



## Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en

# Energía

### *Entrevista*

**Juan Mata.** *Director General de Políticas para el Cambio Climático  
Semarnat, México*

**Teófilo de la Torre.** *Gerente General de la Unidad Ejecutora del Proyecto  
SIEPAC (Sistema Interconexión Eléctrica de los Países de América Central)  
Costa Rica.*

### *Nuestras Administraciones*

*Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. Costa Rica*

### *Panorámicas*

*Nicaragua, Costa Rica, Colombia y España*

### *Actividades de la REI*

*Eventos y Convocatorias*

1<sup>er</sup> Semestre

2010

Número 6

## Comité de Redacción

**ENRIQUE GÓMEZ ABARCA**  
Redactor Jefe REI.  
Departamento de Producción de la  
Compañía Nacional de Fuerza y Luz  
de Costa Rica.

**DIANA LIZZETE SOLIS PAZ**  
Coordinadora REI Latinoamérica  
Área Energías Renovables.  
Coordinadora del Programa de  
Electrificación Rural con  
Energía Solar - PROSOL del Proyecto de  
Infraestructura Rural. Honduras

**CRISTINA VÁZQUEZ PEDROUZO**  
Coordinadora REI Latinoamérica  
Área Regulación.  
Presidenta de la Comisión Directora de la  
Unidad.  
Reguladora de Servicios de Energía y Agua  
(URSEA). Uruguay.

**MARÍA LUISA MARCO ARBOLÍ**  
Coordinadora REI España.  
Área Energías Renovables.  
Jefe de la División de Transferencia  
del Conocimiento, CIEMAT.

**BEATRIZ CANALES NÁJERA**  
Coordinadora REI España.  
Área Regulación Relaciones Externas CNE.

### FUNDACIÓN CEDDET:

**CRISTINA BALARI**  
Gerente  
Programa "Redes de Expertos"

**ALBERTO RUIZ GONZÁLEZ**  
Coordinador del Área de Energía

Contactar  
[redes@ceddet.org](mailto:redes@ceddet.org)

Acceso a la REI  
[www.ceddnet.org](http://www.ceddnet.org)  
[www.energiasrenovables.ciemat.es](http://www.energiasrenovables.ciemat.es)



La presente publicación pertenece a la REI en Energía y está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-Non comercial-Sin obras derivadas 3.0 España. Por ello se permite libremente copiar, distribuir y comunicar públicamente esta revista siempre y cuando se reconozca la autoría y no se use para fines comerciales. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>. Para cualquier notificación o consulta escriba a [redes@ceddet.org](mailto:redes@ceddet.org).

La REI en Energía y las entidades patrocinadoras no se hacen responsables de la opinión vertida por los autores en los distintos artículos.

ISSN: 1989-5682

## Sumario

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>ENTREVISTA</b>	
<b>Juan Mata Sandoval</b> <i>Director General de Políticas para el Cambio Climático Semarnat, México</i>	<b>4</b>
<b>Teófilo de la Torre</b> <i>Gerente General de la Unidad Ejecutora del Proyecto SIEPAC (Sistema Interconexión Eléctrica de los Países de América Central) Costa Rica.</i>	<b>8</b>
<b>NUESTRAS ADMINISTRACIONES</b>	
<b>Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.</b>	<b>14</b>
<b>PANORÁMICAS</b>	
<b>Nicaragua</b> Determinantes en la elección del tipo de combustible para cocción de alimentos en barrios urbanos <i>Autor: Carlos Germán Meza. Coautor: MSc. Carlos Narváez Silva</i>	<b>19</b>
<b>Costa Rica</b> Eficiencia Energética como una forma de generación evitada en Centroamérica <i>José María Blanco Rodríguez</i>	<b>24</b>
<b>Colombia</b> Diseño e Implementación de energías renovables <i>Yuri Uliánov López</i>	<b>27</b>
<b>España</b> Aspectos regulatorios de la integración de energía solar fotovoltaica en las redes <i>José Miguel Unsión Rodríguez</i>	<b>31</b>
<b>ACTIVIDADES DE LA REI</b>	<b>37</b>
<b>EVENTOS Y CONVOCATORIAS</b>	<b>38</b>

# Editorial

La REI en Energía, que desde la primera publicación de la Revista Digital Energía (octubre del 2007) se trazó como objetivo el fortalecimiento institucional de las administraciones públicas iberoamericanas a través de una mejor gestión del conocimiento, mediante el intercambio de experiencias y conocimientos entre los profesionales y organizaciones del sector energético, es que tiene el agrado de entregarles el Número 6. En el Número 1 se nos indicó que éramos 300 miembros y el Número 5, nos informó que ya somos 424 por lo que es fundamental consolidar este medio de información, no sólo sobre las actividades de la REI, sino también lo que hacen nuestros profesionales, nuestras instituciones y en general, nuestros países.

En esta oportunidad contamos con 2 entrevistas: al Sr. Juan Mata Sandoval, Director General de Políticas para el cambio climático Semarnat, de México y al Sr. Teofilo de la Torre, Gerente General de la Unidad Ejecutora del Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central, SIEPAC, sede Costa Rica. En la Sección Oficinas o Instituciones se encuentra la *Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.*, que es una empresa pública y es una de las principales distribuidoras de energía eléctrica de Costa Rica. Les instamos a que hagan llegar esta publicación a toda aquella persona que tenga interés en el tema de Energía.

También tenemos 4 artículos y es gracias al aporte de profesionales de los países de Nicaragua, Espa-

ña, Colombia y Costa Rica: *Determinantes en la elección del tipo de combustible para cocción de alimentos en barrios urbanos*, del Sr. Carlos Germán Meza, funcionario de la Gerencia Comercial de la empresa Alba Generación y del Sr. Carlos Narváez Silva, Profesor de Economía de la Universidad Centroamericana; *Aspectos Regulatorios de la integración de la energía solar fotovoltaica en las redes*, del Sr. José Miguel Unsión Rodríguez, Técnico de la Subdirección de Regímenes Especiales de la CNE; *Diseño e Implementación de Energías Renovables*, del Sr. Yuri Uliánov López, Profesor del Departamento de Energética y Mecánica de la Universidad Autónoma de Occidente; *Eficiencia Energética como una forma de generación evitada en Centroamérica*, del Sr. José María Blanco Rodríguez, Director Regional de la Fundación Centroamericana de Energía, BUNCA.

Les recordamos que la Revista Digital se divide en secciones: *Entrevistas, Artículos, Nuestras Oficinas o Instituciones, Relatorio de Foros, Eventos y Convocatorias* y aunque la Revista no es el único medio por el cual podemos informar, ya que la REI cuenta con una plataforma en donde podemos subir contenidos, es que los motivamos para que aporten artículos y así lograr que la Revista Energía, sea un medio obligado de consulta, debido a su contenido veraz y actualizado pero sobre todo, porque muestra el pasado, el presente y el futuro de los países iberoamericanos, en el tema de Energía.





## Entrevista

# Juan Mata Sandoval

*Director General de Políticas para el Cambio Climático Semarnat, México*

**Por Claudio Rodrigo Rivas.  
Editor responsable de Hands Earth**

### ¿Qué es el programa especial de Cambio Climático?

El PECC tiene sus antecedentes en dos documentos estratégicos: uno es la Estrategia Nacional de Cambio Climático publicada en 2007 y el segundo, publicado en la administración anterior es: Hacia una Estrategia Nacional de Cambio Climático, en ellos se encuentra la posición oficial del país sobre las oportunidades y amenazas para la mitigación y adaptación al Cambio Climático (CC).

Otros documentos relevantes son las comunicaciones que México desarrolló en la década de los noventa y la primera década del siglo XXI. Las comunicaciones son documentos informativos donde los países miembros de la convención de Naciones Unidas para el CC, sean Anexo 1 o No Anexo 1, tienen la obligación de informar los

avances en mitigación y adaptación al CC. México es el único país en vías de desarrollo que ha presentado tres comunicaciones y recientemente presentó la cuarta comunicación. En ellas se encuentra el inventario nacional de emisiones. Las primeras tres ya fueron presentadas, para la cuarta comunicación se presenta el último inventario nacional de emisiones 2006 y un recuento de las acciones realizadas en México contra el CC

Entonces, el PECC es el principal instrumento de planeación, y acciones de combate al CC, es de corto plazo, cubre hasta el 2012, vincula todas las dependencias federales que participan en él, a través de políticas transversales.

La misión del Programa Especial es la mitigación y adaptación al CC por medio de investigación, a través del desarrollo de

nuevas capacidades de toda la sociedad para enfrentar el fenómeno climatológico, un análisis económico a partir del cambio climático, y la vinculación de la política nacional con los acuerdos establecidos en la convención marco de Naciones Unidas para el cambio climático. La meta es mitigar aproximadamente 51 millones de toneladas al año al 2012, con una línea base, y para el año 2020, el compromiso de bajar hasta el 30 por ciento de emisiones de carbono.

### ¿Cuáles son los sectores contemplados para lograr la meta de mitigación?

Los sectores incluidos son: oferta de energía, consumo final de energía, agricultura y bosques, lo que es uso y cambio de suelo y finalmente residuos, de esta manera están incluidos todos los sectores que emiten gases de efecto invernadero.

### ¿Quién evalúa y con base en que metodologías evalúan el avance de la mitigación?

Se tomaron como ejemplos metodologías exitosas a nivel mundial, algunas de ellas se utilizan para

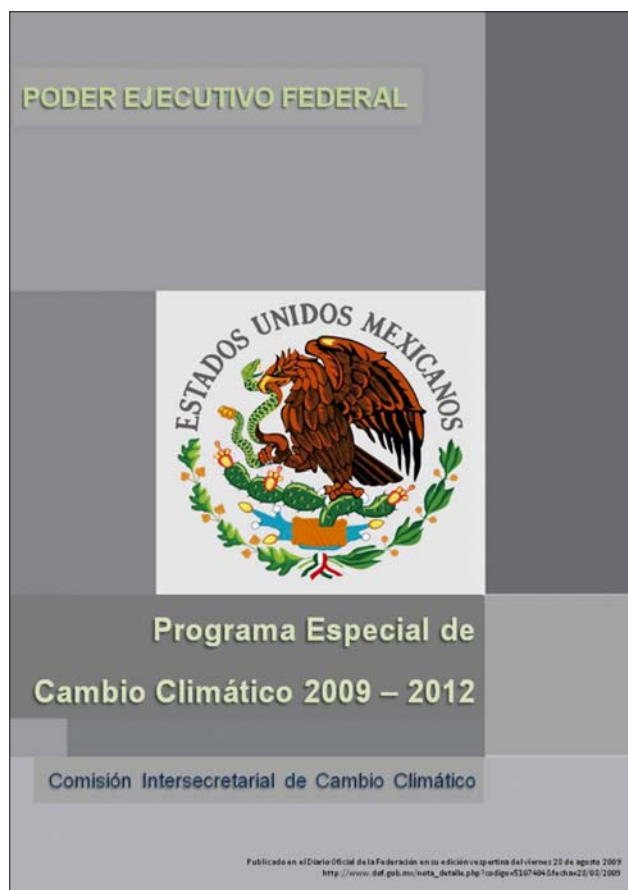
el programa de Mecanismo de Desarrollo Limpio, otras se tomaron de la FAO, para actividades agrícolas, en el caso forestal se tomaron como ejemplo diversas metodologías aprobadas internacionalmente, y para oferta y consumo final de energía la fuente fue el IPCC. Las metodologías fueron consensadas y aprobadas por las dependencias participantes, cada dependencia contará con una base de datos en la cual se reportarán los avances. La Agenda de Transversalidad de la Semarnat dentro de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, es un antecedente exitoso en la coordinación de actividades sobre cambio climático y Desarrollo Sustentable en cada sector, de esta manera los trabajos ya realizados se reforzarán con una base de datos más robusta.

El PECC cuenta aproximadamente con trescientas metas, algunas de ellas no son metas cuantificables de mitigación, como aquellas que son de adaptación, o estudios que indican la vulnerabilidad de México por sus características geográficas, con ello se hace una evaluación económica de los impactos y de ahí una planeación costo - efectiva de las acciones de adaptación. Con ello pretendemos fortalecer los vínculos entre la sociedad civil, el gobierno federal, y los gobiernos locales, para proteger a la población, a la biodiversidad, a la infraestructura y actividades agrícolas.

Entonces en adaptación la estrategia es: informar, aplicar la información en una mejor organización, capacitación, desarrollo de capacidades y finalmente implementación de actividades.

### En las notas aclaratorias del PECC, se comenta que parte de los recursos financieros provendrán de proyectos MDL's ¿Cómo logran conservar el criterio de adicionalidad, con un programa ya publicado?

Porque, aunque no lo dice de manera literal, el MDL en algunos casos es necesario económicamente, para dar cumplimiento el programa, sin los recursos del MDL no se cubren las metas establecidas. Es un recurso legal que permite establecer programas nacionales con compromisos, sin que el criterio de adicionalidad se pierda. La mayoría de los proyectos y programas son públicos, entonces el gobierno con o sin MDL le dará seguimiento. En algunos casos como eficiencia energética o energía renovable los recursos de MDL, te ofrece un flujo financiero, muy



pequeño de lo que se necesita para realizar el proyecto, es decir no es determinante para la viabilidad económica.

## ¿Se tiene un presupuesto designado para eventos de desastres climáticos, donde se rebasa la capacidad de las personas y los comercios?

Existen diversos fondos, pero no existe un fondo específico de CC, es parte de lo que se está trabajando. Por ejemplo está el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales, asigna recursos federales para prevenir desastres naturales en los estados, como en Chihuahua para integrar un Atlas de peligro en el estado, en Guerrero recursos para un sistema de monitoreo de alerta meteorológica, en Tabasco para mitigar los riesgos de inundación en escuelas primarias, en Tlaxcala obras para reducir vulnerabilidad física. Uno de los elementos más importantes del PECC en adaptación es el completar el Atlas Nacional de Riesgos



## ¿Cómo participan las universidades y la sociedad civil con el PECC?

Hay una vinculación estrecha con los institutos de investigación y las universidades al desarrollar información en materia de adaptación. Como ejemplo, todos los estudios de vulnerabilidad regional se desarrollan entre el gobierno federal con gobierno y universidades locales; con ello se está buscando planes estatales de acción climática enfocados a la adaptación. Pero no se debe olvidar que es un programa del gobierno y por ello quien debe cumplir las metas es el gobierno federal.

## ¿Hay un punto de obligatoriedad hacia la sociedad civil para mitigar su impacto ambiental?

No, no es obligatorio para la sociedad; el PECC busca informar, capacitar, y proporcionar la información necesaria para mitigación y el consumo. Hay metas en el PECC relacionadas con la educación ambiental

## ¿Considera que México debe dar un paso adelante en medidas de mitigación, como la penalización al no separar la basura, el no reciclar, entre otras medidas, considera que el país está preparado?

