



Necesidad de una Declaración de Impacto Ambiental Bajo la Ley Nacional de Política Pública Ambiental para el Gasoducto Sur-Centro-Norte

Es necesario que se prepare una declaración de impacto ambiental preliminar bajo la ley nacional de política ambiental (NEPA, inglés) para el gasoducto sur- centro- norte que se pretende construir en Puerto Rico. La responsabilidad legal sobre este proceso es de entidades del gobierno de Estados Unidos de América del Norte (EU) como el Cuerpo de Ingenieros del Ejercito (COE, inglés), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, inglés), la Agencia de Protección Ambiental (EPA, inglés) y el Departamento de Transportación (DOT, inglés).

Es de particular importancia que se discuta en el documento ambiental asuntos, tales como: justificación del proyecto y evaluación de opciones, impacto de la erosión y deslizamiento de terreno sobre los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, impacto sobre la salud y seguridad humana, especies críticas y en peligro de extinción, humedales, cuevas y sumideros.

Es mandatorio discutir las tendencias en los precios del gas natural, el petróleo, el carbón y el uranio. Hay que evaluar la tendencia de reducción en el precio de las tecnologías utilizadas para producir electricidad con fuentes renovables de energía, como fotovoltaica, solar termal, eólica, biomasa, de las olas y otras.

El ambiente es un conjunto de relaciones naturales y sociales. La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) ha pretendido dissociar esas relaciones inseparables en las llamadas Declaraciones de Impacto Ambiental Preliminar y Final (DIA-P Y DIA-F). Es fundamental que se compruebe si el proyecto es apropiado para lidiar con la situación energética dentro del ámbito de diversas opciones geográficas y tecnológicas. La AEE no ha discutido esas opciones de forma científica, profunda y la Junta de Calidad (JCA) no lo ha exigido.

La International Energy Agency (IEA) al fin informó hace un mes, en la publicación World Energy Outlook 2010, que el pico de la producción de petróleo barato ocurrió en el año 2006. Se

confirma lo que por décadas pronosticaron varios geólogos y otros científicos. Cada vez cuesta más extraer petróleo de pozos a grandes profundidades en tierra o bajo el lecho marino, a mayores distancias de los centros de mayor consumo productivo o individual de sus derivados.

La extracción de petróleo a precios bajos se reducirá de forma rápida durante las próximas dos décadas. El precio de sus derivados como la gasolina, el diesel y el aceite residual aumentará de forma drástica durante periodos de crecimiento económico. Es bien probable que estos sean seguidos por períodos de crisis económicas profundas y prolongadas. Los países que hayan impulsado la conservación y el uso eficiente de la energía, además de las fuentes renovables de ésta, tendrán ventajas significativas sobre los países que no lo hayan hecho.

El precio del petróleo, el carbón, el gas natural y el uranio es determinado por diversas variables naturales y sociales. Variables cardinales son la disponibilidad del recurso natural y la cantidad de trabajo que se requiere para extraerlo, procesarlo y transportarlo al lugar de consumo productivo e individual. Otra variable importante es el grado de control del recurso por un grupo reducido de estados y compañías. El tipo de periodo económico, si es de crecimiento lento y crisis cíclicas profundas y prolongadas o todo lo contrario, que predomine en los países capitalistas centrales y las llamadas economías emergentes, es un factor importante en la determinación de los precios de la energía.

El capitalismo como sistema global, enfrenta una seria crisis de reproducción en países centrales como Estados Unidos de América del Norte (EEUU), Inglaterra, Francia y España, además de países de menor envergadura económica como Grecia, Irlanda, México y Portugal. Países con economías denominadas emergentes, como China, India, Brasil, Arabia Saudita, el Sur de Corea y otros, han tenido un crecimiento económico y de uso de energía mayor que el de los países centrales. En balance, sin embargo, en el ámbito mundial se ha reducido o se ha estancado el consumo de derivados de petróleo, de carbón y de energía nuclear desde el 2008.

Esta situación explica por qué el precio del petróleo se ha mantenido por debajo de los 100 dólares el barril desde fines de 2008. Sin embargo, se ha mantenido la mayor parte del tiempo entre 70 y 90 dólares en el 2009 y el 2010, a pesar de la mencionada situación económica. La

explicación es que cada vez está menos disponible el petróleo con bajo costo de exploración y extracción. Entonces, si ocurriera una recuperación económica más firme en los países centrales, es de esperarse que los precios del petróleo, el gas natural y el carbón vuelvan a subir de forma dramática.

Hay que reiterar que lo que existe es un mercado de energía, no mercados separados de los diversos combustibles. En la medida que se reduzca el uso de carbón para generar electricidad, aumente el uso de gas natural con este propósito y el precio del petróleo y sus derivados, tampoco habrá gas natural barato. Muy pronto llegará el pico de producción de gas natural barato. Esta situación dará al traste con las villas y castillas montadas por representantes de la AEE con respecto a la supuesta abundancia y bajo precio del gas natural por 10 o 15 años, mucho menos por 25 años ó más.

Los representantes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) dicen que el gasoducto es un proyecto sólo para 10 a 15 años. A la misma vez dicen que se habrán instalado sistemas de producción de energía eléctrica con fuentes renovables con una capacidad de 1,000 megavatios para el año 2035. Esto equivale a sólo 17% de la capacidad de generación eléctrica actual. Cabe preguntar: ¿qué combustibles usarían para poner a funcionar el 83% de la capacidad eléctrica restante?

Han informado que para el año 2014 se usaría gas natural para el funcionamiento de 71% de la capacidad generatriz de electricidad. Afirman que la tubería del gasoducto duraría 50 años. Es lógico pensar que pretenden usar gas natural para mantener funcionando la mayor parte del 83% de la capacidad generatriz mencionada, hasta el año 2035 ó aún hasta el 2061. Entonces el gasoducto no es un proyecto de 10 a 15 años.

Es inescapable concluir que los representantes de la AEE piensan que el gas natural tiene y tendrá por décadas un precio independiente del precio del petróleo, el carbón y el uranio. ¿Ignoran que existe un mercado de energía global controlado por países productores y compañías transnacionales? Parece que no se han enterado que llegó el pico de producción de petróleo barato en el mundo y que pronto llegará el del gas natural.

Al parecer los representantes de la AEE no están al tanto que el cambio climático está forzando una disminución en el uso del carbón para generar electricidad en Europa, Japón y EU. La combustión de carbón es la principal fuente de bióxido de carbono, el gas de mayor impacto sobre el clima terráqueo. Por esta razón, la demanda de gas natural para generar energía eléctrica ha aumentado y aumentará aún más rápido. Es de esperar entonces, un aumento significativo de su precio internacional en los próximos años y décadas. La conversión de gas natural a combustibles líquidos para cubrir el déficit de derivados de petróleo usados en la transportación agravará la situación.

Los representantes de la AEE han creído el cuento que en EEUU se ha descubierto más gas natural que en el Oriente Medio y por eso el precio del gas está y, dizque, estará por muchos años más bajo que el precio del petróleo. Desconocen que los cálculos de reservas de combustibles están sujetos a muchas variables, geológicas, tecnológicas, económicas, políticas y de intereses de los más diversos grupos.

