

*Fuentes alternativas de generación de energía, incentivos y mandatos regulatorios: Una aproximación teórica al caso colombiano**

Recibido para evaluación: 18 de Abril de 2005

Aceptación: 26 de Sept de 2005

Entrega de versión final: 26 de Sept de 2005

Carlos Mario Zapata ¹
Mónica Marcela Zuluaga ²
Isaac Dynner ³

RESUMEN

Las fuentes alternativas de generación de energía se están constituyendo en los diferentes países del mundo en una opción real para la expansión de los sistemas eléctricos debido a su gran desarrollo y al hecho de tener un tratamiento ambiental diferente a las fuentes convencionales. En este artículo se realiza un compendio de las problemáticas comúnmente asociadas a las fuentes de energía renovables, se exponen los diferentes incentivos y mandatos regulatorios que se han implementado en países desarrollados y algunos casos de países latinos y se discute una primera aproximación de tipo teórico a un sistema de Incentivos para energías renovables en Colombia.

Bajo consideraciones de tipo teórico y frente a la experiencia internacional en el incentivo a las fuentes renovables para acelerar su difusión, se analizan las características de un sistema de incentivos a las fuentes renovables de energía en Colombia concluyendo que en las condiciones actuales con la motivación de incentivar la inversión, se aplican incentivos a corto plazo, es decir, la aplicación de mecanismo indirectos como bajas tasas de interés, exención en impuestos, etc; pero con restricciones en proporcionar apoyo a la productividad de las empresas generadoras.

PALABRAS CLAVES: Energías Renovables, incentivos, mandatos regulatorios en renovables

ABSTRACT

Alternative Energy Generation Sources are turning relevant in several countries worldwide because of technology improvement and the environmental treatment. In this paper, the most common problems of renewable energy sources are accomplished, different incentives and regulatory mandates from several countries are exposed, and a first theoretical approach to a renewable energies incentive system in Colombia is discussed.

The paper is fundamentally in theoretical aspects and international experience in renewable energies incentives to accelerate their diffusion; features are analyzed towards a special incentive system for renewable energies in Colombia. As a conclusion, in Colombia will be apply indirect incentives like low interest rate, taxes exemptions and so on. But these incentives are applied to limit the support of electricity productivity in generating organizations.

KEYWORDS: Renewable Energies, Incentives, Renewable Regulatory Mandates.

^{1, 2, 3} Instituto de Energía,
Universidad Nacional
de Colombia,
Sede Medellín.

* Este artículo es producto
de investigaciones llevadas
a cabo en el marco del
proyecto "El Mercado de
la Energía Eólica en
Colombia: Operación,
Riesgo y posibilidades de
expansión" cofinanciado
por la Universidad
Nacional de Colombia,
EPM y Colciencias.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo está experimentando uno de los más fuertes movimientos ambientalistas que haya tenido lugar en todos los tiempos. Se han promovido encuentros a nivel mundial, tales como la conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático en 1992 y la convención de Kyoto realizada en Diciembre de 1997 que produjo el denominado "Protocolo de Kyoto", cuyos efectos para nuestro país se analizan en Concha (1999); y más recientemente la Conferencia de Johannesburgo (United Nations, 2002). Allí, se discute con amplitud la importancia de fomentar iniciativas que propugnen por el manejo adecuado de los recursos, con el fin de proteger el ambiente, sin desmedro de las capacidades productivas de las diferentes actividades económicas y la disminución de gases de efecto invernadero de la capa terrestre (Concha, 1999).

En este entorno, la generación de energía a partir de fuentes no convencionales está comenzando a tomar fuerza en el mundo, motivando a los dirigentes de varios países a implementar acciones tendientes a incrementar los proyectos que en este sentido se han venido desarrollando; en Borja (2000) se muestra una lista de los principales programas gubernamentales vigentes sobre Investigación, Desarrollo y Demostración en energía eólica vigentes a esa fecha, entre los cuales se destacan:

- Alemania: Cuarto programa de Investigación en Energía y Tecnología del Ministerio de Economía y Tecnología.
- Dinamarca: Programa de Investigación en Energía del Ministerio de Ambiente y Energía y Programa de Desarrollo, demostración e información de energía renovable de la Agencia Danesa de energía.
- Estados Unidos: Programa de Energía Eólica del Departamento de Energía (USDOE).
- Países Bajos: Programa de Energía Eólica de NOVEM.
- Japón: Programa de Investigación, Desarrollo y Demostración en energía eólica del Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI).
- Suecia: Programa de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica del Instituto de Investigación en Aeronáutica (FFA).
- Reino Unido: Programa de energía Renovable del Departamento de Comercio e Industria.

Nótese el interés de los países desarrollados, como algunos países de la Unión europea y los Estados Unidos, los cuales por su necesidad específica de contribuir al ambiente en la misma medida en que lo destruyen con otras actividades, han tomado la delantera en este tipo de fuentes energéticas, tales como la energía eólica. En efecto, se puede apreciar en la Tabla 1, el crecimiento de la capacidad instalada de los principales productores de energía eólica.

Estos países se consolidan cada vez más hacia un manejo mucho más ambiental basado en el desarrollo e introducción paulatina de energía generada mediante fuentes diferentes a las convencionales. Respecto de las emisiones de gases contaminantes, (Concha, 1999) señala un crecimiento promedio del 1.3% anual en promedio, con un predominio de Estados Unidos en el grupo de los países desarrollados. Estos hechos de manera conjunta justifican la identificación de las experiencias en materia de regulación e incentivos de los principales países del mundo y su análisis de viabilidad de aplicación al caso colombiano. En la Figura 1 se muestra la Evolución de la Capacidad Instalada de Energía Eólica en la Unión Europea en Gw, que permite constatar un crecimiento de tipo exponencial.