Debemos avanzar a un paso más acelerado en medidas de estímulo y al mismo tiempo de obligatoriedad, no se puede hacer obligatorio algo si no hay las alternativas. Si el gobierno obligará a la ciudadanía separar la basura, debemos ofrecer a la ciudadanía un mejor servicio de recolección de basura, pues de nada vale el separarlo en casa si en algún punto se mezcla lo orgánico con lo inorgánico.

Es muy importante dar señales de cuánto cuesta de la emisión del carbono, señales claras del costo de la emisión del carbono. Con ese indicador se orientará mejor a los diversos sectores tanto industrial, corporaciones, gobiernos y doméstico. La valoración del carbono internacionalmente se está dando por efectos de mercado, por efectos de valoraciones económicas en mediano y largo plazo. Con un precio de carbono es más fácil instrumentar políticas, planear presupuestos, acciones, programas, recursos más altos en costo-efectivo. Las acciones de mitigación en energía, ya no estarán vinculados al precio de los energéticos, es decir la eficiencia energética no estará vinculada al vaivén de los precios de los hidrocarburos, tu precio será por emitir carbono y te será

mejor invertir en tecnologías limpias. De la misma en productos de consumo final, si en la cadena productiva, el precio de emisiones de carbono están internalizadas, entonces el ciudadano buscará productos con huella baja de carbono, porque se verá reflejado positivamente en su economía, aunque el producto en sí mismo pueda ser más caro, al final pueda ser más barato al ponerlo en la balanza contra penalizaciones o impuestos por emisiones de carbono. En cuestiones ambientales no es suficiente concientizar sobre el CC, le tiene que doler al ciudadano contaminar, se debe trabajar de ambos lados: si usas tu automóvil habrá más impuestos y al mismo tiempo ofrecerle un transporte digno, y no se vale que el gobierno invierta en un transporte público digno y se tengan un trabajo de negociación para que el precio de la gasolina esté subsidiado, debe haber un equilibrio; los subsidios distorsionan la señal de que debemos dejar de contaminar, ya que el ciudadano no es el que paga, quien paga el gobierno entonces no pega el ahorrar o no, como en el caso de la electricidad.

### Finalmente, ¿Cuál fue la posición de México en COP15?

México siempre ha sido muy proactivo en medio ambiente a nivel internacional, prueba de ello son las comunicaciones ya enviadas. El país plantea un programa especial de cambio climático con visión de largo plazo, aspiracional, después del 2012, condicionado a financiamiento internacional, condicionado a acceso a tecnología y condicionado a un acuerdo global donde los países desarrollados tengan compromisos vinculantes de reducción absoluta de sus emisiones.

Con base en las comunicaciones, la presentación del estudio económico sobre cambio climático, y un modelo de financiamiento internacional, "El Fondo Verde".

México espera ser de los primeros países en obtener financiamiento internacional, para presentar e implementar proyectos y así, cumplir su meta aspiracional de reducir en 50% sus emisiones con respecto al año 2000.

Sabemos que es ambicioso pero nos conviene, porque somos un país altamente vulnerable.

Eso no implica que México adquiera compromisos bilaterales como si fuese país Anexo 1.



Aunque algunos países han presionado para que México sea Anexo 1, por tener índices similares a países de Europa del Este, sin embargo hay otros indicadores de pobreza que no dejan como país No Anexo 1, pero no por ello México dejará de ser proactivo en este tema.

Como se sabe Naciones Unidas reconoció el trabajo del país y seremos la sede para realizar la siguiente cumbre.

### ¿Desea enviar algún mensaje a los futuros lectores de Hands Earth, como padrino de la publicación?

Les deseo mucha suerte, me parece que hace falta un espacio como este, donde convine temas técnicos con temas de política pública, donde se permita la vinculación de temas tecnológicos con el análisis y planeación federal. Y además así los lectores se mantienen al día, ya que el cambio climático es un tema social y económico no únicamente ambiental, que pasa por todo el eje de la sustentabilidad.

Para conocer más:

<http://es.cop15.dk/>

[http://www.semarnat.gob.mx/QUEESSEMAR-NAT/POLITICA\\_AMBIENTAL/CAMBIOClimatico/Pages/pecc.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/QUEESSEMAR-NAT/POLITICA_AMBIENTAL/CAMBIOClimatico/Pages/pecc.aspx)



## Entrevista

# Teófilo de la Torre

*Gerente General de la Unidad Ejecutora del Proyecto SIEPAC (Sistema Interconexión Eléctrica de los Países de América Central) Costa Rica.*

**Enrique Alberto Gómez Abarca**  
**Redactor Jefe de la Revista Digital de la REI en Energía**

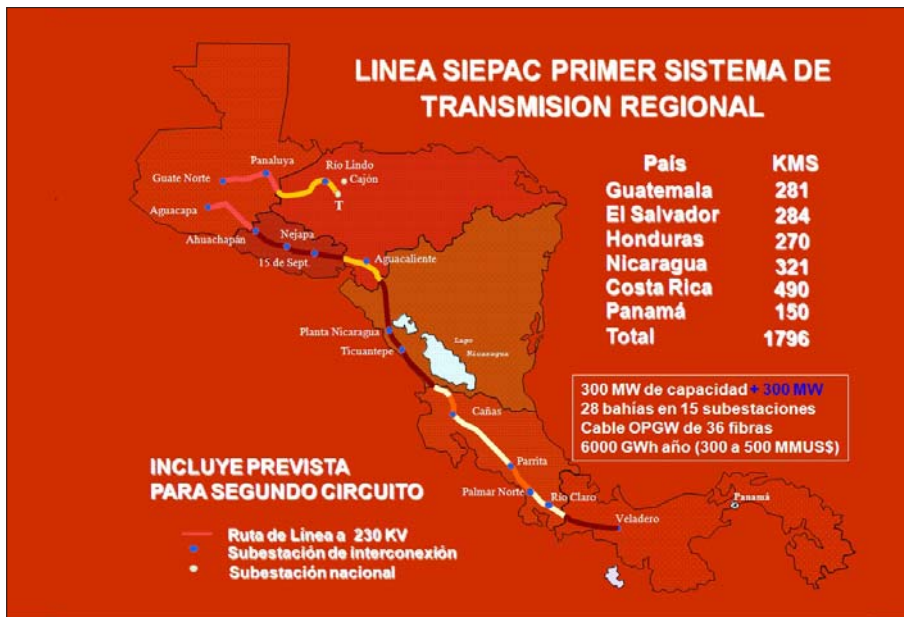
### ¿Cómo nació el SIEPAC?

El Proyecto SIEPAC fue visualizado por los gobiernos centroamericanos y el de España, en 1987. Antes de iniciar el Proyecto SIEPAC, lo que existía eran conexiones bilaterales entre los países pero de baja capacidad y poco confiables. Las interconexiones de electricidad en Centroamérica comenzaron desde 1976, cuando se unieron Honduras y Nicaragua; en 1982 se interconectaron Costa Rica con Nicaragua y en 1986 con Panamá y en ese mismo año, se unieron El Salvador y Guatemala.

Los estudios de factibilidad, elaborados por la Power Technologies Inc. (PTI) de USA y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) de España en los años 1996 y 1997, demostraron que crear un mercado eléctrico regional, con la disponibilidad de

un primer sistema de transmisión regional, a construir en paralelo con el sistema eléctrico existente en aquella época, era muy positivo para los habitantes de la región, dado que podía bajar los costos de suministro de electricidad, aumentar la continuidad y seguridad del servicio e incentivar la inversión privada en el sector. La versión final revisada de los Estudios Complementarios de la Expansión de la Interconexión del SIEPAC, fechada 15 de agosto de 1997, concluyó que el proyecto de infraestructura debía consistir en un sistema flexible de transmisión en 230 kV, construido en etapas en donde la primera, consistía en construir una línea de transmisión regional, indivisible, de aproximadamente 1800 km.

En la siguiente figura se muestra el Proyecto SIEPAC:



Para el diseño del MER se contrataron firmas consultoras de rango internacional y las tareas, se dividieron en dos partes:

- El diseño conceptual: fue efectuado por el consorcio formado por las consultoras Mercados Energéticos (Argentina), Synex (Chile) y PHB (USA), el que desarrolló sus servicios principales de 1999 a 2001.
- El diseño detallado: la primera tarea fue realizada por el consorcio Kema Consulting (USA) e ISA (Colombia), quienes definieron el reglamento de operación técnico y

El Proyecto SIEPAC tiene dos objetivos principales:

- Apoyar la formación y consolidación progresiva de un Mercado Eléctrico Regional (MER) mediante la creación y establecimiento de los mecanismos legales, institucionales y técnicos apropiados, que facilite la participación del sector privado en el desarrollo de las adiciones de generación eléctrica.
- Establecer la infraestructura de interconexión eléctrica (líneas de transmisión, equipos de compensación y subestaciones) que permita los intercambios de energía eléctrica entre los participantes del MER.

El componente reglamentario e institucional fue realizado por la Unidad Ejecutora adscrita al organismo regional de integración, coordinación y cooperación del sector eléctrico llamado Consejo de Electrificación de América Central (CEAC).

El componente de infraestructura, bajo la responsabilidad de la Empresa Propietaria de la RED (EPR), consistió en el diseño, ingeniería y construcción, de los aproximadamente 1800 km de líneas de transmisión de 230 kV con previsión de torres para un segundo circuito futuro. La infraestructura inicial, en conjunto con refuerzos de los sistemas de transmisión nacionales, permitirán disponer de una capacidad confiable y segura de transporte de energía de cerca de 300 MW, entre los países de la región.

comercial, estudios para la creación y desarrollo del Ente Operador Regional (EOR, con sede en El Salvador y será el operador del sistema y administrador del mercado de transacciones eléctricas regionales) y de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) que creó el Ente Regional Regulador (ERR, con sede en Guatemala y regulará el nuevo mercado eléctrico centroamericano) y el diseño y supervisión del centro regional de coordinación y transacciones; la segunda tarea, fue elaborada por SNC Lavalin-Statkraft Groner (Canada-Noruega) quienes desarrollaron el reglamento de transmisión y calidad del servicio.

Actualmente, la EPR tiene como socios propietarios a Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y las empresas Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA, Colombia), la Comisión Federal de Electricidad (CFE, México) y la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA, España).

**¿Cómo se financió el Proyecto SIEPAC?**

El costo aproximado asciende a cuatrocientos noventa y cuatro millones de dólares (US\$494 000 000,00), en donde los financiamientos fueron de la siguiente manera:

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID): para el componente de infraestructura, se suscribieron dos contratos de préstamo con cada una de las seis empresas eléctricas estatales de la región

centroamericana participantes, para un total de doce créditos, que totalizan doscientos cuarenta millones de dólares (US\$240 000 000,00). Estos créditos cuentan con la garantía estatal correspondiente.

- Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE): de acuerdo a los estudios, se requerían veintiocho bahías de acceso y equipos de compensación reactiva (aproximadamente 298 MVAR) por lo que la EPR, Sucursal Costa Rica, suscribió un contrato por cuarenta millones de dólares (US\$40 000 000,00) con garantía de ENDESA Internacional S.A. en donde la fuente de recursos que utilizó el BCIE, fue el Banco Europeo de Inversiones (BEI).
- BCIE con garantía de ISA: ISA, como accionista de la EPR, estuvo ligada al compromiso, al igual que los demás socios, a otorgar o gestionar la consecución de un préstamo para la EPR por el monto de cuarenta millones de dólares (US\$40 000 000,00), complementaria y equivalente a la garantizada por los demás socios.
- BCIE con garantía de EPR: los dos créditos anteriores del BCIE poseen cargos financieros durante la etapa de ejecución del proyecto, que implican un incremento en los costos del mismo, por lo cual el banco autorizó otro crédito por diez millones de dólares (US\$10 000 000,00), con garantía EPR para financiar, principalmente, estos costos financieros.
- Corporación Andina de Fomento (CAF) con garantía de la EPR: por un monto de dieciséis millones setecientos mil dólares (US\$16 700 000,00).
- CFE: garantizó un crédito por cuarenta millones de dólares (US\$40 000 000,00), al igual que los demás accionistas de la EPR.

## ¿Cómo se comprometieron los países de la región a competir en un mercado eléctrico abierto?

Una vez que se demostró la bondad del proyecto, se dispuso establecer un mecanismo jurídico que comprometiera a los seis países a determinadas reglas comunes necesarias para asegurar el éxito del proceso, dicho mecanismo fue plasmado como el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, que fue suscrito por los presidentes de los países, el 30 de diciembre de 1996, en la ciudad de Guatemala. Un primer protocolo al mismo, fue sus-

crito en la ciudad de Panamá, el 11 de julio de 1997. El tratado Marco, con su primer protocolo, entró en vigencia el 18 de junio de 1998, una vez fueron depositados los primeros instrumentos de ratificación en la Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana (SGSICA). Con la ratificación de Panamá, el 15 de diciembre de 1998, se completó la vigencia para los seis países.

Teniendo como normativa fundamental el Tratado Marco, el diseño general del MER, fue aprobado por representantes de los gobiernos en el Grupo Director en mayo del 2000. El diseño del MER establece que es un séptimo mercado, superpuesto con los seis mercados o sistemas nacionales existentes, con regulación regional, en el cual los agentes habilitados por el EOR, realizan transacciones internacionales de energía eléctrica en la región centroamericana. El ente regulador del MER será la CRIE. La operación del MER será jerárquica, con un despacho central de la capacidad de transmisión y un despacho descentralizado de energía. El primer nivel jerárquico de la operación será ocupado por el EOR y el segundo, lo ocuparán los operadores del sistema y de los mercados nacionales (OS & M). La administración técnica y comercial del MER estará normada, por la reglamentación que dicte la CRIE.

Los productos que se comercializarán en el MER, serán: energía eléctrica horaria, servicios de transmisión, servicios auxiliares y servicios de operación del sistema y administración del MER. Estos productos se transarán en el Mercado Regional de Contratos y en el Mercado Regional de Oportunidad. La Red de Transmisión Regional (RTR), estará formada por las líneas que puedan influir significativamente en los intercambios regionales, estará sujeta a la regulación regional y nacional mientras que la coordinación técnica y comercial será realizada por el EOR. Las ampliaciones de la RTR serán ampliaciones a riesgo y ampliaciones planificadas, de acuerdo al Sistema de Planeación de la Transmisión Regional (SPTR).

El Reglamento del Mercado Eléctrico de América Central, que fue elaborado en función del Tratado Marco y del Diseño General del Mercado, quedó plasmado en los siguientes cinco libros: Libro I - De los Aspectos Generales, Libro II - De la Operación Técnica y Comercial, Libro III - De la Transmisión, Libro IV - De las Sanciones y Controversias, Libro V - De las Disposiciones Transitorias.