Por lo general, los grupos privados que controlan los recursos naturales inflan las reservas para inflar el precio de sus acciones, el precio de las compañías y su capacidad de tomar dinero prestado. Muchos países productores hacen algo similar para fortalecer su intercambio monetario y en el caso de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) para usarla como palanca en las negociaciones internas de producción y precios.

Los representantes de la AEE menoscaban las limitaciones naturales y sociales que dificultan la extracción de gas natural de las pizarras (shales) que lo contienen, en países como EEUU y otros. El gas natural está contenido de forma desigual, en formaciones rocosas de baja permeabilidad, que por lo general se encuentran entre una a dos millas de profundidad. Para extraerlo es necesario perforar y resquebrajar la roca. La cantidad total de gas, en particular la que es recuperable, ha sido exagerada en alrededor de 90 por ciento.

Las características geológicas de los yacimientos de gas de pizarra encarecen su extracción y limitan las reservas, es decir, lo que es viable extraer dentro de ciertos límites económicos y

tecnológicos. Su costo de extracción y su precio es más elevado que el gas natural de los yacimientos tradicionales. Se ha calculado que el gas de pizarra podría hacer una diferencia significativa como fuente de energía para EEUU durante un periodo de unos 2 a 7 años.

Aquellos que se benefician de la exageración de las reservas y la recuperación del gas de pizarra han especulado que éste podría hacer una diferencia significativa por 10 a 15 años. Los representantes de la AEE están escuchando a estos especuladores, cuyas predicciones no tienen una base científica. La EIA, parte del Department of Energy (DOE) de EU y el United States Geological Survey (USGS) han jugado un papel central en la exageración de las reservas de petróleo y gas natural de ese país y del resto del mundo. Temen que la situación real genere pánico en Wall Street y el pueblo.

Los representantes de la AEE se refieren a la supuesta abundante disponibilidad del gas de pizarra de EEUU como base para su especulación sobre bajos precios del gas natural por un largo periodo de tiempo. Sin embargo, de manera contradictoria se plantean comprar gas a la compañía transnacional española Gas Natural Fenosa, que lo obtendría de Trinidad. Si el gas de pizarra fuera tan abundante y barato: ¿por qué no lo compran en EU?

Las compañías transnacionales con base en EU, EXXON-Mobil, Chevron-Texaco y Connoco-Phillips, controlan las mayores reservas privadas de gas natural y petróleo en este país y en el mundo. En tiempos recientes EXXON-Mobil compró la compañía XTO, la cual posee grandes extensiones de terreno en varios estados, que incluyen a Pennsylvania. En éste último tienen gas de pizarra en la formación geológica Marcellus, presente en el subsuelo. Hace poco Chevron-Texaco compró la compañía Atlas, la cual posee grandes extensiones de terreno en el mismo estado, que también contiene este gas en la misma formación en el subsuelo. EXXON también se plantea invertir 14,000 millones de dólares en un tubería para traer gas convencional de la región despoblada del MacKenzie en Canadá, en la cual hay unos 6 trillones de pies cúbicos de gas natural, a centros de consumo de éste

Estas y otras inversiones son indicio de que los representantes de las compañías transnacionales saben que el precio del gas natural aumentará de forma significativa y que hará viable en cierto

grado su explotación en ciertas regiones de EEUU Y Canadá. Además, están preocupados porque el petróleo barato se está agotando y hay presión para reducir el uso del carbón por el efecto climático del bióxido de carbono. Quieren también tratar de imponer orden a favor de sus intereses, en la extracción del gas de pizarra que se ha caracterizado por la especulación y el endeudamiento excesivo de las compañías que lo explotan.

La extracción de gas de pizarra tiene todas las características de una burbuja especulativa, que pronto podría explotar. Esa burbuja especulativa ha sido usada para el enriquecimiento de los principales ejecutivos de empresas como XTO, Atlas y Chesapeake. Los representantes de la AEE no se han tomado la molestia de evaluar de forma científica esta situación, por lo cual las llamadas DIA-P y DIA-F son muy superficiales con respecto a la viabilidad económica del gasoducto.

En EUA se utiliza agua a alta presión con aditivos químicos, algunos tóxicos, para resquebrajar la roca de las formaciones de pizarra. En muchos lugares se está haciendo cerca de viviendas y pozos, lo cual ha generado problemas de contaminación de aguas subterráneas y superficiales. En muchos casos se ha contaminado el agua de pozos residenciales. Ha surgido oposición a la extracción de gas de pizarra en terrenos públicos y cercanos a viviendas, en Pennsylvania, Nueva York, Texas, Arkansas, Louisiana y otros estados. Esta situación tampoco se menciona en los documentos ambientales preparados por la AEE.

Residentes de las comunidades y grupos ambientales están exigiendo que se reglamente el uso de agua con estos aditivos para resquebrajar las formaciones geológicas de pizarra que contienen gas. La reglamentación de esta práctica encarecerá el de por si caro proceso de liberación y extracción de gas de pizarra. El sueño de gas de pizarra abundante y barato de la AEE, terminará en pesadilla.

Puerto Rico necesita un nuevo plan energético basado en la conservación de energía y las fuentes de energía renovable, que alcance más de dos tercios del consumo de energía actual. El gas natural podría usarse como puente temporal a corto plazo hacia la conservación y la energía renovable. Un puente de gas natural de 71% de la capacidad generatriz de 25 años o más no es

viable. Su precio será muy elevado y su abundancia muy improbable, por no decir una fantasía desconectada de lo real.

El nuevo plan energético tiene que ser el producto de la amplia participación de los sectores sociales. Terminemos con la práctica de la AEE de determinar el plan energético en cuanto a generación de electricidad con la exclusión del pueblo. Hay que ahorrar cuando menos 30% de la energía que se consume en la transportación, en las residencias, el comercio, la industria y la agricultura. Si no lo hacemos el país tendrá aún menos viabilidad económica y por lo tanto política. El deterioro de las maltrechas relaciones sociales no se hará esperar.

La situación económica y energética de Puerto Rico se ha gestado durante más de cincuenta años, cuando comenzó la inversión en plantas termoeléctricas, refinerías de petróleo, petroquímicas, viviendas individuales de tipo horizontal y se aceleró la decadencia de la agricultura. La solución a una situación económica y energética tan difícil y prolongada, no puede darse con un acercamiento caracterizado por la prisa y la improvisación.

La refinería de petróleo Gulf (más tarde CAPECO) se estableció en 1955 en Bayamón. La Commonwealth Oil Refining (CORCO) se estableció en Peñuelas en 1956. Las petroquímicas como Union Carbide Caribe, Pittsburg Plate Glass (PPG), Puerto Rico Olefins y otras se establecieron en la década de 1960 y hasta 1971. Estos proyectos se basaron en el bajo precio del petróleo impuesto por las transnacionales de Estados Unidos de América del Norte EEUU y Europa, a los países productores. Varios de estos países establecieron la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1960. Las compañías de refinación de petróleo y las petroquímicas fueron fuentes de contaminación del terreno, el agua y el aire por varias décadas.