Tabla 1. Crecimiento de la capacidad instalada de los principales productores de Energía Eólica

PAIS	Capacidad adicional en MW en el 2004	Total de Capacidad Instalada 2004 [MW]
Alemania	2020	16629
USA	370	6740
España	2071	8263
Dinamarca	7	3117
India	890	3000
Italia	221	1125
Noruega	206	1079
Reino Unido	239	888
TOTALES	6024	40841

Fuente EWEA, en línea, 2004

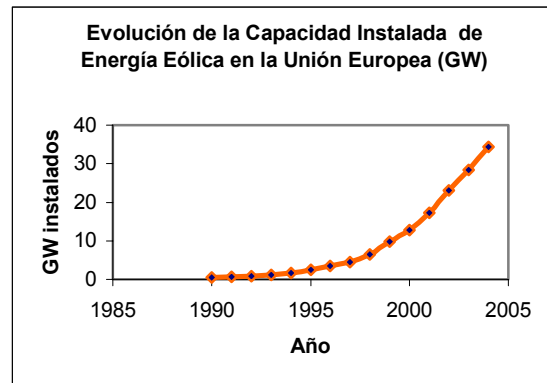


Figura 1. Evolución de la Capacidad Instalada de Energía Eólica en la Unión Europea (Gw)

Fuente EWEA, en línea, 2004

En el presente artículo se discuten algunas de las principales problemáticas asociadas con las fuentes renovables de energía en la sección 2, en la sección 3 se enumeran los elementos regulatorios e incentivos que han sido aplicados en países desarrollados para promover la utilización de las fuentes renovables en la producción energética. En la sección 4 se presenta un acercamiento a los sistemas de incentivos, se discute la conveniencia de un sistema de incentivos en Colombia en la sección 5 y en la sección 6 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. PROBLEMATICAS ASOCIADAS A LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Las energías renovables tienen asociadas una serie de barreras técnicas y económicas para su difusión, en el intento de crear condiciones para su competencia con las fuentes convencionales como los fósiles. A continuación se presentan algunas de estas barreras.

2.1. Costos de las Energías Renovables

Las tecnologías renovables aún no son tecnologías maduras y por lo tanto no son competitivas frente a las fuentes convencionales. En la Tabla 2 se presenta los intervalos de costos de las tecnologías de generación eléctrica, en la que se puede constatar como la tecnología eólica iguala en algunos casos los costos de la generación a carbón y a gas natural; sin embargo, como se puede apreciar en la Figura 2, sólo hasta mediados de la siguiente década la eólica será completamente competitiva con fuentes convencionales como lo es el carbón. Este tiempo será aun superior frente a otras fuentes como las hidráulicas, ya que la tecnología Hidráulica es la más eficiente generando electricidad. Esta tecnología es producida en promedio por 0.85 centavos de dólar/kwh., lo cual corresponde al 50% del costo de la nuclear, 40% del costo de energías fósiles, y el 25% de los costos del uso del gas natural (WIVC, en línea, 2004). La tecnología hidráulica es un caso relevante para Colombia teniendo en cuenta que en el país un gran porcentaje de la producción de electricidad proviene de recursos hídricos.

Frente a los costos de las fuentes renovables de energía, (Laughton, 1994) puntualiza la importancia del componente tecnológico en el manejo de las mismas y señala que de todos modos el alcance de cualquier recurso explotable depende en gran medida del precio que el consumidor está dispuesto a pagar, por lo cual en el cálculo de los costos siempre se deben realizar algunas suposiciones sobre el nivel de precios. Esta situación está igualmente presente para las diferentes fuentes de energía convencionales y no constituye un diferenciador para inclinar la balanza en favor de las fuentes renovables.

Tabla 2. Costos Totales para las Tecnologías de Generación Eléctrica

	Costos totales Cen \$USD/Kwh
Carbón	6.3-9.5
Gas Natural	4.4-9.0
Nuclear	10.2-14.2
Biomasa	8-12
Hidráulica	2.4-8.7
Fotovoltaica	25.6-50.6
Viento	4.05-6.25

Fuente: Sawin, en línea, 2004

Sin embargo, el factor ambiental y la determinación de los impactos de las fuentes de energía convencionales tradicionalmente no se han tenido en cuenta en la valoración de los costos de estos tipos de energías. Se debería diseñar una metodología del cálculo de esos costos tomando en consideración las diferentes variables, incertidumbres e impactos de los diferentes tipos de energía, para despejar de una vez por todas las dudas respecto de las energías renovables y verificar si en el aspecto económico se está cometiendo en la actualidad algún tipo de imprecisión por el hecho de obviar ciertos factores de la valoración de los costos (IDAE,1999)

2.2. Intermitencia de las Energías Renovables

Algunas energías renovables no pueden seguir en forma directa la curva de potencia de energía, porque no son firmes, es decir, el

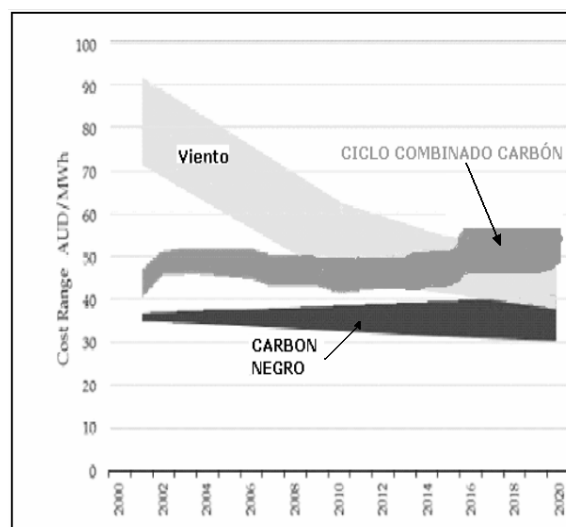


Figura 2. Evolución del Rango del Costo de la Eólica a través del tiempo, frente a costos de carbón.