Previo a ser sometidos a la CRIE para su aprobación final, que se produjo el 15 de diciembre del 2005, el EOR realizó una exhaustiva revisión de los mismos, realizando consultas a los diversos agentes del Mercado.

En resumen, después de haberse firmado el Tratado Marco en 1996, entró en vigencia en 1998. Posteriormente vinieron hechos tales como el diseño detallado del Mercado y su Reglamento. Tanto el paso de los años, como la emergencia de de las dificultades encontradas en el funcionamiento de los mercados eléctricos nacionales de la región y del propio regional, bajo un reglamento transitorio, trajeron la necesidad de ejecutar ajustes al Tratado Marco, por medio de un Segundo Protocolo.

No fue sino hasta que se aprobó el Reglamento del MER, en diciembre del 2005, que se pudo saber con certitud los cambios que se debían hacer al Tratado Marco en su Segundo Protocolo. Por eso, durante los años 2006 y 2007, los gobiernos y los entes regionales estuvieron activos en la redacción final de dicho protocolo, para el cual se requería un consenso de los seis países. Finalmente, en abril del 2007, los suscriben los seis gobiernos de la región en Mérida, México. A la fecha, cinco de los seis países

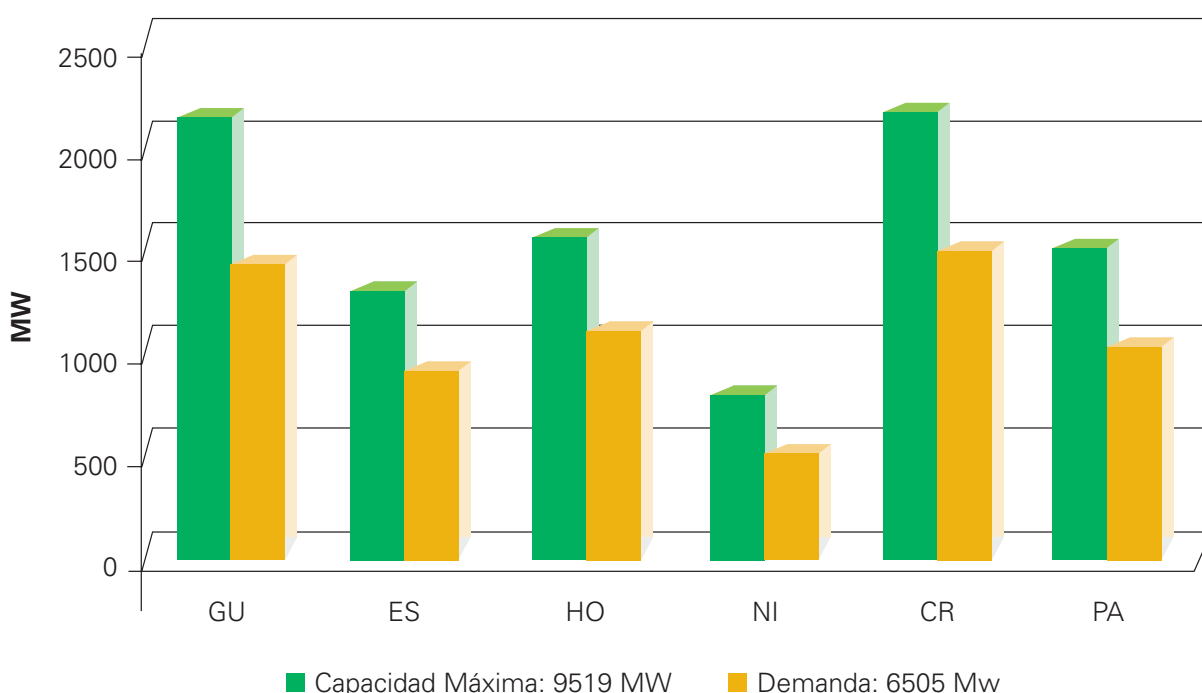
han ratificado el Protocolo y ha entrado en vigencia en dichos países, quedando pendiente de ratificar por parte de Costa Rica que se espera, que sea en el 2010. El Segundo Protocolo introduce aspectos relevantes, tales como régimen de sanciones, mecanismos de disputas, modalidad de pago de los servicios del MER, obligación de los agentes nacionales de ser agentes regionales y otros más. Es correcto al indicar que con este Protocolo, queda establecida la solidez jurídica del MER para su funcionamiento eficaz.

Con todo lo anterior, se pretende que los países del istmo puedan satisfacer sus necesidades energéticas y para ver su desfase, se muestra en la figura 1.

**¿Cuánto tiempo tiene de trabajar la Unidad Ejecutora del Proyecto SIEPAC y que pasará después de que empiece a operar el mercado de competencia?**

Todos los fondos de Cooperación Técnica para los estudios iniciales del Proyecto SIEPAC y los de la preparación de la reglamentación del MER, fueron otorgados al CEAC, para que los ejecutase por medio de una Secretaría Ejecutiva del Proyecto y posteriormente, una Unidad Ejecutora. Ya son 15 años desde que se formo la Unidad Ejecutora, con sede en Cos-

**FIGURA 1. CAPACIDAD INSTALADA Y DEMANDA MÁXIMA 2007**



ta Rica y dado a que se espera que el MER inicie en el 2010, la Unidad Ejecutora dejará de existir ya que cumplió con sus objetivos.

Por otro lado, hay mucho trabajo por delante y es que los seis países participantes del Proyecto SIE-PAC, conformaron en 1999 un Grupo Director (GD), integrado por un representante por país con la autoridad suficiente para ser vocero de la política energética de su país, en relación al Proyecto. Al GD se le delegó la responsabilidad por el desarrollo del MER y para tomar decisiones necesarias para lograr los objetivos integrales del Proyecto además, estableció los mecanismos de coordinación con la CRIE y el EOR, para someter a consideración de tales organismos regionales, los productos del Proyecto, en los ámbitos de responsabilidad de cada uno.

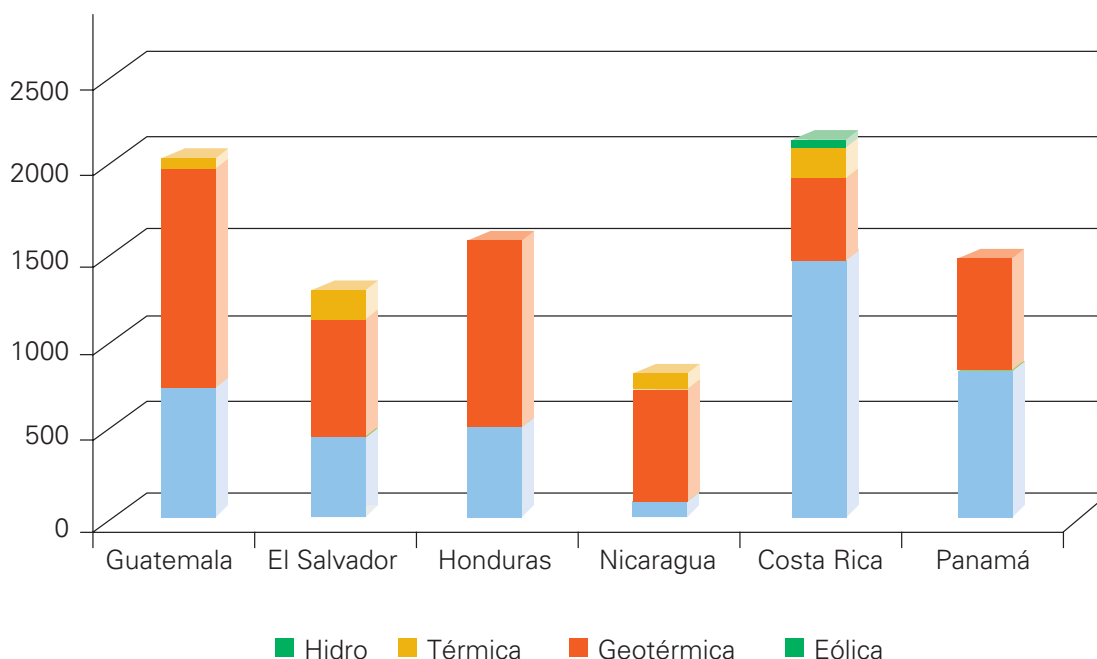
También se formó un Comité de Programación y Evaluación (CPE), integrado por dos representantes de cada país, designados por sus gobiernos, que representan al sector eléctrico y finalmente, a raíz de la aprobación del Segundo Protocolo, el GD no sólo cambia de nombre a Consejo Director (CD), sino que también se le asignan las funciones de supervisión sobre los entes regionales y la evolución del MER.

## ¿Cómo analiza los países de la región y sobre todo con el tema de las energías renovables?

Respecto a los países de la región, sólo Honduras y Costa Rica no poseen un Mercado de Competencia pero están en proceso de tenerlo mientras que los demás, cuentan con un mercado abierto en donde interactúan vendedores y compradores. Como base del mercado de competencia es el precio, los países o proyectos que tengan la menor tarifa, despacharán su energía pero hay países de la región que tienen su base energética muy asociada con plantas de combustibles fósiles, por lo que las Energías Renovables (ER's) serán una excelente opción además, cada país tendrá su legislación particular con el fin de explotar sus recursos y como ejemplo, está Costa Rica que tiene proyectado que para el año 2020 suministrará el 100% de su demanda energética por medio de ER's. Lo que tendrá la región, será un Mercado Mayorista, en donde habrá una Bolsa Energética con venta y compra de energía horaria (SPOT) y por contratos (quince días, seis meses, un año en fin, el mercado definirá los plazos).

En la figura 2 se muestra las fuentes energéticas de los países centroamericanos por lo que para satis-

**FIGURA 2**  
**ISTMO CENTROAMERICANO. POTENCIA INSTALADA 2007 (MW)**



facer sus necesidades y gracias al Proyecto SIEPAC, se espera que se construyan muchos proyectos de generación.

**¿Cuál ha sido el papel de la capacitación en el Proyecto SIEPAC?**

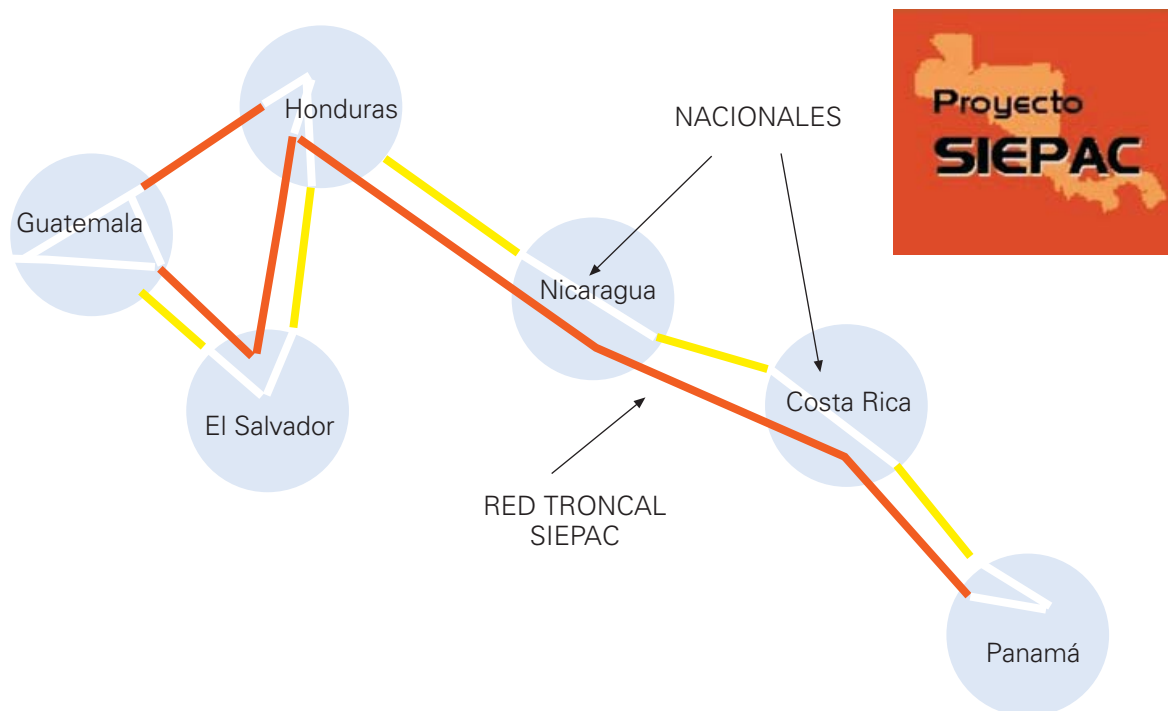
Ha sido muy importante, ya que cuando se concibió el Proyecto SIEPAC no existía nada parecido y fue por lo que se tuvo que contratar expertos de renombre internacional. Para tener una idea de la dificultad del Proyecto, es que calificamos con el número 1 el sistema eléctrico de cada país entonces el Proyecto SIEPAC lo calificaríamos con un número 20.

En la figura 3 se muestra que además de los sistemas eléctricos de cada país, estará el Proyecto SIEPAC trabajando en paralelo y es ahí donde reside lo complejo, la interacción entre ellos.

Por lo anterior, es que se ha tenido que capacitar a todos los profesionales y técnicos que han participado mediante seminarios, tutoriales, charlas, videoconferencias, entre otros, además se crearon grupos de trabajo interdisciplinarios para que desarrollaran diversas áreas: Comercial, Técnico, Operación, Planificación Indicativa, Apoyo Regulatorio, Comité de Vigilancia Regulatorio y Transmisión.

Lo importante es que se capacitaron profesionales de las empresas eléctricas estatales de los países del istmo así como de las empresas privadas contratadas, para construir el Proyecto SIEPAC y para mostrarle su impacto, hemos tenido que atender a directivos de empresas de países de América del Sur, de Europa y del África del Este, con la finalidad de que les comentemos nuestras experiencias, ya que están analizando la viabilidad de crear un sistema como el desarrollado en el Proyecto SIEPAC.

**FIGURA 3  
RED TRONCAL SIEPAC Y REDES NACIONALES  
REGLAMENTO DEFINITIVO.  
A PARTIR DEL AÑO 2010**



# COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A. Costa Rica

## *Doble motivo para celebrar*



**Ing. Pablo Cob**  
Gerente General  
de CNFL

**C**elebrábamos durante el mes de abril los aniversarios de fundación de la **Compañía Nacional de Fuerza y Luz** y del **Instituto Costarricense de Electricidad**.

Nosotros, funcionarios de la **Compañía Nacional de Fuerza y Luz**, participamos activamente de esta celebración, pues no solo nos recuerda los 61 años de historia del ICE, historia de éxitos, de una prestigiosa empresa de Costa Rica. Sino que también conmemoramos, coincidentemente, 69 años de creación de la **Compañía Nacional de Fuerza y Luz**, que nos participa de la historia de la nacionalización del servicio eléctrico.