Hacia mediados de la década de 1950 comenzó la construcción de la Central Termoeléctrica Palo Seco en Toa Baja. A principios de la próxima década comenzó la construcción del complejo termoeléctrico de Guayanilla y a mediados el de Puerto Nuevo, en San Juan. Las dos unidades de ciclo simple de Aguirre, Salinas comenzaron operación en 1975 y las llamadas de ciclo combinado en 1977. Éstas han estado entre las principales fuentes de contaminación de aire y agua.

Desde fines de la década de 1960 hasta 1976, la Autoridad de las Fuentes Fluviales (después AEE) comenzó a impulsar la construcción de plantas nucleares para generar electricidad. Se discutió su localización en Tortuguero, Manatí, Aguirre, Salinas e Islote, Arecibo. En 1970 Tomás Morales Cardona y Gonzalo Fernós dieron a la luz pública un memo sobre emanaciones radiactivas ocurridas en la central experimental Bonus, localizada en Rincón, que ayudó a detener el proyecto.

En 1972 se dio a la luz pública el proyecto del superpuerto petrolero que se intentaba establecer en Rincón, Aguadilla o Isla de Mona, unido a una o más refinerías de petróleo, el cual enfrentó gran oposición. Tomás Morales Cardona y el que suscribe participamos en ese proceso. El periódico Claridad jugó un papel importante en la divulgación de información sobre el proyecto. A partir de 1973, los aumentos en los precios del petróleo impulsados por las grandes compañías transnacionales de EEUU y Europa, junto con la OPEP, le dieron el puntillazo final al proyecto.

La política de la AEE a fines de la década de 1970 y durante la década de 1980 consistió en la localización de plantas generatrices en las cuales se usaría carbón en el noroeste u oeste. Planteaba que era necesario reducir el costo y la pérdida de energía eléctrica en la transmisión, además de estabilizar el voltaje en el sistema, con estas plantas. También, que de esa manera se protegería el sistema eléctrico frente a lluvias intensas, tormentas, huracanes y terremotos.

La oposición a estas plantas en Aguada entre 1978 y 1980 y en Mayagüez entre 1989 y 1992 detuvo los proyectos. La oposición principal estuvo basada en el impacto que tendrían las emanaciones de óxidos de azufre y de nitrógeno, además de la materia particulada, sobre la salud humana, otros animales y la agricultura.

A principios de la década de 1990, la AEE apoyó la ubicación de una planta de gasificación de petróleo viscoso del Orinoco, Venezuela y una generatriz de energía eléctrica de ciclo combinado, en Yabucoa. Hubo oposición de los yabucoeños, puesto que su salud y la agricultura habían sido afectadas desde 1971 por la contaminación del aire generada por Sun Oil Company,

refinadora de petróleo. Hay que recordar que este valle tiene forma de herradura y que el viento predominante lleva los contaminantes hacia el pueblo y las montañas.

Por último, la AEE promovió y logró la construcción de la central termoeléctrica Cambalache, Arecibo, a unos 56 kilómetros lineales de Mayagüez y a unos 63 kilómetros de San Juan, con capacidad de 247 megavatios (MW). Su operación con aceite destilado número 2, el combustible más caro por unidad de energía recuperada, comenzó en 1997. Durante la urgencia causada por el huracán Georges, esta planta jugó un papel central en la recuperación inicial del sistema eléctrico.

Desde mediados de la década de 1990, la AEE apoyó la localización de Ecoeléctrica en Peñuelas, con una capacidad teórica de 540 MW, la cual utiliza gas natural importado de Trinidad-Tobago para generar electricidad. La AEE olvidó sus planteamientos sobre la estabilidad del sistema frente a los fenómenos naturales, en cuanto a voltaje y la pérdida de energía en la transmisión de electricidad. Esta planta que comenzó operación en el año 2000, está a unos 49 kilómetros lineales de Mayagüez y a unos 85 kilómetros de San Juan. Las emanaciones de una planta de ciclo combinado en la que se usa gas natural tienen un impacto ambiental mucho menor que las de una planta de ciclo simple de igual capacidad, en la que se use carbón o aceite residual, un derivado de petróleo, como combustibles.

La AEE también apoyó la ubicación de AES con una capacidad teórica de 454 MW en Guayama, con carbón como fuente de energía. Comenzó operación en el año 2002 y está ubicada a unos 52 kilómetros lineales de San Juan y a unos 109 kilómetros de Mayagüez. Con el apoyo a este proyecto la AEE favoreció la localización de 70 por ciento de la capacidad generatriz en el sur, cuando igual porcentaje de consumo existía en el norte.

Hubo oposición al proyecto; se añadió a los argumentos la ausencia de un método apropiado de disposición de cenizas de la combustión del carbón. AES se comprometió a enviar las cenizas a Colombia, si no podía desarrollar un producto mercadeable. Convenció a la Junta de Calidad Ambiental que al añadirle agua a las cenizas y compactarlas lo generaría.

AES vende a un precio nominal las cenizas a compañías para construir la base de caminos, carreteras, centros comerciales y viviendas. Éstas asumen la responsabilidad legal por su disposición. AES ha dispuesto de forma inapropiada cenizas, en particular en los municipios del sur. Éstas contienen metales y metaloides, que pueden disolverse y migrar en el agua superficial y subterránea; pueden ser tóxicos para humanos, otros animales y algunas plantas.

En el 2009 se completó la construcción de las plantas que pueden operar con ciclo combinado en Puerto Nuevo y Mayagüez. En éstas y en las del mismo tipo de Aguirre y Arecibo se utiliza destilado número dos, el combustible más caro.. Llevó a los puertorriqueños a un virtual callejón sin salida; ahora dicen que existe una llamada situación de urgencia.



Foto 1: Termoelectrica de Puerto Nuevo, San Juan
Foto: SCT, Inc.

La AEE tomó esa decisión hacia fines de la década de 1990, con la idea de construir un gasoducto con tres ramificaciones: a Aguirre, Mayagüez y San Juan. En el año 2000 fue trazada una ruta preliminar para el gasoducto del sur entre Peñuelas y Aguirre. Hacia el 2005 se revivió esta idea y entre el 2007-2008 se intentó construirlo. Su cercanía a viviendas, escuelas y negocios con el consabido peligro de fuegos y explosiones, fue la base de una oposición que logró detener el proyecto.

El alto costo de la energía eléctrica es el resultado de la dependencia de derivados de petróleo en alrededor de 69% para generarla. Como hemos señalado esta situación se ha desarrollado durante un periodo de unos 55 años o más. La AEE pretende resolverla con un proceso acelerado generando una dependencia del gas natural de un 71%, a partir del año 2014, por cuando menos 25 años y hasta 50 años. Pretende comenzar a hacerlo a través de un sólo puerto de entrada en Peñuelas, cruzando llanos costaneros, humedales, ríos, quebradas, montañas de abrupto declive, zonas cársticas, zonas anegables, los grandes sistemas de fallas del sur y del norte, demasiado cerca de comunidades.