Fuente: Mallo y Reardon, en línea, 2004

recurso no está disponible en toda la franja horaria. Esta dificultad intrínseca a los recursos que se explotan y a la tecnología impone restricciones de entrada al mercado.

La intermitencia de las energías renovables pone de manifiesto dos aspectos: en primer lugar los reguladores deben comprender que este tipo de energías deben ser tratadas preferencialmente desde el aspecto operacional, evitando al máximo penalizaciones que las sacarían del mercado y, en segundo lugar, se deben implementar políticas de complementariedad entre fuentes energéticas para lograr eficiencia y objetivos ambientales en la atención de la demanda (AWEA, en línea, 2001).

A este respecto, y particularmente para las fuentes hidráulica y eólica, Amarante et al (2001) plantean el tema de la complementariedad de regímenes estacionales en Brasil a partir de series de datos de los dos tipos de fuentes energéticas. Sin embargo, y pese a los buenos resultados que se han encontrado en las series de datos, surgen interrogantes en el manejo de la información correspondiente y que deberían ser corroborados con estudios teóricos del asunto, tales como:

- ¿Es completamente cíclico y predecible el comportamiento de los vientos como para definir la existencia de la complementariedad? ¿Podrían existir comportamientos anormales que afecten la sostenibilidad, si se llega a una estrategia basada en la complementariedad de las fuentes energéticas?
- ¿Cómo se podría emplear la complementariedad para evaluar la expansión del sistema energético de un país? ¿Cómo se podría evitar la sobreoferta de energía que se podría generar para atender las necesidades de la demanda?
- ¿Se podría diseñar, para las condiciones de un país en particular, un tamaño óptimo de diferentes fuentes energéticas que pueda inducir a garantizar sostenibilidad con el mínimo valor de inversión posible?

El estudio de Amarante et al. no puede ser considerado decisivo en el tema de la complementariedad, pues apenas es un esbozo a través de valores numéricos que podrían tener algún grado de

imprecisión. Llama la atención, eso sí, que esas series se adaptan perfectamente a las diferentes estaciones de cada fuente energética, por lo cual, si se logra corroborar en forma teórica la hipótesis que se ha planteado en forma empírica, se tendría una oportunidad única para definir la sostenibilidad energética a partir de soluciones óptimas de cada una de las fuentes energéticas. La gestión de sistemas energéticos complementarios daría vía libre a la implementación de tecnologías limpias en los sistemas de interconexión eléctrica internacionales (2001).

Además, las barreras actuales para la entrada de las energías renovables en los mercados energéticos internacionales están relacionados directamente con sus niveles de competitividad aún bajos; es por esto que ha sido habitual que la introducción de fuentes no convencionales de energía en parte importante de los países del mundo haya requerido de la participación directa del Estado, puesto que los proyectos relativos a este tipo de tecnologías no han presentado propuestas que los hagan comercialmente viables desde el principio. En este aspecto se afirma que "Los Gobiernos de los países de la Agencia Internacional de Energía han afirmado y extendido sus decisiones iniciales sobre reglas de política energética comunes - incluyendo investigación, desarrollo y demostración, las cuales, en una base cooperativa, les ayudarán a lograr y mantener los objetivos básicos de un constante y seguro suministro primario de energía", y continúa luego "Es de especial interés (...) la investigación, el desarrollo y la demostración de fuentes de energías renovables, entre otras áreas, se les ha dado una especial atención y se ha enfatizado en el mejoramiento de la colaboración internacional" (Schneider, 1990).

3. ELEMENTOS REGULATORIOS E INCENTIVOS PARA EL FOMENTO DE LAS FUENTES NO RENOVABLES DE ENERGÍA

La participación de los Gobiernos ha sido un elemento clave en el fomento de la generación y el uso de energías renovables y por ello los países líderes en este tipo de energías han manejado una serie de mecanismos de fomento, definidos con una política clara de impulso y con orientaciones hacia procesos mucho más ambientalistas. La clasificación y caracterización de este tipo de políticas puede ser evidenciable en la Tabla 3, donde se clasifican las políticas de incentivo a las fuentes renovables en dos tipos: Medidas legislativas y medidas no legislativas.

A continuación se abordarán los incentivos y los mecanismos regulatorios referenciados en la Tabla 3, que han sido aplicados más extensivamente en países desarrollados.

3.1. Portafolio Estándar de Renovables

Uno de los mecanismos regulatorios más usados es el denominado PORTAFOLIO ESTÁNDAR DE RENOVABLES (Gielecki, 2002), que es una regulación que ordena que la energía renovable provea un cierto porcentaje de la generación o el consumo total de energía. Es un mecanismo para garantizar que el generador convencional entregará una parte de su oferta de energía en renovables.

El portafolio estándar de renovables (AWEA, 2001) es una política flexible y dirigida al mercado para que se pueda asegurar que los beneficios públicos de la energía eólica, solar, geotérmica o de biomasa tengan reconocimiento mientras los mercados de la electricidad se vuelvan más competitivos. Con ello, busca la inclusión de un mínimo de energía renovable en el mercado de la

electricidad de un estado o un país, buscando sostenibilidad, eficiencia e innovación con el mínimo costo posible. El portafolio funciona con una serie de créditos que todos los generadores de energía deben demostrar al final de un determinado periodo y cuya carencia ocasiona multas muy elevadas.