El ICE, RACSA y la **Compañía Nacional de Fuerza y Luz**, formamos esta gran familia. Gente trabajadora, valiente, y comprometida. Gente que cree en la solidaridad y la justicia. Gente que ha construido empresas diferentes, capaces y dinámicas.

Hoy más que nunca tenemos que fortalecer el que nuestra gente se sienta identificada con su trabajo, se



sienta parte de empresas pujantes y principalmente parte de esta querida patria, Costa Rica.

Nuestros funcionarios son capaces de articular el conocimiento, la experiencia y todo su trabajo, con la cortesía hacia nuestros clientes; son capaces de unir el sentido de empresa nacional, con la competitividad a escala regional y latinoamericana, como lo hemos demostrado claramente.

En el camino de la excelencia siempre habrá tropiezos. Pero en nuestras empresas existe la capacidad para retomar el camino, redirigir los esfuerzos para alcanzar el éxito.

El ICE y la CNFL, actualmente construimos el proyecto hidroeléctrico Balsa Inferior, para aportar más de 37.000 KW al sistema eléctrico nacional, concretamente en la zona que une San Carlos y San Ramón.

Que este esfuerzo mancomunado, como muchos otros que realizamos en la corporación, continúe en un marco de reconocimiento a la dignidad, valor y estima al trabajador y trabajadora de estas importantes empresas, y que todos juntos sepamos reconocer, continuamente, el valor de estos extraordinarios hombres y mujeres que forman al ICE, RACSA, y la **Compañía Nacional de Fuerza y Luz**.

**ING. PABLO COB SABORÍO**  
**GERENTE GENERAL CNFL**

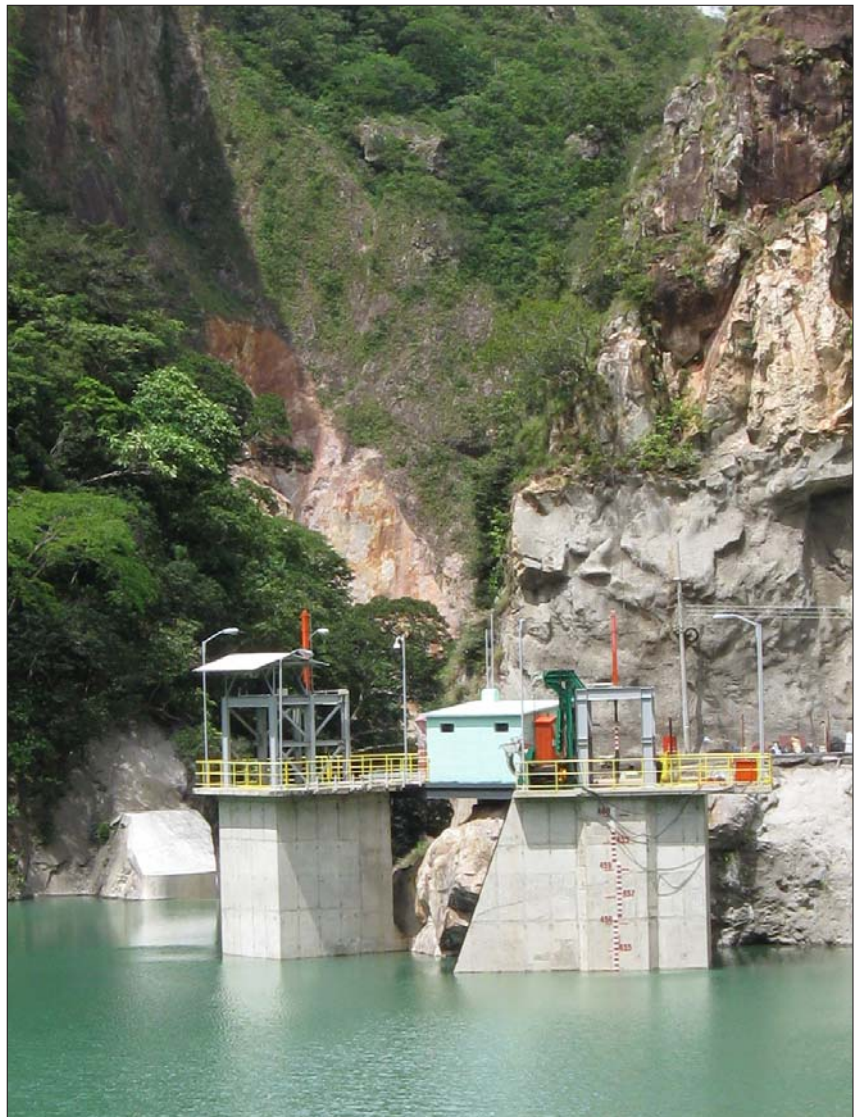
## DEFINICIÓN

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. (CNFL) fue creada el 8 de abril de 1941. El 20 de setiembre de 1968 el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) adquirió a la Electric Bond and Share Co., el 98,6% de las acciones de la CNFL y dejó el saldo en manos de empresarios costarricenses.

Está legalmente constituida como Sociedad Anónima inscrita en el Registro de la Propiedad y su vigencia está garantizada hasta el año 2107 (Ley 8660, Ley de Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas del Sector Telecomunicaciones, artículo 54, Alcance 31 de La Gaceta 156, del 13 de agosto del 2008).

Con el fin de marcar sus ámbitos de acción y establecer una política de coordinación de esfuerzos, en 1970 el ICE y la CNFL suscribieron un Convenio para la Prestación Mutua de Servicios, el cual entró en vigencia el 1 de julio de 1971, con el aval de la Contraloría General de la República.

La CNFL es la principal empresa distribuidora de electricidad en Costa Rica. Para garantizar esa función cuenta con un sistema de distribución formado por 35 subestaciones, 5 804 kilómetros de líneas en operación y 1 499 MVA de capacidad instalada en transformadores de distribución, con una cobertura del 99% de la zona servida. Sus redes de distribución cubren 903 Km\_ del Gran Área Metropolitana (GAM), que es donde se concentra la mayor parte de la población, la vida institucional y las principales actividades comerciales y productivas del país.



*Embalse PH El Encanto. CNFL*

La CNFL cuenta con 480 mil clientes, que representan el 37 % del total nacional; y una gestión comercial que abarca el 46% del mercado eléctrico costarricense. Su área de servicio abarca el 1,8% del territorio nacional, con el 45% de la demanda eléctrica.

El potencial de generación es de 97,6 MW de capacidad instalada en 10 plantas hidroeléctricas, las cuales generaron el 11% de la energía comercializada y el 89%

restante se le compró al ICE, durante el año 2009.

## HISTORIA

La noche del 9 de agosto de 1884 fue inolvidable para los costarricenses de la época, pues 25 luminarias se encendieron en las principales vías públicas de la Capital. En esa fecha memorable se puso en operación la primera planta hidroeléctrica del país, situada en barrio Aranjuez. De esta forma,

San José se constituyó en la tercera ciudad del mundo y la primera en Latinoamérica en ser iluminada gracias a la energía eléctrica, después de Nueva York y París.

A partir de entonces surgieron varias pequeñas y grandes empresas dedicadas a la producción y distribución de energía, y poco después llegaron al país las transnacionales.

El origen de la CNFL se remonta al contrato suscrito el 27 de febrero de 1941 entre el *Servicio Nacional de Electricidad* y *The Costa Rica Electric Light and Traction Company, Limited*, *La Compañía Nacional de Electricidad* y *La Compañía Nacional Hidroeléctrica, Sociedad Anónima*. Este contrato y su concesión, fue ratificado y aprobado por el Congreso Constitucional de la República de Costa Rica el 8 de abril de 1941.

El sustento jurídico lo constituye el Contrato Eléctrico emitido por decreto legislativo Ley No. 2 el 8 de abril de 1941, por un plazo de 25 años y prorrogado en dos oportunidades con la Ley No. 4197 del 20 de septiembre de 1968 y Ley No. 4977 del 19 de mayo de 1972, por lo cual rige hasta el 1° de julio del año 2018.

Desde su creación la CNFL está legalmente constituida como una Sociedad Anónima debidamente inscrita en la Sección Mercantil del Registro de la Propiedad al tomo 022, folio 002, asiento 7234, y su vigencia está hasta el día 13 de agosto del año 2107, de conformidad con el artículo 54 de la Ley No. 8660, publicada en el Alcance No. 31 de la Gaceta No. 156 del 13 de agosto de 2008.

Los antecedentes nos remiten a una lucha que por más de diez años dio un grupo de costarricenses, preocupados por el monopolio de empresas extranjeras en los servicios eléctricos. Su empeño por nacionalizar los servicios eléctricos del país se hizo realidad el 20 de setiembre de 1968, cuando el ICE, le compró a la Electric Bond and Share Co, el 98,6% de las acciones y dejó el resto en manos de empresarios costarricenses que todavía las conservan.

Además, con el fin de marcar sus ámbitos de acción y establecer una política de coordinación de esfuerzos, en 1970 el ICE y la Compañía suscribieron un Convenio para la Prestación Mutua de Servicios el cual entró en vigencia el 1 de julio de 1971, con el aval de la Contraloría General de la República. Asimismo, existe un Convenio Marco de Cooperación: Inversión y operación conjunta

entre el ICE, CNFL, Empresas de Servicios Públicos Municipales y las Asociaciones Cooperativas de Electrificación Rural de fecha 13 de junio del 2005.

## MISIÓN

“Somos una empresa del sector eléctrico que brinda servicios públicos en el mercado nacional y que, comprometidos con la satisfacción del cliente, desarrollamos nuestras competencias esenciales y utilizamos los recursos de forma óptima, para contribuir con el crecimiento económico y social, y con el desarrollo ambiental del país”.

## VISIÓN

“Ser una empresa modelo en el ámbito nacional e internacional, en la prestación de servicios públicos de alto valor agregado para nuestros clientes, basados en el desarrollo tecnológico, la responsabilidad social y la calidad



Jardines en instalaciones de Dirección Ambiental. CNFL

técnica y humana de nuestro personal”.

## VALORES EMPRESARIALES

Los valores empresariales que han sido aprobados por el Consejo de Administración, son los siguientes:

- Responsabilidad Social
- Satisfacción al Cliente
- Ética
- Compromiso
- Trabajo en Equipo
- Superación
- Resultados

## GENERACIÓN

Garantizar a futuro el abastecimiento de energía eléctrica a nuestros clientes, a un precio competitivo y con una buena calidad de servicio, es un reto que la CNFL se ha propuesto enfrentar de manera planificada y visionaria. El desarrollo de proyectos de generación que le permitan a la empresa contar con un componente de energía propia, responde a esa intención empresarial y pretende aprovechar especialmente, aquellas fuentes que permitan producir energía limpia y renovable.

## COMERCIALIZACIÓN

Los tiempos actuales exigen a las empresas ser competentes, a partir de un servicio de alta calidad y una excelente atención al cliente; de ahí el constante interés de la Dirección Comercial de la CNFL, en la mejora de los procesos que intervienen en comercialización de la energía con miras a fortalecer el desempeño empresarial y brindar un mejor servicio al cliente.



Premio CIER de Calidad 2008. CNFL



Programa de Capacitación. CNFL



Taller mecánico Los Anonos. Certificado ISO 9001. CNFL



**Carlos Germán Meza**

ALBA GENERACIÓN.  
Funcionario de la Gerencia Comercial.  
Miembro de la REI en Energía

**Coautor:**

**MSc. Carlos Narváez Silva**

Profesor horario de Economía de la  
Universidad Centroamericana. UCA

# Determinantes en la elección del tipo de combustible para cocción de alimentos en barrios urbanos

## INTRODUCCIÓN

La elección del tipo de combustible para cocción de alimentos es de gran importancia en la vida de las familias nicaragüenses, en especial, las que se encuentran en condiciones de pobreza. Nicaragua al igual que gran parte de los países en vías de desarrollo es dependiente de combustibles fósiles y la biomasa. Según el Instituto de Estadísticas y Censos, 2005 cerca de 6 de cada 10 familias utilizan leña para cocinar.

El consumo de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros de 11.34 kg ha venido creciendo a lo largo de los últimos 20 años. Sin embargo, este crecimiento es desigual, ya que se concentra en la ciudad de Managua y en las cabeceras departamentales. El crecimiento en los ingresos nacionales, los cambios tecnológicos y demográficos son elementos que explican las variaciones no solo en los consumos de los combustibles, sino también en la tipo de combustible seleccionado. A partir de estas consideraciones, se planteo la necesidad de explorar los determinantes socio-económicos, energéticos, geográficos y culturales que influyen en la elección que realizan las familias de estos barrios.

## Panorámica Nicaragua

**País:** Nicaragua

**Región:** Centroamérica

**Departamentos:** Managua y León

**Barrios estudiados:**

Lino Argüello y Mariana Sansón (León)  
Arnoldo Alemán y 4 de Abril (Managua)

**Universo:** 2500 viviendas

**Muestra:** 404 viviendas

**Número de habitantes:**

1.950 aproximadamente

### RESUMEN ANALÍTICO

Este artículo presenta los resultados de un estudio exploratorio acerca de los determinantes en la elección del tipo de combustible para cocción de alimentos en 4 asentamientos humanos urbanos ubicados en los departamentos de Managua y León. Los análisis y cálculos se realizan utilizando la base de datos de la encuesta elaborada por el Ministerio de Energía y Minas en mayo de 2009. Se eligió un modelo logístico binario (logit) en el que se detectan, desde un enfoque econométrico, los factores económicos, culturales y sociales que inciden en la elección del tipo de combustible primario.

### PALABRAS CLAVE

Determinantes/elección/combustible/  
alimentos/logit

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS COMUNIDADES

Los barrios seleccionados cuentan con características socioeconómicas similares, entre las cuales se destacan:

- Escasez de centros escolares y de asistencia médica.
- Falta de centros de recreación (áreas verdes, parques, canchas deportivas)
- Vías de acceso para transporte urbano en malas condiciones, predominando los caminos de tierra.
- Pocas fuentes de trabajo y salarios bajos.
- Presencia de bajo nivel académico.
- Baja cobertura efectiva de agua potable.
- Elevados índices de hacinamiento.
- Medios de comunicación accesibles (televisión, teléfonos, radio y buses)
- Porcentaje elevado de ingresos destinado a gastos en alimentos.

En síntesis, se podrían caracterizar como asentamientos humanos con bajos niveles de vida, ubicados en el sector urbano y semi-urbano.

## MATERIALES Y MÉTODO

Se determinó utilizar una muestra que consta de 404 familias de las 2500 del total del universo, con una representatividad porcentual del 16.2 %. No obstante, algunas observaciones estaban incompletas por lo que al momento de estimar el modelo se trabajó con 388 observaciones.

El modelo seleccionado para estimar las probabilidades de elegir leña o GLP como combustible primario es un logístico binario (logit), utilizando el método de máxima verosimilitud.