Reiteramos que la extracción de gas natural de pizarra (shale) en EU y otros países es bien costosa y no abaratará el precio del gas natural, sino que lo encarecerá. Este asunto ha sido discutido por el geólogo Arthur Berman en publicaciones como The Oil Drum. El tiempo de la energía barata terminó. No tiene justificación económica construir un gasoducto que atravesaría la isla de sur a norte y hacia el noreste, dadas las proyecciones de precios de la energía que no es renovable.

Cerca de dos tercios de la capacidad de producción de energía eléctrica en plantas de gran tamaño se encuentra en el sur de Puerto Rico. La mayor parte de esta energía se consume en el norte y otras regiones. Entre un diez y un quince por ciento de la energía se pierde en el sistema de transmisión. Este es vulnerable a tormentas, huracanes, lluvias intensas y terremotos. Hacer más estable el sistema requiere aumentar la capacidad generatriz en el este y el oeste, como lo proponía la AEE) en las décadas de 1970 y 1980.

El costo de la energía eléctrica es muy elevado y es necesario reducirlo. La conservación de energía y algunas fuentes renovables de energía, son opciones viables. Se requiere una transición con una fuente que no sea renovable, por razones tecnológicas y económicas, dentro de los actuales límites políticos. La discusión es entonces como lograr la transición a la energía renovable con la menor dependencia de combustibles externos, el menor costo, en el menor tiempo y con el menor impacto ambiental.

La excusa principal de la AEE para impulsar el gasoducto es la prisa por bajar el costo de la energía eléctrica y mejorar la situación económica. La prisa se da enmarcada dentro de los estrechos límites de una promesa electoral, que se pretende cumplir antes del 2012. Con este acercamiento parcelado, miope, aislado de la situación internacional de la energía, pretenden encerrarnos en otro callejón sin salida, esta vez con el gas natural.

La alta densidad, el desparrame, la desigualdad y la dependencia de la población, dificulta la búsqueda de soluciones no sólo al problema energético, sino a otros. En sus aspectos fundamentales son producto de la sociedad, no de la naturaleza. Su solución se dará ensanchando los límites sociales, tomando en consideración las características de la naturaleza. Es urgente

educarse y lograr un consenso de pueblo con respecto a la conservación de energía, el uso de los varios tipos de energía renovable y el gas natural como energía de transición en un lapso de tiempo corto.

El uso de gas natural o propano en plantas de ciclo combinado es una opción para lograr la corta transición energética, puesto que éstas superan en eficiencia las de ciclo simple que usa la AEE, entre diecisiete y veintidós por ciento. En una planta de ciclo combinado se mueven turbinas con los gases producto de la combustión; luego se usan los gases para calentar agua y convertirla a vapor que se usa para mover otras turbinas. El uso de gas natural o propano en plantas de ciclo combinado, podría ayudar a reducir el costo de la electricidad. Es bien improbable que la reducción alcance el 20% pronosticado por la AEE.

La AEE no discute varias opciones alternas al gasoducto sur-centro-norte en las llamadas DIA-P y DIA-F. La discusión tendría que incluir otras ubicaciones de puertos de recibo de gas natural, plantas eléctricas de ciclo combinado, además de proyectos de energía renovable usando como fuentes el sol, el viento y el mar.

En el documento titulado *Proyectos de Conversión a Gas Natural para Reducir la Dependencia del Petróleo*, de 22 de septiembre de 2010, la AEE divulgó su itinerario para convertir a gas natural las siguientes instalaciones:

- Costa Sur- 5 y 6 (2010); 1, 2, 3 y 4 (2014)
- San Juan- 5 y 6, 7, 8, 9 y 10 (2011)
- Palo Seco- 3 y 4 (2011)
- Cambalache 1, 2 y 3 (2011)
- Aguirre 1 y 2 (2014)
- Aguirre 592MW (2014)

En el documento señalan que usarían boyas para recibir y transferir el gas natural al complejo de Aguirre en el año 2014. Admiten por lo tanto que sería viable usar esta tecnología, para abastecer cuando menos este complejo termoeléctrico. No vemos por qué no puede ser evaluado para suplir gas natural a otros complejos de generación eléctrica.

Entre las opciones al gasoducto, está la construcción de una boya de recibo de gas natural o propano, cerca de Palo Seco y Puerto Nuevo. El propano puede usarse en un ciclo combinado; su transportación y almacenaje es más sencillo que el del gas natural. Se podría evaluar, por ejemplo, Punta Salinas, Toa Baja, cuya área más lejana está como a una milla de lugares con alta densidad poblacional. Cerca de tierra el mar tiene una profundidad entre 84 y 90 pies.



Foto 2: Punta Salinas, Toa Baja
Foto SCT, Inc.

Ecoeléctrica evaluó a mediados de la década de 1990, la posible construcción de un puerto de recibo de gas natural, un tanque y una generatriz de ciclo combinado en Ceiba, a unos 54 kilómetros de San Juan. Lo descartó porque era una base militar, pero ya no lo es. Existe un puerto de 40 pies de profundidad y terreno para establecer este proyecto. La electricidad no sería transportada sobre la Cordillera Central evitando los eventos de mayor intensidad de lluvia acompañados por deslizamiento del terreno. Tampoco tendría que cruzarse el gran sistema de fallas del sur y el gran sistema de fallas del norte, como es el caso con el gasoducto propuesto.

AES tiene un puerto en Guayama con 48 pies de profundidad a la entrada y con una boya podría recibirse gas natural o propano. Su planta de 454 MW, podría ser convertida a ciclo combinado con una capacidad de unos 542 MW, si el aumento en eficiencia energética fuere de 17%. Así se reduciría su impacto ambiental. Se evaluaría el suministro de gas natural o propano a la planta de Aguirre, por áreas despobladas y bajo el lecho marino, a unos 8 kilómetros de distancia.

Otra opción es el uso de una boya en el propio puerto de Aguirre como lo ha contemplado la AEE. Una parte de la planta de Aguirre podría ser convertida de ciclo simple a ciclo combinado, con capacidad teórica de 592 MW.

Como lo hemos señalado, la AEE ha contemplado la construcción de un gasoducto de Peñuelas a Mayagüez y la ubicación de una planta eléctrica en la que se usaría gas natural allí. Una opción es la posible instalación de una boya para importar gas natural o propano. La profundidad del

mar fluctúa entre 41 y 50 pies muy cerca de la costa. La planta de 219 MW en la cual se utiliza aceite destilado, se podría convertir a ciclo combinado y producir cuando menos 256 megavatios, con un aumento de 17% en eficiencia energética.

La AEE no ha demostrado que el suministro de gas natural a las plantas del norte es imposible en términos económicos y tecnológicos usando otros acercamientos. No han probado que el suministro de gas es dependiente inseparable del impacto y uso de cuerpos de agua superficiales, que incluyen los humedales (water dependent). La discusión de este asunto ha sido superficial en cuanto a costos y tecnologías alternas. Un ejemplo es la falta de evaluación comparativa profunda de los aspectos ambientales (naturales y sociales) del uso de sistemas de boyas marinas cerca de las plantas eléctricas versus el gasoducto.