Tabla 3. Regulaciones y Sistemas de Incentivos en Energías Renovables

MEDIDAS LEGISLATIVAS	Demanda y Control: Forzar inversiones	Dentro de estas medidas se encuentran: Renewables Portfolio Standard, Tax Credits, Low Cost Capital Program, Direct Cash Incentives
	Demanda y Oferta: Intervención en los precios, cantidades ofertadas	
MEDIDAS NO LEGISLATIVAS	Iniciativas voluntarias	Políticas de Recursos Distribuidos, Oportunidades de selección del consumidor, Net Metering y Retail Wheeling, Otros Mecanismos
	Informativas y administrativas	

Fuente: *Modificación Enzensberger y otros, 2002*

3.2. Créditos Tributarios

Los Tax Credits (Gielecki, 2002) son créditos tributarios para financiación de diferentes actividades relativas a energías renovables, especialmente para la compra de equipos. Tradicionalmente, el Gobierno ha empleado créditos tributarios para apoyar objetivos de políticas sociales o económicas y para apoyar la inversión en ciertas áreas como las energías renovables; sin embargo, los créditos tributarios son beneficios para la equidad de los inversionistas y no ayudan a sostener deudas de los proyectos (Rader, 1999).

Se han generado también algunas modalidades de créditos fiscales para incentivar la inversión (Créditos Tributarios de Inversión), los cuales reducen los impuestos de renta que se causan a un inversionista en una transacción de compra de activos. En general, este tipo de créditos se emplea únicamente una vez por proyecto (o incluso pueden ser diferidos durante el primer año del proyecto) y por ello constituyen más un mecanismo de incentivo inicial que un incentivo perdurable de seguimiento, lo que hace que sea necesaria su combinación con otros tipos de políticas que puedan generar incentivos de más largo plazo en los proyectos.

Otra forma de manejo son los Production Tax Credits que permiten descontar de los impuestos un valor relacionado con la cantidad de energía producida mediante fuentes renovables. Los créditos tributarios pueden constituirse en formas de exención parcial o total de impuestos de diferentes tipos y, aunque no constituyen elementos suficientes para inclinar la toma de decisiones hacia proyectos renovables, sí permiten obtener ciertos beneficios cuando ya se ha tomado la decisión de inversión en el proyecto. Incluso, se pueden generar exenciones de impuestos que fomenten el desplazamiento de fuentes más contaminantes de energía como los combustibles fósiles (Gielecki, 2002).

3.3. Programas de Capital a Bajo Costo

Un primer mecanismo de este tipo lo constituyen los préstamos subsidiados por el Gobierno. En los proyectos de pequeña envergadura, los costos de la deuda tienen un gran impacto sobre el costo total de la energía generada (mucho mayor que en los grandes

proyectos, por ejemplo); en estos casos, el Gobierno mediante una agencia especial o con instituciones privadas puede ofrecer préstamos blandos u otro tipo de mecanismos como bonos de desarrollo económico, préstamos gubernamentales, programas de desarrollo de la comunidad y bonos verdes (Rader, 1999).

Un segundo mecanismo está representado por la agregación de proyectos, que consiste en la conformación de "paquetes" de proyectos para aprovechar las garantías de las economías de escala, reducir los costos transaccionales asociados con la financiación de pequeños proyectos y la reducción de los costos financieros por la diversificación de los riesgos de los proyectos (Rader, 1999).

3.4. Incentivos Directos

El primero de los mecanismos de este tipo es el incentivo a la producción directa, en el cual el gobierno define unos pagos que son entregados durante un periodo de tiempo acordado a los productores de energías renovables (Gielecki, 2002). Es similar en su naturaleza a los créditos tributarios de inversión y producción, pero sin que medie para ello una base tributaria. Por ser un pago directo sobre la producción que se genera, este tipo de incentivos fomentan los proyectos productivos, con ventajas sobre su homólogo (créditos tributarios de producción), tales como el hecho de que no presenta dificultades para que el inversionista absorba la totalidad del incentivo (puesto que no se trata de una deducción de impuestos sino de un aporte en efectivo del gobierno) contribuyen a solucionar los problemas crediticios de los proyectos y son válidos incluso para organizaciones exentas de impuestos. Su principal desventaja desde el punto de vista estatal la constituyen los desembolsos que deben hacerse y desde el punto de vista de los inversionistas la incertidumbre generada por el origen de los fondos y la garantía en la continuación de su pago (Rader, 1999).

3.5. Políticas de Recursos Distribuidos

Un primer mecanismo de este tipo lo conforman los contratos estándar para sistemas eólicos distribuidos y pequeños, que pueden simplificar las negociaciones y reducir los costos transaccionales por el intercambio comercial entre las partes, la velocidad del proceso de contratación, la mejora en los prospectos de financiación de proyectos y el aseguramiento de que todos los vendedores se tratan con equidad (Rader, 1999).

Las políticas de extensión de líneas constituyen un segundo mecanismo; las extensiones de línea han sido históricamente subsidiadas por el enganche de nuevos consumidores. Esos subsidios se han racionalizado como medios para la captura de economías de escala asociadas con la interconexión de grandes cantidades de consumidores, o como medios para incrementar el crecimiento y construcción de nuevas líneas en áreas rurales y urbanas (Rader, 1999).

3.6. Oportunidades de selección del consumidor

Estos mecanismos toman ventaja de la disponibilidad del consumidor de electricidad de pagar para proveer beneficios de tipo ambiental, sanitario o público. Esas oportunidades se pueden capitalizar mediante el ofrecimiento de suministro de energía renovable a un precio superior mediante los programas de servicios públicos, el ofrecimiento de programas de contribuciones o donaciones a través de facturas del consumidor, entregando el acceso de los clientes a generadores de fuentes renovables, ofreciendo a

comunidades o grupos agregados de consumidores el suministro de energía más limpia y creando fondos de inversión que ofrezcan una baja tasa de retorno para suministrar capital a las tecnologías de energías renovables (Rader, 1999).