## DATOS

A partir de la revisión de literatura se procedió a seleccionar de la encuesta un grupo de variables que en primera instancia se presumía pudiesen explicar la elección. Estas se describen en la siguiente tabla. (Ver tabla 1)

La variable dependiente llamada "combustible", dicótoma, toma forma de 0 cuando se usa leña como combustible para cocción de los alimentos y 1 cuando se utiliza Gas Licuado de Petróleo.

En el caso de las variables explicativas se seleccionaron 11 variables entre las cuales figuran:

- Ingreso familiar Real (C\$ =1999).
- Paga o no la vivienda el servicio de energía eléctrica como variable proxy al precio de un bien sustituto, en este caso la cocina eléctrica.
- Localización del asentamiento para determinar el efecto de la ubicación geográfica.
- Edad del jefe del hogar como variable proxy a los hábitos de cocción de los alimentos.
- Educación del jefe del hogar.
- Conjunto de variables socio-económicas, tales como el género del cabeza de familia y el estado conyugal.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Luego de correr un primer modelo, con todas las variables de la tabla 1, se procedió a realizar un ajuste en base a criterios de significancia estadística, de lógica socio-económica, energética y de bondad de ajuste. Se seleccionaron las variables con un significancia igual o mayor al 90 por ciento y que presentasen el signo esperado.

Los parámetros del modelo de elección del tipo de combustible se muestran en la siguiente tabla. (Ver tabla 2).

Los resultados muestran que variables que influyen en estudios similares a nivel internacional, no son significativos en las decisiones de las familias de estos barrios. En este sentido, a pesar que las mujeres, niñas y niños son los más afectados por la ingesta de humo, el género del jefe del hogar y el número de niños y niñas en la familia no son explicativos en la elección de las familias. Así mismo, la condición de empleo o desempleo del cabeza del hogar y su estado conyugal no son determinantes.

La cocina eléctrica es un sustituto del GLP y de la leña pero su utilización representa en Nicaragua, elevados costos en pago del servicio de energía eléctrica. Sin embargo, muchos de estos hogares no pagan el servicio de energía eléctrica (45%), a pesar que la utilización de las mismas tendría un costo monetario cero (no pagan el servicio), no se encontraron indicios de un efecto sustitución. Finalmente, el coeficiente del número de personas trabajando en la familia no es importante, aún cuando, un número elevado de miembros trabajando representaría flujos de ingresos familiares mayores y menor tiempo para adquirir la leña y encender el fuego.

Los factores determinantes en la elección son los siguientes:

1. Ingreso Familiar Real: Incrementos del 1 por ciento elevan en 26 por ciento las probabilidades que una familia elija Gas Licuado de Petróleo en vez de leña como combustible principal<sup>1</sup>. Los aumentos en los ingresos favore-

<sup>1</sup> Se estimaron los efectos marginales y la elasticidad de las variables dependientes en el modelo.

TABLA 1: Descripción de las variables

Variables	Descripción		Frecuencia	Media	Mín	Max
Combustible (Dependiente)	Tipo de combustible primario elegido en el hogar	0-Leña	145	...	...	...
		1-GLP	258	...	...	...
Trabajajef	Trabaja el jefe de hogar	1-Si	301	...	...	...
		0-No	103	...	...	...
Nios	Número de niños menores de 10 años		400	2	0	11
Edadjef	Edad del jefe del hogar		394	40	18	81
Notrabajando	Número de miembros del hogar que declararon tener empleo remunerado	...	2	0	7	
Ingrereal	Ingreso Real Familiar Mensual (C\$ 199)		400	2,275.4	360.5	14,240.6
Sexojef	Género	1-Masculino	201	...	...	...
		0-Femenino	196	...	...	...
Localización	Departamento en que pertenece el barrio	1-Managua	221	...	...	...
		0-León	183	...	...	...
Penergae	Paga la vivienda el servicio de energía eléctrica	1-Si 0-No	223 180	... ...	... ...	... ...
Nopers	Número de personas en el hogar		404	5	1	24
Estadoconyugal	Estado Conyugal del Jefe del Hogar	0- Soltería, viudez, separación	72	...	...	...
		1-Unión, Matrimonio	320	...	...	...
Educacionjef	Educación del Jefe del hogar	0- Ninguno	34	...	...	...
		1- Primaria	141	...	...	...
		2- Secundaria	165	...	...	...
		3- Técnico	18	...	...	...
		4- Universitario	42	...	...	...

Fuente: Autores

Tabla 2: Parámetros estimados del modelo de elección del tipo de combustible para cocción de alimentos

Variables	Tipo	Signo esperado	Coefficiente estimado Logit	P> z	Significancia	Conclusión
Combustible	Dicótoma	...	....	...	...	Variable dependiente
Constante	...		-0.2416517	0.685	...	Constante en el modelo Incluir
Edadjef	Continua	Negativo	-0.0170022	0.097	*	Incluir
Ingrereal	Continua	Positivo	0.0003573	0.000	***	Incluir
Localizacion	Dicótoma	...	0.4557921	0.059	**	Incluir
Nopers	Continua	Negativo	-0.1318962	0.025	***	Incluir
Educacionjef	Categorica	Positivo	0.6952672	0.000	***	Incluir
Log likelihood = -220.71158			Prob > chi2= 0.0000		*Indica significativo al 90% de confianza.	
LR chi2(5) = 63.66			Número de observaciones = 388		** Indica significativo al 95% de confianza.	
Pseudo R2 = 0.1260					***Significancia al 99% de confianza.	

Fuente: Autores

cen la adquisición de estufas a base de GLP, el cilindro y demás utensilios. Además, permite que los presupuestos familiares resistan incrementos en los precios del hidrocarburo<sup>2</sup>.

- Número de personas en el hogar: Un mayor número de personas en el hogar disminuye las probabilidades de uso de GLP. Esto se explica, en primer lugar, por el incremento en los gastos que una familia numerosa incurre en alimentación, transporte, vesti-

menta y demás necesidades. Esto impide ahorrar para adquirir las estufas de GLP, los cilindros vacíos y demás utensilios.

En segundo lugar, el tiempo de duración de un cilindro de GLP disminuye en la medida en que se cocina un volumen mayor de alimentos y se usan un mayor número de quemadores, por tanto es necesario, adquirir con mayor frecuencia el combustible, presionando los presupuestos familiares.

- Localización del asentamiento: Los asentamientos de León son 2 veces más propensos a utilizar leña. Esto se debe a los siguientes elementos: poca oferta de GLP (menor número de centros de distribución detallista en los asentamientos Lino Arguello y Mariana Sansón de León), un precio del GLP envasado en cilindros mayor al de la ciudad de Managua (debido a los costos de transporte de la capital Managua hacia León) y un precio de la leña supe-

<sup>2</sup> SEI precio del GLP es regulado por el Instituto Nicaragüense de Energía. Sin embargo, las alzas de los precios internacionales del propano y el butano impulsan el crecimiento de los precios internos.

rior en Managua. Según, la Encuesta Nacional de Leña efectuada en el año 2006, el precio de la leña en Managua, es el más alto en Centroamérica.

4. Educación del jefe del hogar: Mayores niveles educativos del jefe del hogar disminuyen las probabilidades de uso de leña. Esto podría explicarse por un mayor conocimiento de los efectos negativos de la ingesta del humo sobre la salud de los miembros de la familia, así como, los perjuicios medioambientales que ocasiona la tala y corte de árboles para leña. Por otro lado, mayores niveles de educación favorece la generación de ingresos familiares.
5. Edad del jefe del hogar: Los hogares con jefes de familia en edad avanzada tienen mayor probabilidad de usar leña, manteniendo inalterado el resto de factores. Este resultado sugiere cierta renuencia a utilizar GLP, posiblemente argumentada, por hábitos y concepciones culturales

relacionadas con el sabor y la velocidad de cocción de los alimentos cocinados en leña y la supuesta "haraganería" que según algunos habitantes representa usar GLP.

**REFLEXIONES FINALES**

Después de los resultados presentados en este artículo es posible afirmar, que acciones como las que viene desarrollando el gobierno de Nicaragua, en materia de transferir estufas con Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros, responden a una lógica acertada. Programas gubernamentales de este tipo, elevan la probabilidad que familias con ingresos bajos puedan sustituir la leña por un combustible de mayor eficiencia y menos contaminante como el GLP. El solventar esa inversión inicial coadyuva a mejorar el bienestar de las familias, mitigar la degradación del suelo y disminuir la demanda de servicios de salud pública<sup>3</sup>. (Ver tabla 3).

- Tipo de cambio oficial al 13/01/2010

- Precio máximo al consumidor. INE Segunda semana de enero 2010
- Se supuso un precio de una cocina sencilla de 4 quemadores. Fuente:

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

— DUBIN, J. ROBLEDO, C. "Servicio de Asesoría en el Análisis de la Demanda Residencial de Electricidad e Hidrocarburos". QUANTUM. 2006. pp. 50-65

— Banco Central de Nicaragua, Anuario de Estadísticas Mensuales. [www.bcn.gob.ni](http://www.bcn.gob.ni).

— MARTÍNEZ, M.C. 2005. "La demanda por combustibles y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: El caso de Guatemala."

— PNUD. 2005. "La energía para el logro de los objetivos de Desarrollo del Milenio". Pág. 5

— MULTICONSULT & Cía. LTDA. "Encuesta Nacional de Leña, 2005"

**Tabla 3: Presupuesto estimado para sustituir leña por GLP e ingresos familiares promedios**

Precio en dólares del cilindro vacío ( 11.34 KG)	35
Precio del cilindro en córdobas*	730.69
Precio del Gas Licuado de Petróleo (11.34 KG)**	250
Mangueras	130
Precio de cocina sencilla (C\$)***	500
Pago por transporte de equipo hasta la vivienda (C\$)	50
Inversión Inicial Total (C\$)	1660.69
Ingreso familiar mensual promedio (C\$ nominales)	5049.08

**Fuente:** Distribuidora Tropigas "Martínez".

<sup>3</sup> A través de una serie de reformas del sector energético y de programas de subsidios, desde 1974, el Gobierno de Senegal ha contribuido a incrementar el consumo de GLP en 11% anual. Esto se ha traducido en una reducción notable de la deforestación. En este sentido, en el 2002, el consumo de 100.000 toneladas de GLP evitó la deforestación de 40.500 hectáreas o la producción de 337.500 toneladas de carbón vegetal. Fuente: ENDA

## Nuestras Experiencias Costa Rica

### RESUMEN ANALÍTICO

Este artículo presenta un nuevo paradigma energético para la industria eléctrica centroamericana, proponiendo un cambio de gestión de "oferta-demanda" a un nuevo esquema "oferta-demanda-uso racional de la electricidad", enmarcado en la *Estrategia de Política en Eficiencia Energética para el Sector Eléctrico*. Como respuesta, a diciembre, 2009, se han elaborado 37 normas técnicas para las tecnologías de acondicionadores de aire, lámparas fluorescentes compactas (LFC), motores eléctricos, refrigeración comercial y de uso doméstico. En el caso particular de las LFCs en Costa Rica, BUN-CA desarrolló un modelo de simulación econométrico el cual estimó en 55.178 MWh la generación evitada, en 17 MW la capacidad desplazada y 3.036 toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas, gracias a la aplicación de una política pública de certificación de equipo eléctrico eficiente que involucra normas técnicas, etiquetado e incentivos económicos. Centroamérica tiene diversas opciones para emprender acciones eficaces para mitigar una crisis energética, no sólo ampliando la oferta de generación eléctrica, sino fortaleciendo el desarrollo de los mercados de equipos eléctricos más eficientes, ya que es la forma más barata de desplazar una parte de la potencia demandada con medidas costo-eficientes de corto plazo.

### PALABRAS CLAVE

Centroamérica, eficiencia energética, industria eléctrica, generación evitada

# Eficiencia Energética como una forma de generación evitada en Centroamérica



**José María Blanco Rodríguez**

*Director Regional, Fundación Centroamericana de Energía, BUN-CA.  
Costa Rica*

Los responsables de la gestión de un sistema eléctrico enfrentan un reto permanente, i.e.: planificar con un margen de confiabilidad adecuado el crecimiento de la demanda eléctrica nacional, de manera que la oferta de electricidad del sistema nacional interconectado -medida en términos de la capacidad de operación de las plantas de generación eléctrica -brinde los márgenes de reserva adecuados para que los diferentes sectores de consumo reciban la calidad y la cantidad de energía requerida en el corto, mediano y largo plazo.

Centroamérica ha visto como con el crecimiento socio-económico promedio de la última década, la demanda eléctrica ha crecido casi un 5% por año, es decir, para una región que cuenta con una capacidad instalada de generación cercana a los 10,000 megavatios, cada año deberían agregarse al menos unos 500 megavatios de potencia al sistema interconectado de los países para mantener una gestión óptima de servicio, sobre todo aprovechando el amplio potencial de generación hidroeléctrica existente en casi todos los países de la región.

La conformación de la matriz de generación centroamericana se ha basado hasta finales de los años 1980's en los grandes proyectos hidroeléctricos, tendencia que cambió con la apertura de los mercados de generación donde emerge con fuerza la generación termo-eléctrica aprovechando los precios relativamente baratos de los combustibles fósiles importados, así como la necesidad de brindar adecuados márgenes de reserva en el corto plazo, ya que para los tomadores de decisión en la industria eléctrica, cualquier acción que evite programar apagones del sistema interconectado, es bienvenida. La apertura del mercado

de generación brinda también oportunidades para que los desarrolladores con capital privado aprovechen - a menor escala- el potencial hidroeléctrico para la venta de la energía a los mercados de contratos y de ocasión.

Sin embargo, entre otros factores que adversan la hidroelectricidad y que se obvian en el contexto de este artículo, la disponibilidad de generación hidráulica se ve seriamente afectada por los eventos climáticos extremos, al disminuir en años secos el abastecimiento del caudal hídrico a las plantas de generación y cuando se producen avenidas máximas que afectan parte de la infraestructura civil y electromecánica, colocando esa potencia temporalmente fuera de servicio. Es decir, ante un crecimiento sostenido de la demanda eléctrica nacional y una oferta de generación comprometida por diversas causas ambientales, aumenta la vulnerabilidad energética en la industria eléctrica en todos los países de la región centroamericana.

Entonces, cabe preguntarse, cuáles opciones emergen que no sean sólo aumentar la dependencia de la generación termo-eléctrica de los hidrocarburos importados a fin de prevenir una eminente crisis energética?

Una acción de política pública que surge en los últimos años en forma novedosa es el uso eficiente de la energía. Los sectores gubernamental, privado y académico, con la asistencia técnica de la Fundación Centroamericana de Energía, BUN-CA, y el financiamiento de varias agencias de cooperación para el desarrollo, han emprendido la ejecución de una Estrategia Regional para detonar los mercados de eficiencia

energética y el uso racional de la energía.