Con el tanque actual localizado en Ecoeléctrica la AEE no tiene capacidad para alimentar las tres plantas del norte. Tendrían que construir un tanque adicional y gasificadores. El tanque sería construido en Punta Guayanilla, Peñuelas y una nueva planta generatriz en Costa Sur, Guayanilla. La AEE no ha informado cual sería el costo de este proyecto, pero sin duda sería varios cientos de millones más.

Al convertir la generatriz de Costa Sur de 990 MW a gas natural, sumada a la actual capacidad de Ecoeléctrica de 540 MW, se estaría generando más de 41% del pico actual del consumo de energía eléctrica. La conversión de una o más plantas eléctricas con una capacidad actual de 300 MW usando aceite residual o aceite destilado, equivaldría a una planta de 375 MW con ciclo combinado usando gas natural o propano que fuera 20% más eficiente que la(s) primera(s). De esta manera se cubriría el cincuenta por ciento de la demanda pico actual de energía eléctrica con gas natural.

La AEE dice que se necesitarían unos 447 millones de dólares para construir el gasoducto y entre 50 y 70 de millones para modificar las plantas del sur y del norte. No incluye el costo de la nueva planta de ciclo combinado con una capacidad de 250 megavatios en Costa Sur, Guayanilla. Los trabajadores de la AEE pueden llevar a cabo todo ese trabajo. El gasoducto entre

Ecoeléctrica y Costa Sur está construido. Es importante que no se reduzca el poder del pueblo sobre tan vital servicio público, frente a los bonistas que en buena medida controlan la AEE.

No es recomendable usar gas natural o propano para generar más de 50% de la energía eléctrica que se necesita. No es aceptable que la AEE planifique que la energía renovable sólo aporte 20% de la energía eléctrica en el año 2035 y que el gas natural aporte 71%. No es aconsejable que tratemos de romper la dependencia con respecto a derivados de petróleo cayendo en la dependencia del gas natural, que también vendrá a tener un precio más elevado. Mantendría al país rehén de las fluctuaciones y el aumento en el precio de un combustible externo que no controlamos. La AEE no evalúa de forma apropiada esta situación en las llamadas DIA-P y DIA-F.

La AEE no discute el ahorro de energía como opción fundamental para reducir su costo. Es importante impulsar el ahorro de energía y el uso de diversas fuentes energía renovable de forma mucho más agresiva.

La instalación de un gran número de calentadores solares de agua en viviendas, comercios e industrias será un paso importante en esa dirección. El uso de equipo y maquinaria más eficiente es parte de la estrategia para reducir la dependencia de la importación de combustibles para producir electricidad y su uso en la transportación. Es necesaria la transportación colectiva, para reducir el uso de gasolina y diesel. Estos asuntos tienen que ser objeto de discusión más allá de los límites estrechos de la AEE. Ni más ni menos estamos hablando de una nueva política energética con amplia participación del pueblo.

El incremento de la eficiencia energética en los procesos de enfriamiento de edificios, su iluminación, la refrigeración de alimentos y el calentamiento de agua son opciones importantes para reducir el costo de la energía eléctrica. Existe la tecnología para lograrlo y se puede acelerar ofreciendo incentivos económicos a quienes los necesiten. Nos referimos a subsidios del gobierno central para ahorrar, no para desperdiciar energía.

La estabilización del sistema eléctrico podría hacerse en parte con complejos solares termales en el sur de municipios como Lajas y Cabo Rojo, que tienen una elevada intensidad de energía solar. En un sistema solar termal se concentran los rayos solares con espejos, se calienta un líquido para convertirlo a un gas, con el cual se mueve una turbina y un imán para generar electricidad. D ser necesario, la energía puede ser almacenada con bombeo de agua hacia represas o sales fundidas, entre otros acercamientos tecnológicos.

La AEE ha llegado a un acuerdo con AES para generar electricidad con un sistema solar termal en Guayama. La insolación o intensidad de la energía solar es mayor en el sur de Cabo Rojo y Lajas, que en Guayama. En esta última región también podrían establecerse sistemas de cultivo de microalgas para producir biomasa y biodiesel, que puede usarse para generar electricidad y alimentos.



Foto 3: Aerogeneradores en Bacardí, Cataño.
Foto SCT, Inc.

En Culebra, Vieques y Naguabo, municipios del este, existen las condiciones de viento para que se puedan localizar aerogeneradores. En Vieques y Culebra existen condiciones de insolación que permitirían construir sistemas solares termales. Estos contribuirían a estabilizar el sistema eléctrico en la región este.

Existen otros lugares en el sur, el norte y el noroeste que tienen viento que podría usarse para mover aerogeneradores. Las olas, en particular en el norte, pueden ser otra fuente de energía renovable para generar electricidad. Los cambios en la tecnología y los precios de los combustibles harán factible estos proyectos. El acercamiento estático de la AEE parte de la premisa infundada, que no habrá desarrollo tecnológico en el campo de la energía renovable cuando menos por 25 años.

No es sensato depender de una sólo fuente de gas natural, a través de un solo puerto y un gasoducto como el propuesto para generar toda la electricidad en las plantas del norte. El gasoducto podría sufrir rupturas como resultado de crecidas de ríos y quebradas producto de lluvias intensas, que pueden modificar de forma significativa los cauces. También puede sufrir

daños por derrumbes causados por lluvias intensas y terremotos. La AEE no ha evaluado de forma científica estas fuerzas naturales que pueden conllevar pérdida de flujo del gas en varios lugares a la misma vez, además de fuegos y explosiones.

Hacer depender las plantas generatrices del norte de gas natural transportado desde el sur sobre terrenos sujetos a movimientos bruscos de formaciones geológicas separadas por fallas de gran envergadura, no es un ejemplo de sabiduría. La tubería estaría localizada sobre el gran sistema de fallas del sur que está presente de sureste a noroeste entre Guayama y Rincón. El sismo de mayo de este año con intensidad de 5.7 en la escala Richter, ocurrió en el subsuelo bajo Moca, dentro de este gran sistema de fallas. A pesar de este movimiento sísmico la AEE insiste en la llamada DIA-F, que el Gran Sistema de Fallas del Norte está inactivo. La tubería también estaría localizada sobre el gran sistema de fallas del norte que está presente de sureste a noroeste, entre Naguabo y los llanos costaneros del norte central.

Como resultado de la tensión creada sobre la tubería por este tipo de movimiento y los deslizamientos del terreno, ésta se podría romper en varios lugares a la misma vez, facilitar el surgimiento de fuegos y explosiones y cortar el flujo de gas hacia el norte. Lluvias intensas que conlleven deslizamiento de terreno de gran envergadura, también pueden causar este tipo de problema en varios lugares a la misma vez.

Al momento de preparar la llamada DIA-F la AEE no había contratado geólogos para llevar a cabo estudios de campo, con el propósito de evaluar de forma apropiada esta situación. Ahora pretende hacerlo de forma tardía, pero todavía sostiene que el proceso de declaración de impacto ambiental ya terminó. Este asunto es cardinal y no puede ser pasado por alto por las agencias del gobierno de EEUU, si se va a cumplir con los requisitos de la NEPA.