3.7. Net Metering y Retail Wheeling

Otro mecanismo regulatorio de gran aceptación en los países desarrollados es el denominado NET METERING (Gielecki et al, 2002), en el cual los mismos consumidores generan su propia energía (lo que se suele denominar autogeneración) y venden sus excedentes, es decir, la potencia que generan por encima de sus necesidades, de vuelta a la red a unos precios pactados. Por lo general, esos acuerdos emplean alguna métrica para la determinación de la energía que se entrega a la red, mediante flujos de entrada o salida de electricidad y de ahí su nombre.

En autogeneración se ha aplicado también un mecanismo denominado RETAIL WHEELING (NEO, 2002) o acceso directo, en el cual el consumidor genera su propia energía y toma los faltantes de la red o suministra sus excedentes, pero regulatoriamente no existen mecanismos de transacción.

La energía que generen los consumidores que decidan emplear cualquiera de los dos mecanismos puede ser proveniente de fuentes renovables. (Pape, 1999), considera varios tipos de sistemas de energía renovable distribuida que pueden ser susceptibles de manejar NET METERING, que son:

- Un sistema solar foto voltaico de 500 W.
- Un sistema de energía eólica de 10 kW.
- Un sistema de energía eólica de 25 kW.
- Un sistema micro hidráulico de 1 KW.
- Un sistema micro hidráulico de 10 KW.

3.8. Otros Mecanismos

En España, para el Plan de Fomento de las Energías Renovables (IDAE, 1999), se estudiaron otros mecanismos, tales como la regulación de acuerdos económicos con las administraciones locales, con el fin de centralizar las políticas regulatorias y evitar que se realicen negociaciones privadas con cada una de las administraciones locales que puedan atentar contra las tarifas reguladas. En el mismo estudio se mencionan la Armonización de requisitos de impacto medioambiental, con el fin de unificar las exigencias que en esta materia se apliquen a las diferentes fuentes de generación de energía, y el apoyo a la generación de normas multinacionales, adaptadas a las condiciones de las regiones que integran las diferentes naciones participantes de estos acuerdos.

En Dinamarca (Krohn, 2002) tradicionalmente se ha empleado un mecanismo de regulación que pretende la reducción en el consumo de combustibles fósiles. Este mecanismo se denomina "impuestos verdes", y consiste en la generación de impuestos indirectos en la energía para fomentar los ahorros de energía; se usan especialmente en los hogares y tienen poca incidencia sobre el sector industrial.

Otros mecanismos regulatorios se relacionan con:

- La reglamentación de unos límites de emisiones acompañados por mecanismos de intercambio de emisiones.
- La generación de una serie de impuestos a la emisión (con los