Esta Estrategia no sólo busca contribuir a desplazar en el tiempo las inversiones en nueva potencia - sobre todo de las plantas de generación térmica que utilizan combustibles fósiles importados, aumentan la vulnerabilidad energética y agravan los efectos adversos del cambio climático provocados por el ser humano- sino que la misma promueve la integración de los mismos consumidores como agentes de mercado a pequeña escala, quienes pueden emprender acciones inmediatas haciendo un uso racional de la electricidad en las instituciones públicas, las empresas y los hogares.

Una gestión político-institucional que cambie el esquema histórico de la industria eléctrica centroamericana de "oferta-demanda" a un nuevo paradigma energético orientado por "oferta- demanda-uso racional de la electricidad", parte de una clara voluntad política, la cual quedó plasmada con la ratificación que le dieron los ministros de ambiente y energía de Centroamérica en Octubre del 2006 en la Ciudad de Panamá a la Estrategia de Política en Eficiencia Energética para el Sector Eléctrico de Centroamérica y República Dominicana, realizada en conjunto con SICA-CCAD/BUN-CA y financiada por USAID y el PNUD/GEF.

Bien es sabido que un kilovatio ahorrado es más barato que un kilovatio instalado en una nueva planta de generación, de ahí el reto de los planificadores de la industria eléctrica de estimular el desarrollo de los mercados de equipos eléctricos más eficientes a otros equipos intensivos en el uso de la electrici-

dad, tales como los fluorescentes compactos eficientes, equipos de refrigeración y aire acondicionado, motores eléctricos, sustitución de calentadores eléctricos de agua por calentadores solares, generación fotovoltaica, etc. El uso racional eficiente de la electricidad es el paso inmediato para un manejo económicamente eficiente de la demanda máxima del sistema nacional interconectado

El acceso a la electricidad en forma confiable y de buena calidad debe ser un derecho de los ciudadanos, no un privilegio, de ahí que se debe extender el reciente mercado de la eficiencia energética promoviendo incentivos económicos, así como el soporte institucional para que los clientes de las empresas de distribución adquieran equipos eléctricos cada vez más eficientes. En el contexto centroamericano y gracias a una clara voluntad política, ya algunos países han avanzado sustancialmente hacia ese nuevo paradigma al emitir normas técnicas consensuadas para los equipos eléctricos más eficientes, así como el desarrollo incipiente de algunos incentivos de mercado.

A diciembre 2009, la región centroamericana contabiliza 37 normas técnicas, elaboradas y aprobadas, para las tecnologías de acondicionadores de aire, lámparas fluorescentes compactas (LFC), motores eléctricos, refrigeración comercial y de uso doméstico. De esta manera, países como Nicaragua, Costa Rica y El Salvador no sólo han liderado el proceso y han elaborado esas normas técnicas, sino que han fortalecido la plataforma en torno a la normalización y el etiquetado de equipo eléctrico energéticamente más

eficiente, avanzando hacia su cumplimiento en el mercado, el cual encuentra su sustento en el desarrollo de los Procedimientos de Evaluación de la Conformidad -conocidos como PEC- que comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación, a fin de establecer los controles necesarios para garantizar la plena aplicación de las Normas Técnicas de Equipo Eléctrico Eficiente.

En este sentido, restan muchas acciones por realizar en materia de política pública en el sector eléctrico de Centroamérica, donde la armonización de la normativa a nivel centroamericano, es una acción regional que reduce los costos de implementación de los PEC, agiliza los mercados de productos homologados en los 7 países, y sobre todo, contribuye a disminuir significativamente la generación térmica de electricidad y la consecuente emisión de gases efecto invernadero.

Gracias al apoyo técnico desde el 2005 por parte del Gobierno Federal de la República Mexicana en materia de normalización, BUN-CA ha elaborado una metodología de análisis para determinar el impacto del costo-beneficio en la implementación de una norma técnica voluntaria de Eficiencia Energética en Costa Rica para equipos de iluminación, según la norma INTE 28-01-07-08. Esta metodología desarrolla un modelo de simulación econométrico el cual permite estimar el impacto en los diferentes agentes de un mercado eléctrico, i.e., importadores de equipo eficiente, empresas eléctricas -ahorro de energía eléctrica-, ambiental -toneladas de CO<sub>2</sub> mitigadas, con-



sumidor final, así como para la sociedad en su conjunto.

BUN-CA estimó en 55.178 MWh la generación evitada, en 17 MW la capacidad desplazada y en 3.036 toneladas de CO<sub>2</sub> mitigadas; gracias al impacto de la aplicación de la norma de Lámparas Fluorescentes Compactas en el 2008 en Costa Rica, donde se colocaron en el mercado casi un millón de lámparas mediante un sistema de incentivos al consumidor final, quienes podían adquirir en los almacenes 3 unidades y pagaban solamente por el precio de 2 unidades, la tercera unidad la pagaba la empresa eléctrica, a fin de contribuir a reducir la demanda máxima del sistema nacional interconectado con un menor consumo por iluminación en la hora pico. De esta manera, un importador interesado de LFCs podía participar en esta iniciativa, siempre y cuando el producto a certificar cumpliera con la norma técnica para obtener el sello de calidad otorgado por el Organismo Nacional de Normalización. A la fecha, el mercado de este tipo de lámparas se ha detonado en el contexto eléctrico de ese país.

Conclusión: Centroamérica tiene opciones innovadoras para emprender acciones eficaces para mitigar una crisis energética en la industria eléctrica, no sólo ampliando la oferta de generación eléctrica con fuentes locales e importadas, sino fortaleciendo también el desarrollo de los mercados de equipos eléctricos más eficientes con una visión de largo plazo. Las oportunidades de ahorro de energía que brindan las tecnologías de uso final energéticamente más eficientes debe ser consideradas en los planes de expansión eléctrica por los planificadores del sector, como una forma de generación evitada, ya que es la forma más barata de desplazar una parte de la potencia demandada con medidas costo-eficientes de corto plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO JOSÉ, (2010). Notas personales.
- BUN-CA, (2010). *Introducción a los Procedimientos de Evaluación de la Conformidad en Centroamérica*, en proceso de edición.

# Diseño e Implementación de energías renovables



**Yuri Uliyanov López**

*Profesor Departamento de Energética y Mecánica de la Universidad Autónoma de Occidente*

## LA CRISIS ENERGÉTICA Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Hoy en día no se puede hablar de energías renovables sin justificar su rápido desarrollo actual con el incremento de la temperatura mundial o calentamiento global por el excesivo e indiscriminado uso de combustibles fósiles.

Paralelo a esto, es muy bien conocido el incremento acelerado en los últimos años del precio del petróleo. Es así como puede verse en la tabla 1, que el precio pasó la barrera de los US\$100, el barril en tasa WTI (West Texas Intermediate), casi duplicando el valor del 2007.

**TABLA 1**  
Comparación anual del precio del crudo

	AÑO			CAMBIO PORCENTUAL		
	2006	2007	2008	2009	06-07	07-08
WTI Crude (US\$/barril)	66.02	72.32	111.57	112.00	9.5	54.3

Fuente: Energy Information administration. Short-Term Energy and Winter Fuels Outlook, Octubre 2008, <http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/contents.html#Overview>

## Nuestras Experiencias Colombia

### RESUMEN ANALÍTICO

El presente trabajo resume las experiencias realizadas en los dos últimos años en el tema de las energías renovables en el interior de la Universidad Autónoma de Occidente. Se presenta aquí el diseño y modelado de un sistema solar, adquisición de equipos para enseñanza y sus aplicaciones, desarrollo de pruebas de laboratorio y por último el diseño de un pequeño aerogenerador como resultado de una investigación de pregrado. Finalmente, con los equipos adquiridos y desarrollos realizados como productos de tesis de pregrado, se da origen al Laboratorio de Energías Renovables de la Universidad de Occidente en Cali-Colombia.

### PALABRAS CLAVE

Energías renovables, laboratorio, desarrollo académico, escuelas rurales.

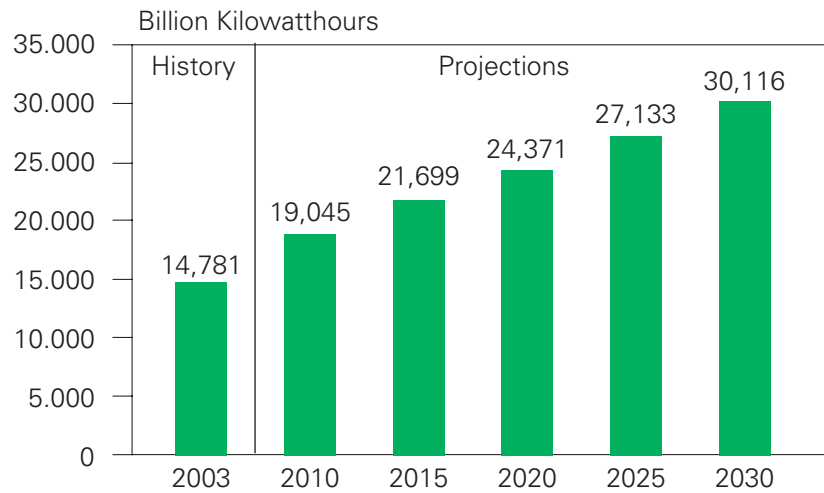
Mientras se observa que suben los precios del crudo nivel mundial, el consumo energético aumenta lo cual requiere más combustibles fósiles que son los más usados actualmente. El consumo mundial presentado por la EIA, sugiere que entre el 2003 y 2030 se duplicará el nivel de energía necesaria. Ver figura 1.

Brasil, Méjico y Argentina lideran de igual manera el listado latinoamericano en consumo de energía según un informe de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), en el 2006 con valores de 460.50 TWh, 224.30 TWh y 118.55 TWh respectivamente.

Es claro entonces, que la alta demanda de la energía es en todos los campos o sectores de consumo y requiere de acciones inmediatas las cuales van desde la generación de energía usando varias fuentes hasta la inclusión de programas de Uso Racional de Energía, a nivel estatal y nivel particular, de manera que el consumo de la energía sea eficiente y provenga de un mix energético con diversas fuentes renovables de energía.

En cuanto a la energía eólica, ya se creó la Asociación Latinoamericana de Energía Eólica (LAWEA), que además de organizar todos los países para el mejor desarrollo de la eólica en la región, ya presenta un informe<sup>1</sup> básico sobre el estado de la eólica instalada país por país en lo que Brasil posee 256 MW, México, por su parte con 88 MW, Costa Rica, 74 MW, Argentina con 27 MW instalados, Jamaica tiene 20.7 MW instalados y Chile 20.15 MW instalados. Colombia por su parte, tiene un único parque de generación eólica en el norte del departamento de la Guajira con 20 MW ins-

**FIGURA 1: Consumo Mundial de Energía 2003-2030**



Fuente Energy Information Administration (EIA). *International Energy Annual 2003* (May-Jun 2005), [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/). Projections: EIA, *System for the Analysis of Global Energy Markets* (2006).

talados y la Ley 697 de 2001, conocida como ley PROURE que define algunas políticas para incentivar el desarrollo de las Renovables y la ayuda a la inversión a través de préstamos. En cuanto a energía solar solo se conocen algunos pequeños montajes o proyectos pero no existen parques o plataformas o huertos solares que empiecen a desarrollar con gran fuerza la energía solar.

## ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA

Para el desarrollo de las energías renovables en cualquier país, es prioritario conocer el recurso energético disponible, eólico, solar, biomasa, etc. Colombia ha empezado a conocer este recurso luego que en un desarrollo conjunto entre la Unidad de Planeación Minero Energéti-

ca (UPME), y el Instituto de Estudios Medio Ambientales IDEAM, impulsarán la realización del único mapa energético colombiano vigente hasta la fecha.

Además de ello y totalmente necesario, debe existir una reglamentación o normativa gubernamental que soporte e impulse este desarrollo. En Colombia, el marco regulatorio para las Energías Renovables o Fuentes no-convencionales de Energía son los siguientes documentos:

— Ley 697 de 2001, Ley de Reforma Tributaria, Decreto 3683 de 2003 de URE, Resolución 0047 de Abril 14 de 2003.

— Normas Técnica del Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC.

— Documento Conpes - Consejo Nacional de Política Económica y Social.(microcentrales).

<sup>1</sup> Disponible en <http://www.lawea.org/energia.php?secc=pais>

### ALGUNAS EXPERIENCIAS ACADÉMICAS INTERNACIONALES A NIVEL UNIVERSITARIO

Existe un trabajo desarrollado por el profesor Marco Saidel y su grupo de investigación de la Universidad de Sao Paulo - Brasil, titulado Experiencia de Implementación de un Sistema Solar Solar de Gran Porte para Pre-Calentamiento de Agua del Restaurante de la Universidad de Sao Paulo. Brasil. Este proyecto contiene la instalación de un sistema de colectores solares para precalentamiento del agua consumida en el restaurante universitario, que sirve cerca de 5800 comidas por día [1]. Algunas empresas se unen para impulsar el desarrollo rural en Honduras, donde se instalaron en 2008 sistemas solares para escuelas de bajos recursos dentro del marco de la electrificación en sectores rurales. El proyecto fue realizado en la Escuela Dionisio de Herrera en el Caserío El Caracol, Honduras [2]. La aplicación de la energía fotovoltaica en la educación a Distancia fue el título de un proyecto conjunto desarrollado como guía técnica en Agosto de 2001. Este trabajo fue desarrollado entre el Laboratorio estadounidense SANDIA y la Agencia de los Estados Unidos Internacional (USAID). Donde se entrega una guía didáctica, de sencilla comprensión, para todo tipo de público [3]. La Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de la colaboración de la iniciativa EREA y la Agencia Interamericana de Cooperación y Desarrollo (AICD), está estableciendo una Iniciativa de Conectividad y Energía Rurales con el objetivo de suministrar tecnología de informática y comunicaciones (TIC) a edificios comunitarios en áre-

as rurales aisladas. Por otra parte y muy importante, es el trabajo permanente del Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), electrificando con energías renovables el sector rural en diversos países, sobre todo latinoamericanos. [4]

Estas experiencias muestran que el conocimiento en tecnologías de punta puede ser fácilmente aplicado en sectores de bajos recursos económicos y pueden llevar más comodidad con la electrificación de comunidades.

### LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

El proyecto para la creación de un laboratorio en energías Renovables, desde el año 2006, permite a la Universidad tener las herramientas precisas para el conocimiento real de los equipos necesarios en proyectos

de esta índole, además permite el desarrollo de nuevos proyectos hacia la comunidad. Entre sus objetivos, está el poseer un equipo de laboratorio que permita el desarrollo de las principales ramas de las energías renovables, apoyado por el grupo de investigación en energías GIEN de la Universidad, brindando capacitación a futuros ingenieros y personal externo a la UAO, incrementando en Colombia el recurso humano conocedor del tema. También, se considera necesario para el desarrollo de trabajos de grado de estudiantes de ingeniería.