Salud y Seguridad

Miles de personas vivirían a menos de doscientos metros del gasoducto, distancia que se considera prudente para proteger la salud y seguridad humana, además de sus propiedades, para el caso de una presión del gas natural de 650 libras por pulgada cuadrada, en una tubería de 24 pulgadas de diámetro. Los fuegos y explosiones son el resultado de la ruptura de tuberías por

corrosión química y bioquímica (bacteriológica), por el uso de maquinaria y fuerzas naturales como las descritas, entre otras.

Por regla general la corrosión es más rápida en suelos ácidos, en ambientes húmedos y la presencia de bacterias y otros microorganismos. Según el Soil Survey of Arecibo Area, Northern Puerto Rico y el Soil Survey of Ponce Area of Southern Puerto Rico, existen muchos suelos de elevada acidez en la ruta del gasoducto. La AEE recoge esta información en las llamadas DIA-P y DIA-F, pero no evalúa sus consecuencias ambientales. La mayor parte del gasoducto se construiría en terrenos con alta precipitación pluvial y gran humedad. Las bacterias tienden a causar corrosión en porciones expuestas y debilitadas de las tuberías como los dobleces y las uniones entre tubos, entre otras. Debido a los cambios abruptos en topografía, en este caso los dobleces de tubos serían la orden del día.

En muchos lugares la tubería sería tendida en suelos riscosos y arcillosos, según la propia AEE. No aplican, sin embargo, principios elementales de física y geomorfología al impacto de las lluvias intensas y los terremotos sobre estos tipos de suelos. Ahora, admiten que tendrán que hacer estudios geológicos de campo para lidiar con esta situación. Como si este asunto no fuera parte del ambiente, de forma contradictoria sostienen, junto con la Junta de Calidad Ambiental, que el proceso ambiental ya terminó. Esperemos que las agencias del gobierno de EU no estén de acuerdo con este subterfugio, típico de sastres jurídicos, que no cumple con los requisitos de la NEPA.

También admiten que tendrán que hacer estudios geológicos, geofísicos, hidrológicos y de otra índole, para proteger los sumideros que se encuentran en la ruta del gasoducto. No se plantean, sin embargo, que esto había que hacerlo como parte del proceso de declaración de impacto ambiental del proyecto. Insisten de forma contradictoria que ese proceso terminó. ¿Que tienen que decir las agencias del gobierno de EEUU con respecto al impacto acumulativo de las contradicciones de los funcionarios y representantes de la AEE?

La construcción de un gasoducto terrestre para la transportación de gas natural es una tarea muy difícil, punto menos que imposible, en Puerto Rico. Partimos de la premisa que la protección de

la seguridad de los humanos no es negociable. Ello implica que la distancia del gasoducto a las viviendas, escuelas, comercios, parques y otros centros de actividad tendría que ser más de ciento veintiocho metros, si este va a tener un diámetro de 24 pulgadas y una presión de 650 libras por pulgada cuadrada. Hay que recordar que a corto plazo pretenden transportar el gas, para suplirlo sólo a la planta de ciclo combinado de 400 MW localizada en Puerto Nuevo, San Juan.

La distancia en pies se calcula con la fórmula $r = 0.685\sqrt{pd^2}$. La presión p está dada en libras por pulgada cuadrada y el diámetro de la tubería en pulgadas. La fórmula fue desarrollada por el científico Mark J. Stephens¹, para el Gas Research Institute. Ésta fue incorporada por el Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA), del Department of Transportation de EEUU (DOT) en el 49 CFR 192.903. Basándonos en el estudio de Stephens, en el caso que nos ocupa, se puede concluir que uno por ciento de las personas que estén a 128 metros en el exterior, al momento de ocurrir un fuego y explosión en la tubería, pueden sufrir quemaduras severas y hasta morir. También pueden incendiarse las estructuras de madera localizadas a esa distancia.

Algunos empleados y asesores de la AEE, que no viven o vivirían cerca de un gasoducto, consideran bajo el por ciento de personas que pueden sufrir daño a esta distancia. Ellos, sin embargo, proponen localizar el gasoducto a una distancia muchísimo menor de miles de personas. Los miles de que pueden sufrir las consecuencias del fuego y la explosión, no estarán de acuerdo con ellos.

La probabilidad de que ocurra un fuego o explosión en un lugar específico de un gasoducto es baja. La probabilidad de que ocurra en algún lugar de un gasoducto de 92 millas es mucho mas elevada. Además, las consecuencias negativas de un fuego y explosión de gas natural en un gasoducto, para la salud y la seguridad humana y sus propiedades son severas.

Ciertos empleados de la AEE y sus asesores legales sostienen que la reglamentación de EEUU no establece una distancia fija entre un gasoducto, viviendas, carreteras, comercios, oficinas y

¹ A model for sizing high consequence areas associated with natural gas pipelines. (December 2001).

otras estructuras en las que están presentes humanos. Para comenzar, no existe una distancia fija porque ésta varía con la presión del gas y el diámetro de la tubería. A mayor la presión del gas y el diámetro de la tubería, mayor será la distancia requerida para proteger la seguridad y la salud de los humanos y otras especies.

La PHMSA incorporó la fórmula desarrollada por Mark J. Stephens, en su reglamentación. No tendría sentido incorporar la fórmula si no se incorporan las premisas, el razonamiento y las conclusiones de Stephens. La PHMSA utiliza la fórmula para establecer las categorías de elevado peligro (high consequence areas) en un radio de 200 metros de diversos puntos en las tuberías. Las categorías se establecen con miras a determinar el grosor de las tuberías de acuerdo a la densidad poblacional en ese radio de 200 metros. La razón de ser de las categorías es sencilla: a mayor densidad poblacional mayor el número de gente que sería afectada de forma severa por un fuego y explosión y más difícil su relocalización inmediata más allá del radio de 200 metros.

Funcionarios y algunos asesores legales de la AEE han expresado que 22.86 metros (75 pies) o en unos casos menos, es suficiente para propósitos de conservación y mantenimiento (servidumbre de mantenimiento) (DIA-P Pág. 1-3 y 1-4). Señalan que la servidumbre de mantenimiento de 75 pies (22.86 metros) a cada lado de la tubería podrá ser reducida o aumentada según fuere el caso en cada lugar de la ruta. Afirman que la AEE expropiará los terrenos dentro de la servidumbre de operación de veinticinco pies (7.62 metros) a cada lado de la tubería. Aseveran que de ser necesario extenderán la adquisición de terrenos dentro de toda la servidumbre de mantenimiento (DIA-P, Pág. 6-25).

A la página 6-35 de la llamada DIA-P la AEE señala que donde único sería prohibida la existencia de estructuras es en la servidumbre de operación de cincuenta pies, es decir a veinticinco pies (7.62 metros) a cada lado de la tubería. Están diciendo que la AEE no viene obligada a expropiar o a compensar a los que lleven a cabo actividades a mas de 7.62 metros y menos de 22.86 metros de distancia de la tubería, donde termina la servidumbre de mantenimiento. Como no lo excluyen algunas de estas estructuras podrían ser usadas para vivienda. Esto se haría en claro menoscabo de la seguridad y la salud de la gente, a pesar de

todas sus expresiones de que han variado la ruta del gasoducto para proteger los humanos DIA-P, Pág. 4-22, Pág.6-1 DIA-F.

