está adscrito al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras desde enero de 1997. Durante este tiempo a enseñado cursos graduados y subgraduados en ingeniería de potencia eléctrica e ingeniería eléctrica. Obtuvo su bachillerato en la Universidad de Puerto Rico Mayagüez en 1988, su maestría en “University of Michigan, Ann Arbor” en 1990 y su doctorado en “Iowa State University”, Ames en 1996. Todos los grados en ingeniería eléctrica. Sus intereses de investigación son en fuentes de energía sostenible y como ajustar la red eléctrica para su uso efectivo. Ha recibido reconocimientos como Ingeniero Electricista Distinguido 2005 del Instituto de Ingenieros Electricistas del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, el “2004 Professional Progress in Engineering Award” (PPEA) de Iowa State University, y “Profesor Destacado de Ingeniería Eléctrica y Computadoras 2003-2004” del Colegio de Ingeniería de la Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. Es autor de más de 30 publicaciones arbitradas incluyendo dos artículos de libro. Es miembro del “Institute of Electrical and Electronic Engineers” (IEEE) y posee licencia para ejercer la profesión de ingeniero en Puerto Rico desde 1991. Ha sido consultor al gobierno de Puerto Rico en el tema de fuentes de energía renovables, a potenciales desarrolladores en asuntos de ubicación de proyectos eólicos y a compañías aseguradoras en materia de evaluación de la operación segura y económica de sistemas de potencia eléctrica.

El Dr. Cecilio Ortiz García posee un doctorado en Administración Publica de la Universidad del Estado de Arizona con especialidad en Política Publica Ambiental. Es catedrático auxiliar en el Programa de Ciencias Sociales del Departamento de Ciencias Sociales en la UPRM. También es investigador asociado al Centro de Investigación Social Aplicada del Departamento de Ciencias Sociales y miembro del comité ejecutivo de ITEAS. Es autor de varios informes técnicos que incluyen aspectos del movimiento ambientalista, justicia ambiental, asuntos fronterizos, y más recientemente aceptación social de energía renovable en Puerto Rico. Sus cursos incluyen Administración Publica, Justicia Ambiental y Análisis de Política Publica a nivel graduado y subgraduado. Actualmente trabaja con estudiantes del programa doctoral en Ingeniería Civil de la UPRM en asuntos de

sostenibilidad en el diagnóstico de infraestructura crítica. También es miembro del Concilio Nacional Ambiental Hispano de los Estados Unidos.

César E. Concepción es estudiante del Programa de Bachillerato en Ciencias Sociales del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez.

El Dr. Efraín O'Neill Carrillo, PE es Catedrático de Ingeniería Eléctrica (INEL) en el RUM desde 1999, es Coordinador de Asuntos Sociales, Éticos y Globales en Ingeniería, Director del Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS) y Co-Director de CIVIS: Centro de Recursos para la Educación General del RUM. Ha sido electo Profesor Destacado del año de INEL, Ingeniero Electricista Distinguido del Año del CIAPR, y obtenido el Walter Fee Outstanding Young Engineer Award de la IEEE Internacional. Ha sido el investigador principal en proyectos de la National Science Foundation en las áreas de calidad de potencia, sistemas renovables y política energética, además de realizar estudios sobre la viabilidad de la conexión de sistemas de energía renovable a la red de distribución de Puerto Rico. Es co-autor de dos capítulos de libros, ha escrito sobre 50 artículos en revistas y conferencias arbitradas, ha organizado decenas de actividades de educación continua para el CIAPR incluyendo el Industry-University Symposium (2003) y la Primera Cumbre de Expertos en Energía (2005), y es organizador y presidente fundador de los capítulos de la IEEE PR Oeste de la "Power and Energy Society", y la "Education/Society for Social Implications of Technology".

Hillmon P. Ladner, EIT es ingeniero en la Compañía Georgia Power en Atlanta. Tiene un bachillerato en Ingeniería Eléctrica del RUM, y obtuvo una maestría en Ingeniería Eléctrica en el verano de 2009.

El Dr. Iván Baigés es Catedrático Asociado desde el año 2004 en el Departamento de Ciencias de Ingeniería y Materiales y es miembro del comité ejecutivo de ITEAS. Tiene un doctorado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Florida. Sus intereses de investigación incluyen diseño y manufactura de partes plásticas, uso de material reciclado en nuevos productos, ecología industrial, diseño de productos, análisis de ciclo de vida y procesos Ecoeficientes. Ha colaborado con compañías como Hewlett Packard Puerto Rico

en el desarrollo de conocimiento relacionado al uso de material reciclado en productos y servicios. También ha colaborado con compañías de productos médicos como Boston Scientific, Advanced Medical Optics, Roche Diagnostics y Stryker on Design for Manufacturing Projects. En la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez colaboró en la creación del sistema de manejo de materiales y desperdicios del Recinto y esta desarrollando el sistema de manejo de impacto de materiales.

El Dr. José Colucci Ríos, PE, es Catedrático de Ingeniería Química (INQU) desde hace aproximadamente 16 años. Actualmente es Decano Asociado de Investigación y Estudios Graduados de Ingeniería en el RUM y es parte del Comité Ejecutivo del Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad (ITEAS) del RUM. Ha sido electo Profesor Destacado de INQU del RUM, Investigador Destacado de la UPR, Ingeniero Químico Distinguido del CIAPR. Se le reconoce como el primer proponente del uso de biodiesel, "fuel cells" y otras tecnologías y estrategias renovables para Puerto Rico. Ha organizado decenas de actividades de educación continua para el CIAPR y otras organizaciones profesionales en PR. Actualmente co-dirige el primer centro de investigación en biorefinerías en PR en busca de un modelo integral para la agricultura, combustibles y energía.

Mariana Arroyo Ortega es estudiante en el Programa de Bachillerato en Sociología del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez y asistente de investigación en el Instituto Tropical de Energía, Ambiente y Sociedad.

La Dra. Marla Pérez Lugo es Socióloga Ambiental, con un doctorado de Rutgers, la Universidad del Estado de New Jersey. Actualmente es catedrática Asociada del Programa de Sociología del Departamento de Ciencias Sociales. Sus cursos incluyen Introducción a la Sociología Ambiental, Problemas Sociales del Mundo Contemporáneo, y Métodos de Investigación en las Ciencias Sociales. También es investigadora afiliada al Centro de Investigación Social Aplicada (CISA) del Departamento de Ciencias Sociales y Directora Asociada de ITEAS. Sus intereses de investigación comprenden la Sociología de los Desastres Naturales, Vulnerabilidad y Riesgo, Educación Ambiental y Aceptación Social de Energía Renovable. Sus publicaciones incluyen varios informes técnicos y artículos en revistas arbitradas a nivel internacional.