Para alcanzar estos objetivos, se adquirieron 3 paneles solarex 32 W instalados en el laboratorio de vapor y se utiliza para iluminación. En la figura 2, se aprecia el sistema solar fotovoltaico (3 paneles de 32W c/u), para iluminación del laboratorio de Vapor. Este proyecto es el resultado de la tesis de pregrado de los estudiantes Fabian Diez y Hedier Diaz, de ingeniería eléctrica.

**FIGURA 2.**  
Sistema Solar para iluminación



Para medir la velocidad del viento, se adquirió un Anemómetro EXTECH. 45118. Se han realizado mediciones en diferentes sitios de la ciudad y en un municipio aledaño a Cali. Esas mediciones realizadas en el corregimiento de Dapa, a una altura superior a Cali y con velocidades de viento de 15 m/s. Ver Figura 3.



**FIGURA 3. Valores promedios (10 s), Medidos en Dapa, Valle del Cauca, Colombia**

Así mismo, en el tema de las pilas de hidrogeno o también conocidas como pilas de combustible, se adquirió un vehiculo de muestra alimentado con pila de combustible HyRunner GT además, se cuenta con varias pilas de combustible y en donde un grupo de estudiantes, realiza análisis de eficiencias de electrolizadores, paneles y celdas.

También se compró un equipo inversor para conexión de sistemas solares a red, SUNNY BOY 700 W. Este sistema permite entregar energía a la red reduciendo así el coste por electricidad del sitio, casa o institución donde se instala. Un display permite mantener informa-

do a todo el público, la cantidad de energía que se ha generado por el sistema solar. Este sistema viene acompañado de 6 paneles de 85 vatios.

Finalmente, se adquirió un aerogenerador air X 400, para conocer las partes y el funcionamiento de un sistema de generación eólica, que posee un generador de imanes permanentes. Es un equipo ampliamente usado para pequeñas potencias y bajas velocidades.

El uso del aerogenerador ha permitido realizar otro tipo de pruebas, como fue su utilización en salidas de sistemas de aire acondicionado. Aunque su trabajo es vertical, se comprobó que puede entregar una potencia entre 300 y 400W durante largas horas de una jornada laboral.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

— ELLIS, ABRAHAM. DELIA COTA, ALMA. FOSTER ROBERT. *Energía Fotovoltaica en la educación a distancia*. Guia Tecnica. SANDIA. SWTDI. Agosto 2001

— JIMÉNEZ, ANTONIO C. OLSON, KEN. 1998. *National Renewable Energy Laboratory - Solar Energy International. Renewable Energy for Rural Health Clinics. National Renewable Energy Laboratory*.

— RUNYON, JENNIFER, 2008. *SonLight Power Lights the Way to Learning. Renewable Energy world, September 2008*.

— SAIDEL, MARCO, J.R.S MOREIRA, A.L.V. GIMENES, R.J.FUJII, 2006. *Experiencia de Implementación de un Sistema Solar de Gran Porte para Pre-Calentamiento de Agua del Restaurante de la Universidad de Sao Paulo*. CIU-REE2006.



**FIGURA 4. Vehiculo demostrativo-didactico de Pila de Hidrógeno. Fuente: h-tec.com**



**FIGURA 5. Sistema SUNNY BOY**



**FIGURA 6. Air X 400 en pruebas en Aulas 3**

# Aspectos regulatorios de la integración de energía solar fotovoltaica en las redes



**José Miguel Unsión Rodríguez**

*Técnico de la Subdirección de Regímenes Especiales (Comisión Nacional de Energía). Miembro de la REI*

## RESUMEN ANALÍTICO

En este artículo se trata la integración de la energía solar fotovoltaica en las redes de distribución y transporte del sistema eléctrico interconectado.

Se cita el ejemplo español, como muestra de la evolución positiva de las energías renovables, y en concreto la energía solar fotovoltaica en la producción de energía eléctrica. Asimismo se menciona la metodología seguida en España para conseguir esta evolución.

Por otra parte, se enumeran las posibles barreras que tienen los promotores de energía solar fotovoltaica para desarrollar sus proyectos, así como los problemas específicos que se encuentran las redes de energía eléctrica para absorber la energía procedente de estas fuentes renovables.

Por último, se detallan posibles soluciones para intentar soslayar las dificultades antes mencionadas, desde un punto de vista regulatorio.

## PALABRAS CLAVE

Acceso, integración, centro de control, seguridad de suministro.

## Nuestras Experiencias España

### INDICADORES DE CONTEXTO

#### GEOGRÁFICO

El alcance del artículo afecta a todos los países componentes de la REI, debido al carácter universal del desarrollo de las energías renovables.

#### POBLACIÓN:

Por el mismo motivo, dado el interés general por las energías renovables, la población que pueda verse afectada es la totalidad de los habitantes de los países componentes de la REI.

## INTRODUCCION

La energía solar fotovoltaica es una tecnología con numerosas ventajas, entre las que se pueden citar las medioambientales (energía limpia y renovable), su utilidad para abastecer sistemas aislados, el no requerir mantenimiento complejo, su alta fiabilidad, el fomento de la "generación distribuida", la posible combinación con otros sistemas (bombeo). Asimismo, es una fuente autóctona, por lo que favorece la independencia energética, además de tener la posibilidad de convertirse en una fuente de desarrollo tecnológico y de empleo.

Sin embargo, esta tecnología también puede tener desventajas, como la baja densidad energética, sus elevados costes y la dificultad de su integración en las redes, aspecto que se desarrollará en mayor detalle.

## IMPLANTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA.

En la actualidad, España es el segundo país del mundo en potencia instalada en tecnología solar fotovoltaica, únicamente superado por Alemania.

En el Gráfico 1 se muestra la evolución de la potencia instalada en tecnología solar fotovoltaica en España.

Por otra parte, este desarrollo, así como el crecimiento general de las renovables, han sido posibles debido a que España cuenta con un marco jurídico y económico estable e incentivador de las inversiones. En este sentido, en el año 2003 la CNE aprobó una metodología que fue remitida al Gobierno, y que des-

de entonces ha inspirado la regulación jurídica y económica del régimen especial.

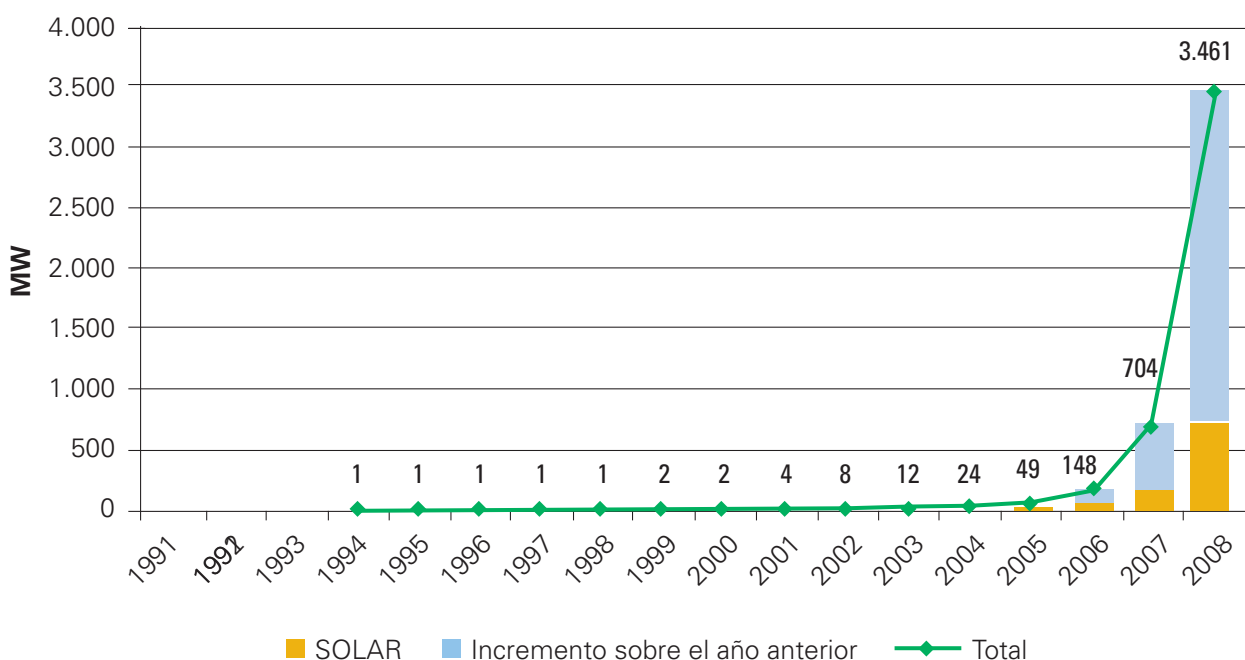
A continuación se muestra los cuatro criterios fundamentales que a juicio de la CNE deben inspirar la regulación jurídica y económica de la producción de electricidad en régimen especial, y que se encuentran en la mencionada metodología:

### a) Alcanzar los objetivos de planificación

Es fundamental para evaluar la correcta implantación de renovables, el contar con unos objetivos establecidos cuantitativamente por tecnología, y con unas fechas de cumplimiento definidas.

El nuevo objetivo para el conjunto de la Unión Europea es alcanzar con renovables el 20 por 100 de la demanda de energía final en 2020, lo que puede suponer para el sec-

**GRÁFICO 1**  
Evolución e incremento anual de la potencia instalada en energía solar fotovoltaica. Diciembre 2008



tor eléctrico español alcanzar con renovables una cuota aproximada del 40%.

Se considera que los incentivos económicos son fundamentales para el fomento de las distintas tecnologías, siempre que éstos sean suficientes para el desarrollo de las

inversiones. En determinados casos se justifican incluso incentivos que lleven a rentabilidades superiores, para que se puedan alcanzar en plazo los objetivos establecidos en la planificación.

En este sentido, cabe destacar el sobrecoste que estos incentivos

significan para el usuario final. Como ejemplo, en el siguiente cuadro se pueden observar los datos de potencia instalada por cada una de las tecnologías, energía vendida y sobrecoste que soporta el consumidor final. (Datos hasta septiembre de 2009)

AÑO	TECNOLOGIA	Potencia Instalada (MW)	Energía Vendida (GWh)	Número Instalaciones	Retribución Total (Miles)	Precio Medio Retribución Total (cent /kWh)	Prima equivalente (Miles)
2007	COGENERACIÓN	6.015	17.683	858	1.345.605	7,610	601.558
	SOLAR	704	495	20.268	214.832	43,384	193.997
	EÓLICA	14.461	27.553	633	2.153.054	7,814	993.711
	HIDRÁULICA	1.895	4.125	932	319.274	7,740	145.711
	BIOMASA	557	2.173	92	192.303	8,850	100.876
	RESIDUOS	559	2.722	32	167.814	6,165	53.280
	TRAT.RESIDUOS	532	3.402	44	317.538	9,334	174.398
<b>Total 2007</b>		<b>24.723</b>	<b>58.153</b>	<b>22.857</b>	<b>4.710.421</b>	<b>8,100</b>	<b>2.263.531</b>
2008	COGENERACIÓN	6.119	21.083	872	2.095.516	9,939	733.622
	SOLAR	3.460	2.543	51.274	1.152.433	45,310	988.136
	EÓLICA	15.995	31.896	716	3.203.205	10,043	1.142.848
	HIDRÁULICA	1.980	4.632	951	445.586	9,619	146.357
	BIOMASA	587	2.488	102	290.055	11,660	129.365
	RESIDUOS	569	2.732	33	239.339	8,762	62.883
	TRAT.RESIDUOS	571	3.155	45	351.578	11,144	147.789
<b>Total 2008</b>		<b>29.281</b>	<b>68.529</b>	<b>53.992</b>	<b>7.777.710</b>	<b>11,350</b>	<b>3.350.999</b>
2009	COGENERACIÓN	6.141	13.818	864	1.209.634	8,754	668.084
	SOLAR	3.488	4.482	51.640	2.092.657	46,694	1.917.011
	EÓLICA	16.406	21.774	728	1.760.715	8,086	907.339
	HIDRÁULICA	1.967	3.550	935	290.860	8,192	151.713
	BIOMASA	640	1.662	111	183.560	11,044	118.421
	RESIDUOS	592	1.823	32	127.960	7,020	56.523
	TRAT.RESIDUOS	627	2.406	46	305.085	12,678	210.774
<b>Total 2009</b>		<b>29.860</b>	<b>49.514</b>	<b>54.355</b>	<b>5.970.471</b>	<b>12,058</b>	<b>4.029.864</b>

Los incentivos económicos se otorgan según las dos opciones con las que en España cuentan las instalaciones que utilizan las energías renovables y la cogeneración de alta eficiencia: en forma de tarifa regulada (con garantía de compra por parte del sistema), o en forma de prima, adicional al precio del mercado. Las instalaciones pueden elegir libremente ubicarse en una opción u otra por un periodo mínimo de un año.



### *b) Minimizar la incertidumbre regulatoria*

La estabilidad y la predictibilidad de los incentivos económicos (tarifas y primas) reducen la incertidumbre regulatoria, lo que incentiva las inversiones en nueva capacidad para abordar sus proyectos, al tiempo que minimiza el coste de financiación, reduciéndose el coste final para el consumidor.

La regulación ha de ofrecer garantías suficientes para conseguir que los incentivos económicos sean estables y predecibles durante toda la vida de la instalación.

No obstante, es conveniente también fijar mecanismos transparentes para:

- La actualización anual de los incentivos, asociando las actualizaciones a la evolución de índices robustos (como el IPC, los bonos a diez años, etc.).
- Revisiones periódicas, cada cuatro años, con el fin de ir adaptando el nivel de los incentivos a la curva de aprendizaje de cada tecnología. Por seguridad jurídica, estas revisiones sólo pueden afectar a las nuevas instalaciones.

### *c) Incentivar la integración voluntaria en el mercado*

Las instalaciones de régimen especial pueden optar entre dos opciones de venta de su energía:

- Opción de venta a tarifa regulada: Percibiendo una tarifa fija.
- Opción de venta en mercado (en cualquier modalidad de contratación) percibiendo: Precio Mercado + Prima

La participación en mercado se realiza a través de un representante, que presenta ofertas a precio cero y gestiona la energía en dicho mercado.

### *d) Facilitar la operación del sistema*

(Se analizará al estudiar la integración de las renovables en las redes).

## **POSIBLES BARRERAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

En el aspecto de las posibles barreras que frenan el aumento de la tecnología solar fotovoltaica, se pueden encontrar

- Problemas administrativos.
- Trámites burocráticos.
- Problemas técnicos de conexión
- Denegación de la conexión y el acceso por los gestores de red.