A la página 4-21 de la llamada DIA-P, se asevera que en el pasado se gestó oposición a un proyecto similar, debido a una percepción errada de la gente de que el transporte de gas natural es una operación insegura. Lo cierto es que, a pesar de todos los adelantos tecnológicos los fuegos y explosiones surgidos en rupturas de gasoductos siguen ocurriendo. No es un asunto de percepción de la gente, es una conclusión que surge de la experiencia.

En la sección 3.9 de la llamada DIA-P, la AEE incluye la distancia a la residencia y zona de tranquilidad más cercana. Si se aplicara la posición de la AEE discutida en los párrafos anteriores solo tendrían que expropiar la Iglesia Presbiteriana al borde de la PR-10 en Utuado y las estructuras cercanas a las carreteras PR-690 y PR-2 en Vega Alta. Estas son las únicas que están a menos de 7.62 metros del centro de la tubería. Lo que eso implica es que la AEE pretende no responsabilizarse por la seguridad de la gente en lugares tan cercanos como 7.63 metros (25.01 pies) de la tubería.

Hay cuando menos ocho sectores en los cuales hay estructuras a menos de 22.86 metros (75 pies) del centro de la tubería. La mitad de estos están en Utuado, el segundo municipio en tasa más elevada de familias bajo el nivel de pobreza (60.3%). Este asunto se discute en mayor detalle en la evaluación del análisis de Justicia Ambiental de la llamada DIA-P (ver Anejo 1).

A la pagina 5-55 de la llamada DIA-F se interpreta de manera errónea capciosa, el radio de impacto para lugares de alta consecuencia (de elevado peligro), calculado según la formula mencionada desarrollada por Mark J. Stephens. Stephens concluyó que el resultado obtenido con su formula es conservador, porque a veces el radio calculado es mayor a la distancia a la cual se observa daño sobre vida y propiedades. La AEE utiliza esta aseveración general para expresar que “[n]o obstante, de acuerdo a la validación que el autor hace de la formula que propone, las consecuencias graves o fatales que pueden ocurrir en caso de una falla para una tubería similar a Vía Verde alcanza los primero 150 pies.” Invitamos a los funcionarios de las agencias del

gobierno de EEUU a constatar, que esta aseveración no tiene ninguna base científica que pudiera deducirse del documento de Mark J. Stephens.

A la Pág. 5-55 de la llamada DIA-F se señala que no se permitirá la construcción de estructuras a menos de 150 pies del centro de la tubería. A esta distancia ahora en la llamada DIA-F la AEE, la llama distancia de despejo. De manera contradictoria expresan que se adquirirá terrenos por expropiación en la servidumbre de operación que se extiende 25 pies a cada lado de la tubería y que la AEE no viene obligada a comprar propiedades más allá de esta distancia. ¿Tenemos que interpretar entonces que la mayoría de las estructuras existentes entre 7.63 metros (25.01 pies y 45.7 metros (150 pies) a ambos lados de la tubería no serían expropiadas? Muchas de estas son viviendas, por lo cual se estarían exponiendo miles de personas a fuegos y explosiones del gas natural que sería transportado a través del gasoducto.

Esta posición es una invitación al desastre. Esperemos que las entidades del gobierno de EEUU no vayan a condonar esta clara falta de sentido solidario con otros humanos. El principio de la precaución requiere que se tomen medidas preventivas para evitar daños a vidas y propiedades. La AEE insiste en comparar a Puerto Rico con EEUU. La densidad poblacional de Puerto Rico es alrededor de 1,150 personas por milla cuadrada, la de EU es poco más de 86. Peor aún, la AEE pretende comparar a Puerto Rico con Alaska, un estado con condiciones climáticas y demográficas, en fin ecológicas, tan distintas a las nuestras.

La gerencia de la AEE no le ha informado al pueblo que pretenden aumentar de forma significativa la presión del gas en la tubería en el futuro, para alimentar con gas las plantas de Cambalache en Arecibo y Palo Seco en Toa Baja. A la página 1-5 de la llamada DIA-P, la AEE asevera que la tubería podría operarse hasta una presión de 1450 libras por pulgada cuadrada.

Si se aumentare la presión a más de 650 libras por pulgada cuadrada, como contempla la AEE, aunque no lo haya informado en las llamadas DIA-P y DIA-F, entonces la distancia sería mucho mayor. Por ejemplo para una presión de 1050 libras por pulgada cuadrada la distancia tendría que ser mayor de 162.3 metros. Si la presión fuera 1450 libras por pulgada cuadrada, entonces la distancia aumentaría a más de 174.4 metros.

La AEE no discute en la llamada DIA-P la ubicación concreta de los segmentos de la tubería en cuanto a las categorías de alta consecuencia a lo largo de la ruta del gasoducto. A la pagina 5-57 de la llamada DIA-F informan que solo habrá 27.78 millas de la tubería tipo Clase 3, pero no informan cuales son los lugares específicos con esa clasificación. Por otro lado admiten que hay lugares catalogados como Clase 1 o 2, que son sitios al aire libre como, playas, parques y otros, que conllevan una modificación a Clase 3. Tampoco informan los lugares concretos que tienen esta última característica.

Dada esta indefinición geográfica, no es posible determinar de forma concreta el impacto de un fuego o explosión en estos lugares sobre la vida y propiedad y otros componentes bióticos y abióticos del ambiente. La AEE pretende dejar esta evaluación para el Plan de Respuestas a Emergencias, que, desde luego, no han preparado. Este es un asunto ambiental de importancia fundamental que tiene que ser discutido en una verdadera declaración de impacto ambiental, como la que tienen que requerir las agencias del gobierno de EEUU.

Hasta ahora no se ha puntualizado que la construcción del gasoducto a lo largo de la carretera #10, la autopista #22 y la carretera # 165 presenta un peligro para los que viajen en automóviles por éstas. De particular preocupación son los que viajen por la carretera # 10 entre Utuado y Arecibo. En ésta hay grandes extensiones con farallones verticales de piedra caliza de gran altura, que conforman un área semiconfinada, en el caso de un fuego y explosión. Los que estuvieren en el lugar sufrirían las severas consecuencias de su propagación a lo largo de la carretera por cientos de metros de distancia.

Representantes de la AEE han informado en fecha muy reciente, que consideran reactivar el proyecto del gasoducto del sur. Es de esperar que lo próximo que anunciarán será la construcción del gasoducto del oeste. Funcionarios gubernamentales también han anunciado que pretenden suplir energía eléctrica a otros países del Caribe, América Central y del Sur.

¿Habrás visto un mejor ejemplo de fragmentación de la evaluación del impacto ambiental de un proyecto? De paso sería un ejemplo supremo de dependencia energética y económica de un

combustible que no es renovable, a través de un solo puerto y por lo que se comenta de una sólo compañía transnacional: Gas Natural FENOSA. Compañía que según habitantes de Nicaragua, Colombia, Guatemala y otros países no han cumplido con sus responsabilidades contractuales y han sido co-responsables de actividades represivas contra los que protestan por sus prácticas económicas abusivas.