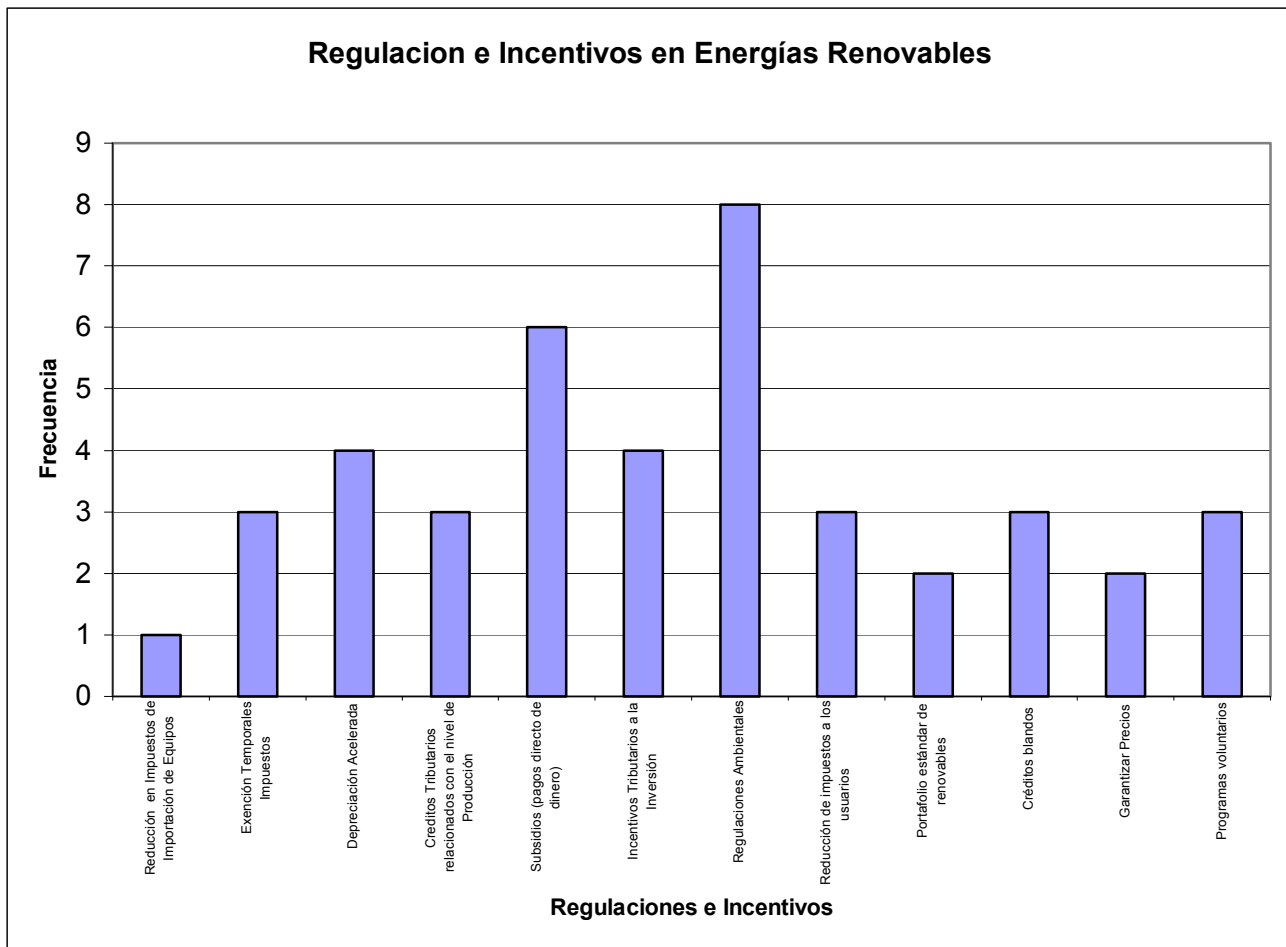


Figura 3. Frecuencia de Incentivos a las Energías Renovables Aplicados en Algunos Países

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la Web

cuales se pueden financiar proyectos de generación mediante fuentes no convencionales), que se incrementan con la cantidad de emisiones.

- La aprobación rápida de proyectos ambientales, que sirva como estímulo a la inversión extranjera, que permite un rápido trámite de los proyectos por su enfoque ambiental.
- La calidad en los servicios ofrecidos, que incentiva a los proveedores de un bien o servicio a mejorar en la calidad de los mismos a cambio de los reconocimientos que le permitan posicionarse en el mercado.
- Apoyo a la Investigación y Desarrollo de tecnologías de energías renovables en: investigación básica (investigación original sin fines comerciales), investigación aplicada (investigación con fines comerciales) y desarrollo (transferencia de descubrimientos científicos a productos o procesos comerciales, IDAE, 1999).

4. FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE INCENTIVOS Y MANDATOS REGULATORIOS EN PAÍSES ESPECIFICOS (CASOS)

En la sección anterior se describieron en forma general los incentivos más usados en algunos sistemas eléctricos nacionales. En esta sección se pretende la presentación de sistemas de incentivos

integrales, ya que en un país no se aplica sólo un tipo de incentivos sino un cierto número de ellos para lograr un mayor impacto en el objetivo que se busca, que es aumentar la generación y el consumo de energía que proviene de fuentes renovables o limpias.

En la Figura 3 se presenta la frecuencia de implementación de incentivos para la promoción de energías renovables en los siguientes países: Argentina, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Holanda, Filipinas, Reino Unido, Estados Unidos, Luxemburgo y Suecia. Los incentivos de la Figura 3 se pueden constatar en la Tabla 3. De la Figura 3 se puede inferir:

- En general los países presentan mayores avances en regulaciones de tipo ambiental que en el desarrollo legislativo para promocionar energías limpias.
- Algunas de las prácticas más utilizadas son los subsidios (pagos directo de dinero a los productores) bien sea una proporción del capital o como pagos proporcionales al nivel de producción.
- Seguidamente en orden de importancia se ubican mecanismos como la depreciación acelerada e incentivos tributarios a la inversión, cuyos efectos, en últimas, corresponden a la reducción en la carga impositiva para los generadores de este tipo de energía.
- También vale destacar que, aunque la mayoría de los incentivos

reacaen sobre los generadores (productores), algunos sistemas también contemplan la implementación de incentivos a los consumidores como reducción de impuestos a aquellas personas que utilicen este tipo de energía o programas voluntarios de “energía verde”

La tendencia a resaltar en este punto es la concordancia entre la legislación ambiental y la promoción de energías verdes. En este sentido, algunos autores opinan que el mejor tratamiento que se puede dar en el marco del mercado para propiciar la participación en el portafolio energético de las energías alternativas, es la inserción de las externalidades negativas, es decir, cargar las energías fósiles por los daños que producen al medio ambiente, en lugar de subvencionar las energías limpias (Moomaw, en línea, 2002), interviniendo en menor proporción el mercado. Sin embargo esta aproximación está lejos de ser implementada y la experiencia de otros países enseña que las energías renovables son subvencionadas a través de muchos mecanismos.

Para responder cuál es el nivel de incentivos necesarios en un país como Colombia, una primera aproximación podría ser dar una mirada a algunos casos latinoamericanos, por ser países que en algunos aspectos (económicos, sociales y políticos) tienen gran semejanza al caso colombiano. En la Tabla 4, se presentan algunos casos de países latinoamericanos. A excepción del caso de Argentina, se puede decir que en general estos países establecen pocos incentivos; aquí se pueden hallar tanto exenciones tributarias (incentivos indirectos) como algunos que intervienen el mercado como los descuentos en transmisión y conexión. Se puede afirmar que el número de instrumentos utilizados en cada uno de los países es inferior al de los casos analizados anteriormente, es decir, el de países industrializados o de aquellos que ven en el incentivo de las energías alternativas un aspecto estratégico.

5. VIABILIDAD DE UN SISTEMA DE INCENTIVOS EN COLOMBIA

Se debe establecer una diferenciación entre la energía que se genera y se vende a través del Sistema Interconectado (Producción a gran escala) y las soluciones descentralizadas que generalmente van orientadas a suplir las necesidades energéticas de comunidades aisladas donde, por lo general, la red nacional no puede llegar, y donde las tecnologías renovables constituyen una solución eficiente (Cherni, 2003, p. 7). Mientras en el primer caso existen objetivos muy marcados cuando se implementa la producción energética alternativa, como sostenibilidad ambiental y diversificación energética y tecnológica, en el segundo caso existe la necesidad de llegar con una solución a sectores muy pobres de la población, es decir, un objetivo más social y donde el Estado debe jugar un papel más protagónico; los sistemas de incentivos deben ser aplicados a partir de esta diferenciación.