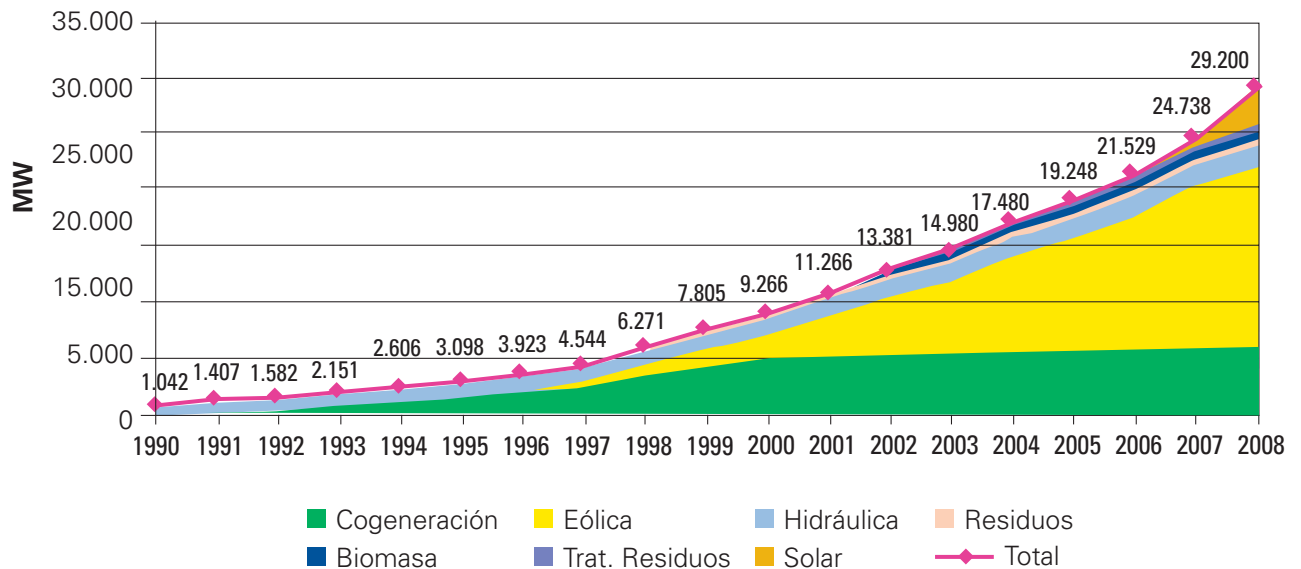
Un aspecto fundamental para eliminar estas barreras consiste en establecer la prioridad en el acceso, la conexión y el despacho de energía en las plantas fotovoltaicas y renovables en general frente a las centrales térmicas clásicas.

Por otra parte, respecto de los problemas administrativos y burocráticos, como ejemplo, se puede citar el borrador de Real Decreto de acceso y conexión de instalaciones de régimen especial, elaborado por la CNE en abril de 2009, en el que se establece un procedimiento simplificado para instalaciones fotovoltaicas con potencia no superior a 100 kW conectadas a baja tensión (no superior a 1 kV).

## **PROBLEMAS PARA INTEGRACIÓN DE ESTAS TECNOLOGÍAS EN LAS REDES**

La implantación de tecnologías renovables entre las fuentes de producción de energía eléctrica es una característica que va en aumento en la gran mayoría de los países.

**GRÁFICO 2**  
**Evolución de la potencia instalada en el régimen especial en España. Diciembre de 2008**



Véase como ejemplo en el Gráfico 2, la evolución de la potencia instalada del denominado “régimen especial” (renovables y cogeneración) en el sistema eléctrico español

Existe una problemática muy variada respecto de los inconvenientes que pueden tener los gestores de redes para integrar esta energía. Entre estos problemas, se pueden mencionar los siguientes:

- **Predictibilidad:** El funcionamiento de esta tecnología es muy variable dependiendo del tiempo atmosférico.
- **Graduabilidad:** La tecnología fotovoltaica normalmente no permite graduarse a voluntad.
- **Capacidad de gestión:** No suelen tener conexión en tiempo real con los operadores de redes.
- **Seguridad de suministro:** El operador del sistema debe tener potencia en firme para hacer frente a la demanda que no pueda ser cubierta por tecnología solar.

- **Problemas técnicos:** Algunas instalaciones de fuentes renovables se desconectan cuando se producen minihuecos de tensión o ligeras variaciones en la frecuencia.

**SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE INTEGRACIÓN DE ESTAS TECNOLOGÍAS EN LAS REDES**

A pesar de las dificultades mencionadas, existen métodos para paliar en lo posible estos problemas. Entre las soluciones podemos enumerar las siguientes:

- Posibilidad de que todas las plantas renovables (fotovoltaicas incluidas) deban hacer una previsión diaria de la energía que van a verter al día siguiente, independientemente de su tamaño.
- Obligatoriedad de estar conectadas a un centro de control, que puede recibir órdenes inmediatas desde los gestores de redes.

- El establecimiento de incentivos económicos para controlar la producción o absorción de energía reactiva como una medida indirecta para el control de tensión

- Mantener la seguridad de suministro. Dentro de este apartado, pueden englobarse todas las medidas que tienden a proporcionar potencia firme cuando el sistema lo demanda. Esto hace que aumente la seguridad del sistema a pesar de la entrada masiva de energías renovables, por lo que estas pueden aumentar sin poner en peligro la seguridad de suministro.

Dentro de estas medidas podemos citar el aumento de las interconexiones con otros países, o aumentar ciertos tipos de centrales, como centrales mixtas de bombeo, así como ofrecer un incentivo extra sobre las centrales térmicas ya existentes para que permanezcan disponibles.

– La potestad de participar voluntariamente en otros servicios complementarios adicionales

– Respecto a los problemas técnicos, se puede exigir a las centrales que se mantengan dentro de ciertos parámetros operativos, tal como se ha hecho en la normativa de algunos países con las instalaciones eólicas obligando a que permanezcan conectadas frente a huecos de tensión.

## CONCLUSIONES

En definitiva, se trata de que la energía solar fotovoltaica encuentre un marco adecuado donde pueda desarrollarse con fuerza, por lo que será necesario fomentarla mediante incentivos económicos adecuados y estables, así como darle prioridad necesaria en acceso y conexión, despacho, etc., respecto de otras tecnologías contaminantes.

A la vez, será necesario exigir a estas instalaciones los requisitos necesarios para conseguir mantener la necesaria calidad y seguridad del suministro. Finalmente esto revertirá en beneficio del propio sector de energía fotovoltaica, que podrá integrar mayor cantidad de energía en el sistema, y a través de las ventajas medioambientales, en un mayor beneficio para el sector eléctrico en general.

## BIBLIOGRAFÍA

— Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica de régimen especial en España.

— Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de

instalaciones de energía eléctrica en España.

— Borrador de Real Decreto de Acceso y Conexión a la red eléctrica de instalaciones de producción de energía eléctrica de régimen especial. (Aprobado por el Consejo

de Administración de la CNE el 22 de abril de 2009)

— Archivo: "Información estadística sobre las ventas de energía de Régimen Especial" publicado mensualmente en la página web de la CNE: [www.cne.es](http://www.cne.es)



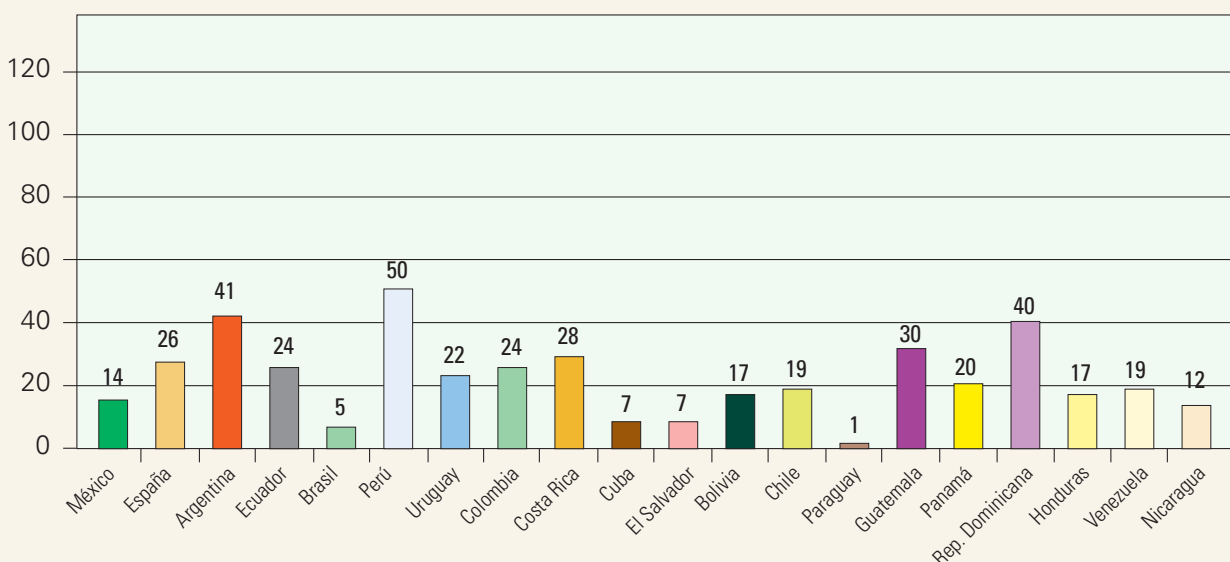
La Red de Expertos Iberoamericanos en Energía se lanzó en 2005. La REI en Energía, inicialmente conocida como REI en Energías Renovables, nació en noviembre de 2005 como una iniciativa de la Fundación Centro de Educación a Distancia para el Desarrollo Económico y Tecnológico (CEDDET) y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de dotar de continuidad a los contactos profesionales y personales creados por los participantes y profesores del curso online sobre energías renovables que ambas instituciones patrocinan, a través de una comunidad virtual. En abril de 2007 se unió al proyecto la Comisión Nacional de la Energía de España (CNE), con la inclusión de una sección sobre regulación energética que da cabida a participantes y profesores de los cursos

online que conjuntamente con la Fundación CEDDET patrocina en el ámbito del mercado eléctrico y del gas -y próximamente el petrolero-, de manera que la REI en Energía ha ampliado su campo de acción y contenidos sobre el sector energético.

Gracias a la experiencia de estos años y a la participación de todos sus miembros, la REI en Energía se ha convertido en una comunidad virtual que ofrece diferentes herramientas de comunicación online, recursos documentales, cursos de actualización, espacios para foros, un banco de noticias e información actualizada y de interés para sus miembros.

Para el año 2010 en la REI de Energía está previsto que se desarrollen diversos foros temáticos, de expertos invitados, creación de grupos de trabajo, talleres, etc. Así mismo, se lanzará el número 7 de la revista digital en el segundo semestre.

## A día de hoy hay 424 participantes en la REI que se distribuyen según el siguiente gráfico:



En este primer semestre se han creado dos grupos de trabajo en la REI para la creación de bases de datos: una de instituciones de Energías Renovables

en América Latina y otra de políticas que incentivan el desarrollo e implementación de Energías Renovables en América Latina.

# EVENTOS Y CONVOCATORIAS

## EVENTOS DE ENERGÍA 2010

Del 14 al 16 de Julio 2010  
Hotel Sheraton Bogotá.  
Colombia.

### ENERGY SUMMIT: OPORTUNIDADES Y RIESGOS PARA LOS NEGOCIOS, FINANCIAMIENTO Y REGULACIÓN DE LAS COMPAÑÍAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y RENOVABLES DE CENTROAMÉRICA Y LA REGIÓN ANDINA

45 Oradores, 20 conferencias, casos de estudios, paneles de discusión y 7 horas de Networking. Traducción simultánea inglés/ español

**Más información:** contáctese con Lilian Denham al siguiente e-mail [ldenham@bnamericas.com](mailto:ldenham@bnamericas.com) o al teléfono 56+ 29410384, o regístrese en línea en <http://andeanenergy-summit.com>

### Del 31 de agosto al 2 de septiembre de 2010 Rio de Janeiro, Brasil (Centro de Convenciones Sulamérica) BRAZIL WINDPOWER 2010

Es el principal evento latino panamericano del sector eólico, organizado por la Asociación Brasileña de la Industria. Los representantes de la industria eólica en América Latina se encuentran en Brazil Windpower 2010.

**Más información:**  
[info@brazilwindpower.org](mailto:info@brazilwindpower.org)

## FUNDACIÓN CEDDET

### CALENDARIO DE FORMACIÓN ONLINE PARA 2010 (segundo semestre):

#### Régimen Climático Internacional (3ª edición) del 20 de septiembre al 7 de noviembre

Oficina Española del Cambio Climático (OECC), Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) y Fundación CEDDET.

#### El sector del Petróleo y sus Derivados (4ª edición) del 4 de octubre al 28 de noviembre

Comisión Nacional de la Energía de España (CNE) y Fundación CEDDET.

## MÁS INFORMACIÓN:

[www.ceddet.org](http://www.ceddet.org)

## COORDINADORES DE LA REI EN ENERGÍA

Las actividades de la REI en ENERGÍA son coordinadas por profesionales pertenecientes a distintas instituciones.

Recuerde que puede contactar con nosotros a través del buzón de correo de la REI; nuestro objetivo es contar con sus aportaciones, sugerencias, comentarios...



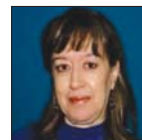
MARISA MARCO  
ARBOLÍ  
Coordinadora  
CIEMAT-España



BEATRIZ CANALES  
NÁJERA  
Coordinadora  
CNE-España



CRISTINA VÁZQUEZ  
PEDROUZO  
Coordinadora  
Latinoamérica  
Uruguay



DIANA LIZZETE  
SOLIS PAZ  
Coordinadora  
Latinoamérica. Honduras



CRISTINA BALARI  
Gerente  
Programa "Redes de  
Expertos". CEDDET



RAÚL GRANDA  
Coordinador Técnico  
CEDDET



ALBERTO RUIZ  
Coordinador de Área  
CEDDET



## Números anteriores

Pulse en la imagen para descargarse Revista en formato .pdf



Número 1  
2º Semestre 2007



Número 2  
1º Semestre 2008



Número 3  
2º Semestre 2008



Número 4  
1º Semestre 2009



Número 5  
2º Semestre 2009

## Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en **Energía**

### Número 6 1er Semestre de 2010

[www.ceddnet.org](http://www.ceddnet.org)  
[www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)  
[www.cne.es](http://www.cne.es)

Si usted no es miembro de la REI y está interesado en recibir los próximos números de esta Revista, notifíquelo a [redes@ceddet.org](mailto:redes@ceddet.org)

Publicación elaborada con el patrocinio de:



VICEPRESIDENCIA PARA  
AMÉRICA LATINA Y  
EL CARIBE DEL  
BANCO MUNDIAL