Sigamos la máxima que se le atribuye a Napoleón Bonaparte: Vísteme despacio que voy deprisa o el dicho popular: La prisa es mala consejera. Hay que poner fin al tipo de pseudo planificación energética con fines electorales, que sufrimos en el 2007-2008 y al presente.

Es tan difícil generar consenso sobre proyectos energéticos en Puerto Rico, que no hay por qué añadir al proceso la superficialidad que acompaña la prisa.

Referencias

AES Puerto Rico. (2010). Disponible en www.aespuertorico.com

American Chemical Society (2010, March 11). World crude oil production may peak a decade earlier than some predict. *ScienceDaily*. Disponible en <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100310134255.htm>

American Gas Association. (2010). What Causes Natural Pipeline Accidents? Disponible en <http://www.aga.org/Kc/aboutnaturalgas/consumerinfo/CausesofNGPipelineAccidents.htm>

Brown, L. R. (2009). Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization. New York: W.W. Norton & Company, Inc.

Das, S., Roger Cheng, J.J., and Murray, D.W. (2007). Prediction of the fracture life of a wrinkled steel pipe subject to low cycle fatigue load. *Ca. J. Civ. Eng.* 34: 1131-1139.

40 CFR 192 -Transportation of Natural and other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards. Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. Department of Transportation

Grant, K., Ownby, D. and Peterson, S. (2006). Understanding Today's Crude Oil and Product Market. Lexecon an FTI Company.

Grubb A.(2010). Peak Oil Primer and Links. Energy Bulletin. Disponible en <http://www.energybulletin.net/print/45469>

Gutiérrez, B. (2010). La demanda de China hará crecer la inestabilidad del precio del petróleo. Disponible en <http://www.estrategiasdeinversion.com/noticias/20101013/demanda-china-hara-crecer-inestabilidad-precio-petroleo>

International Energy Agency. (2010). Monthly Natural Gas Survey July 2010. Disponible en <http://www.iea.org/stats/surveys/natgas.pdf>

Irizarry, A., Colucci, J., and O'Neill, E. (2008). Renewable Energy for Puerto Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez. Administración de Asuntos de Energía

Junta de Planificación-Oficina del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico. Distribución de Áreas de Infraestructura: Energía Eléctrica.

Kretschmer, R.K. and Smock, S. (2002). Outlook-Pipeline-Corrosion and Excavation Damage Safeguards Need Substantial Work. *Natural Gas*. John Wiley and Sons, Inc.: 16-18.

Locura, E. (2008). El futuro del petróleo y el gas natural. Simposio Necesidad de una estrategia energética sostenible, Madrid España. Consejo Superior de Colegios de Ingenieros y Minas.

Marcellus Shale-Appalachian Basin Natural Gas Play, New Research results surprise everyone on he potential of this well-known Devonian black shale. Disponible en <http://geology.com/articles/marcellus-shale.shtml>

Meruane, G. and Vargas, T. Bacterial oxidation of ferrous iron by Acidithiobachillus ferroxidans in the pH range 2.5-7.0. Hydrometallurgy. Vol. 71 (1-2): 149-158

Murphy, P. (2008). Plan C: Community Survival Strategies for Peak Oil and Climate Changes. Canada: New Society Publishers

National Renewable Energy Laboratories and True Wind. Puerto Rico – 100 m Wind Speed

NOAA Nautical Chart On-Line Viewer Atlantic.

Disponible en

<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/AtlanticCoastViewerTable.shtml>

Plan Estratégico para Promover la Sostenibilidad del Sistema Eléctrico de Puerto Rico. (2009). Mesa de Diálogo del Sistema Eléctrico de Puerto Rico

Polyakov, S.G. and Rybakov, A.A. (2009). The Main Mechanism of Stress Corrosion Cracking in Natural Gas Trunk Lines. Strength of Materials, Vol. 41 (5): 456-463

Prepa Is... (2010). Disponible en www.prepa.com/aeecs2_eng.asp

Prepa Is... (2010). Costa Sur. Disponible en <http://www.prepa.com/COSTASUR.ASP>

Prepa Is... (2010). Aguirre. Disponible en <http://www.prepa.com/AGUIRRE.ASP>

Prepa Is... (2010). Cambalache. Disponible en <http://www.prepa.com/CAMBALACHE.ASP>

Prepa Is... (2010). San Juan. Disponible en <http://www.prepa.com/SANJUAN.ASP>

Prepa Is... (2010). Palo Seco. Disponible en <http://www.prepa.com/PALOSECO.ASP>

Radler, M. (2010, Septiembre 6). OGJ150 financial results down in '09; production, reserves up. *Oil & Gas Journal*, Vol. 108 (33): 50-56.

Servicios Científicos y Técnicos, Inc. (2010). Distancias entre plantas termoeléctricas principales.

Smil, V. (1994). Energy in World History. United States of America: Westview Press, Inc.

Smith, L.L. El futuro energético de Puerto Rico. Ponencia presentada ante la Comisión de Gobierno de la Cámara de Representantes, conforme a la Resolución #3947.

Stephen, M. (2001). A Model for Sizing High Consequence Areas Associated with Natural Gas Pipelines (Topical Report). CFER Report 99068. C-FER Technologies, Canada

UK Energy Research Centre (2009, October 8). 'Significant Risk' Of Oil Production Peaking In Ten Years, Report Finds. *ScienceDaily*. Disponible en <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/091007223743.htm>

United States Department of Agriculture. (1982). Soil Survey of Arecibo Area of Northern Puerto Rico. Soil Conservation Service in cooperation with College of Agricultural Sciences, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.

United States Department of Agriculture. (1979). Soil Survey of Ponce Area of Southern Puerto Rico. Soil Conservation Service in cooperation with University of Puerto Rico College of Agricultural Sciences.

Who we are. Ecoeléctrica. (2010). Disponible en www.ecoelectrica.com/about/whoweare.html

World Oil Production. (2010). Hubbert Peak Oil Production. Disponible en <http://www.hubbertpeak.com/>

Zhu, X.Y., Lubeck, J. and Kilbane, J.J. (2003). Characterization of Microbial Communities in Gas Industry Pipelines. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 5354-5363

International Energy Agency. (2010). World Energy Outlook 2010. Resumen Ejecutivo. Disponible en <http://www.worldenergyoutlook.org>

The Oil Drum. (2010). *Shale Gas-Abundance or Mirage? Why The Marcellus Shale Will Disappoint Expectations*. Recuperado 28 de octubre, 2010. Disponible en <http://www.theoil Drum.com/node/7075>

The Oil Drum. (2010). *Arthur Berman talks about Shale Gas*. Recuperado 28 de octubre, 2010. Disponible en <http://www.theoil Drum.com/node/6785>

The Oil Drum. (2010). *ExxonMobil's Acquisition of XTO Energy: The Fallacy of the Manufacturing Model in Shale Plays*. Recuperado 22 de octubre, 2010. Disponible en <http://www.theoil Drum.com/node/6229>