Ahora, si se toma sólo la producción a gran escala, donde no existe una deuda social, se establecerían algunos interrogantes, tal como: ¿De dónde provienen los recursos para los subsidios? la respuesta que siempre aparece, según la experiencia internacional, es que el Gobierno es quien debe proveer estos recursos. En este orden de ideas, para un país como Colombia, con sus grandes dificultades fiscales actuales, resultaría difícil la aplicación de incentivos directos, es decir aquellos que implican desembolsos de dineros para pagar ciertos niveles preestablecidos a los generadores por su producción con recursos energéticos no convencionales. Esto eventualmente inclinaría la balanza a la aplicación de incentivos indirectos, básicamente exenciones de

Tabla 4. Incentivos a las Energías Renovables en Latinoamérica

PAIS	INCENTIVOS
ARGENTINA	* Subsidio de \$US 1 cent x Kwh (15 años en el nivel nacional) * Exenciones tributarias * Extensión del tipo de pago de los préstamos * Subsidios a nivel provincial (\$US 0.5-1 a nivel provincial) * I&D inversión
BRASIL	* Fondos de estado destinados a proyectos específicos
REPUBLICA DOMINICANA	* Exención del impuesto de importación de equipo (15 años) * Exención a los impuestos de generación de energía renovable * Impuestos a la energía fósil con el objeto de crear un fondo para promocionar las energías alternativas y los programas de ahorro de energía 2% en el 2002 y aumentos del 1% anual hasta alcanzar el 5%.
MEXICO	* Descuentos entre 50-70% de los costos de transmisión y conexión.

Fuente: GTZ, 2002

tipo fiscal, hecho que se corrobora con las actuales condiciones donde los incentivos se limitan a reducción en los impuestos a cancelar y a créditos blandos que pueden ser adquiridos con algunos organismos estatales.

En el caso colombiano, los incentivos deben centrar la atención en la atracción de recursos; los mecanismos indirectos como exención de impuestos, reducción de las tasas de interés, etc., son los comúnmente usados en este caso. En general, los efectos que podría tener la actividad estatal en el sector privado para atraer la inversión se pueden resumir así:

* Una modificación en la imposición de diferentes modalidades de fomento induce al empresario a utilizar la que sea relativamente menos gravada. El grado en que realice la selección de la modalidad depende de la variación de la tasa marginal de sustitución del factor encarecido a medida que avanza la misma. El gravamen de los factores de producción influye en la elección del proceso para el sustitución (Werner, 1986).

* El impuesto a las ganancias puede llegar a limitar la actividad inversora dependiendo de su contenido concreto. En general, se puede afirmar que el efecto va a ser tanto mayor cuanto más elevado sea el tipo de impuesto, más limitada la compensación de pérdidas (trasladar pérdidas de un período contable a otro) y del margen jurídico en la política de amortizaciones (posibilidad de amortizaciones rápidas reduce la cantidad imponible en los primeros años). Aunque se maneja la relación causal “Menos Impuestos atraen Más inversión”, el nivel de inversión también depende de otras variables como las expectativas futuras de rentabilidad, haciendo uso de determinada tecnología; por ello, no es posible establecer relaciones muy firmes.

* En cuanto a los impuestos, que son parte integrante de los costos (por ejemplo una reducción en el IVA a los equipos utilizados

en el proyecto), tiende a ser menor el efecto sobre las posibilidades para invertir.

* Los gastos del Estado en Educación e Investigación contribuyen a la larga a aumentar la productividad marginal y media del capital.

* Recursos como créditos blandos y aportes de capital impactan directamente sobre el Costo del Capital invertido (Gutiérrez, 1999); este último aspecto toma gran preponderancia como se determinó anteriormente, ya que la inversión inicial en los proyectos eólicos es muy alta y cualquier incentivo que se dirija a disminuir las cargas de los intereses puede reducir ostensiblemente los costos de capital.

* Finalmente, como una tendencia actual, la inserción de las externalidades negativas vía regulación al ámbito económico, hace que cobre importancia el aprovechamiento de los países en vía de desarrollo de algunos mecanismos como los contenidos en el Protocolo de Kyoto, específicamente la venta de certificados verdes o proyectos MDL (Mecanismos de desarrollo Limpio), instrumentos que pueden inclinar la balanza hacia la ejecución de proyectos ambientalmente más sostenibles.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Existe un interés ambiental en los países desarrollados por la implementación de nuevas fuentes energéticas que ayuden a minimizar los efectos ambientales que han causado las fuentes tradicionales de energía basadas en los combustibles fósiles.

En el mundo se han venido presentando experiencias positivas en el fomento de las fuentes no convencionales de energía mediante incentivos y mandatos regulatorios. Los países que están a la vanguardia de estos temas han trabajado en el desarrollo de una serie de regulaciones e incentivos que les permitan incrementar su oferta de renovables en forma cada vez mayor.

Frente a esta tendencia global en Colombia se han empleado pocos mecanismos que propugnen por el fomento de las fuentes no convencionales de energía y los pocos que están aplicando, se están refiriendo completamente al tema de la inversión, que en términos generales es el apoyo de más corto plazo y el que menos apoya la productividad de las empresas generadoras.

A partir de la aproximación teórica realizada al problema de la difusión de las tecnologías limpias para la generación de la energía y bajo un enfoque costo-beneficio, para propiciar la inversión en generación de energía a través de fuentes renovables en Colombia se deben emplear mecanismos indirectos como: Créditos blandos, certificados y exenciones en impuestos, entre otros. Se recomienda lo anterior tanto por la economía que puede significar a un Estado deficitario como el colombiano, como por el tipo de objetivo que se espera perseguir a corto plazo.

Dado que el estudio aquí presentado sólo proporciona elementos de análisis teórico, es necesario avanzar en la cuantificación de los costos y eficiencia que traería al sistema eléctrico nacional la implementación de mandatos regulatorios e incentivos a las energías renovables; esto requiere una caracterización tecno-económica del sistema y su evolución bajo los diferentes juegos de incentivos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a los funcionarios de Empresas Públicas de Medellín vinculados con el proyecto: Oscar Fernández, Luis Rodríguez y Walter Navarro, y en general a Colciencias y EPM por su financiación.

BIBLIOGRAFIA

AMARANTE, O. et al. 2001. Wind / Hydro Complementary Seasonal Regimes in Brazil. DEWI Magazin, No. 19, 79-86

AWEA - AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION. 2002. "Global Wind Energy Market Report", Washington D.C., 8 páginas.

AWEA - AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION. 2003. "Global Wind Energy Market Report", Washington D.C., 5 páginas.

BORJA, M. Y GONZÁLEZ, R. 2000. Investigación y Desarrollo en el tema de la Generación Eoloeléctrica. Boletín IIE, 178-185.

BRYANT, Mike. AWEA. Wind Power Monthly. <www.wpm.co.nz/downloads/Integratingwind0701b.pdf>, 2001

CONCHA, I. Y JAIMES, G. 1999. Energía y Cambio Climático, la situación de Colombia frente al Protocolo de Kyoto. Energética, No. 22, 21-39.

CHERNI, Judith A. Enfoque Multicriterio para Evaluar el Funcionamiento de Tecnologías en Energía Renovable en Zona Rurales. "Energética", Facultad de Minas, 2003, p. 7

ENSENSBERGER, Wietschel. "Policy instruments fostering wind energy projects- a multi-perspective evaluation approach", Energy Policy 30 (2002) 793-801

EWEA-European Wind Energy Association. News Release February 4th 2004. En línea: <http://www.bwea.com/pdf/ewe2003installation.pdf>. Consultado octubre de 2004.

IDAE - INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE ENERGIA. 1999. "Plan de fomento de las Energías Renovables". Publicación del Ministerio de Economía de España.

GIELECKI, M., MAYES, F. Y PRETE, L. 2002. "Incentive, Mandates, and Government Programs for Promoting Renewable Energies. http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/rea_issues/incent.html Departamento de Energía de los Estados Unidos, 2002. Última modificación Septiembre 9 de 2002.

GTZ (TECNISCHE ZUSAMMENARBEIT). Producing Electricity from Renewable Energy Source: Energy Sector Framework in 15 Countries in Asia, Africa and Latin America, 2002

GUTIERREZ, Alonso León. Un Enfoque Económico de la Hacienda Pública, ESAP, 1999

KROHN, S. 2002. "Wind Energy Policy in Denmark Status

2002". <http://www.windpower.dk/articles/energypo.htm>. Danish Wind Energy Association, Febrero de 2002. Último acceso Diciembre 5 de 2002.

LAUGHTON, M.A. Renewable Energy Sources, The Watt Committee on Energy, Elsevier Applied Sciences, Rep. 22, 1994.

MALLO, Kart y REARDON, Jaime. Cost Convergence of Wind Power and Conventional Generation in Australia, <en línea>, http://www.auswea.com.au/downloads/cost_convergence_report.pdf, Transition Institute, Junio de 2004

MOOMAW, William. "Evaluación de Obstáculos y Oportunidades para la Energía Renovable para renovable en América del Norte". Universidad de Tufos, [www.ccc.org/files/PDF/moomawfinal-S4-fin_es.pdf], en línea, 2002

NEO - NEBRASKA ENERGY OFFICE. 2002. "Glossary of Energy Terms". [en línea] <http://www.state.ne.us/home/NEO/statshhtml/glossaryr.htm>.

PAPE, A. 1999. Clean Power at Home. David Susuki Foundation, Washington, 100 páginas.

SAWIN, Janet L. Charting a New Energy Future, <en línea>, http://www.commoditiesnow.com/worldpower/articles/worldwatch_wp03.html, Worldwatch Institute, 2004

SCHNEIDER, R. 1990. The Place for Renewable Energy as an Energy Source. Este artículo hace parte de la recopilación Renewable Energy Sources, realizada Elsevier Applied Science para el Watt Committee on Energy, Londres, 168 páginas.

RADER, N. Y WISER, R. 1999. "Strategies for supporting Wind Energy". National Wind Coordinating Comitee, Denver, 148 páginas.

UNITED NATIONS. 2002. World Summit on sustainable development. Agosto 24 a septiembre 4 de 2002. Resumen día a día de las ponencias de la cumbre. <http://www.un.org/events/wssd/summaries/>

WWEA (World Wind Energy Associations). GLOBAL WIND POWER CONTINUES EXPANSION. Pace of Installation Needs to Accelerate to Combat Climate Change, [en línea]. <<http://www.ewea.org/documents/0304Global%20Wind%20Energy%20Markets%20-%20FINAL.pdf>>, 2004

WERNER, Ehrlicher y Otros. La Política de Finanzas Públicas en la Economía Social de Mercado. CIEDLA, 1986

WVIC (Wisconsin Valley Improvement Company). Facts About Hidropower. [en línea], www.wvic.com/hydro-facts.htm, 2004