

Mercados eléctricos y desarrollo sostenible

**La Energía en el Nuevo Milenio.
Foro de Reflexión organizado por Xacobeo'99
y el Club Español de la Energía.
Santiago de Compostela,
19 y 20 de Noviembre de 1999.**

Tomás Gómez San Roman

Instituto de Investigación Tecnológica. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Ingeniero Industrial ICAI por la Universidad Pontificia Comillas (1982) y Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (1989). Director del Instituto de Investigación Tecnológica desde 1994 hasta Febrero de 2000. Actualmente desempeña el cargo de Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación en la Universidad Pontificia Comillas.



Esta ponencia reflexiona acerca de liberalización y desarrollo sostenible, principalmente en el contexto del sector eléctrico. En concreto, se pregunta si los cambios introducidos en la estructura y organización de los sectores eléctricos durante la última década, promoviendo la liberalización y la introducción de competencia en forma de mercados de electricidad, aseguran por sí mismos las condiciones que deben darse para mantener un desarrollo sostenible, es decir, sin hipotecar los recursos naturales necesarios para la calidad de vida de generaciones futuras.

La respuesta es no: se necesita continuar con intervención y regulación de los Estados, junto con campañas de sensibilización colectiva, para promover la necesaria investigación e innovación tecnológica que todavía se necesita. Los objetivos de reducción de emisiones de impacto ambiental (efecto invernadero) surgidos de la cumbre de Kioto, junto con el asegurar una suficiente diversificación de fuentes energéticas, diferentes del gas natural promovido por los mercados de generación, hacen que continúe siendo necesario hoy por hoy el apoyo al desarrollo de las energías basadas en renovables, la introducción del hidrógeno como combustible, las tecnologías limpias de generación, y tecnologías para el uso, almacenamiento y transporte eficiente de la electricidad. Los mercados promueven eficiencia y servirán de referencia para cuantificar económicamente las subvenciones y programas de innovación, pero se necesita supe-

rar las barreras tecnológicas, económicas y regulatorias que todavía existen para incorporar con éxito las nuevas tecnologías al mercado.

Mercados eléctricos

En la última década se ha producido una profunda transformación en la estructura y organización del sector eléctrico de muchos países. Aunque Chile fue pionero en el establecimiento de un marco de competencia entre generadores en el año 1982, ha sido a

fue seguida de cerca por Escocia, Irlanda del Norte y el resto de países escandinavos. En 1996 la Unión Europea aprobó la Directiva 96/92/EC por la que se insta a los países miembros a permitir la liberalización de la compra de energía a los llamados consumidores cualificados, y se establecen las reglas básicas para establecer un mercado europeo de la electricidad. En España (1998) y Holanda (1999) se han instaurado mercados mayoristas de electricidad, y el resto de países están en el proceso de aprobación de la nueva regulación. Así mismo en Australia, Nueva

La liberalización y desregulación se han materializado a través de mercados mayoristas, donde los generadores compiten por vender en un *pool* o directamente a grandes clientes, y a través de mercados minoristas donde las comercializadoras compiten por la venta a consumidores finales. Las actividades de transporte y distribución de electricidad a través de las redes continúan considerándose como actividades reguladas debido a su carácter de monopolio natural y economías de escala. Para que la competencia sea efectiva la regulación debe asegurar condiciones de acceso abierto y no discriminatorio a las redes, de tal forma que los agentes puedan realizar las transacciones de energía pagando por ello una tarifa regulada de acceso y uso de la red.

LIBERALIZACIÓN DE LOS MERCADOS ELÉCTRICOS: HISTORIA

- **Pioneros:** Chile (1982), Inglaterra y Gales (1990), Noruega (1990)
- **Latino América:** Argentina (1992), Bolivia, Perú, Colombia (1993-95). Centro América (Guatemala, El Salvador, Panamá, 1997). Brasil y México (planes)
- **Europa:** Escocia e Irlanda del Norte (1990-92), resto de países escandinavos (desde 1995), España (1998), resto UE (1999)
- **Países Commonwealth:** Australia, Nueva Zelanda, Canadá
- **Estados Unidos:** California y PJM (1998)

Fuente: La Energía en el Nuevo Milenio. Foro de Reflexión. Santiago de Compostela, Noviembre 1999.

partir de los años 90 cuando siguiendo las experiencias de Inglaterra y Gales y Noruega (1990), el resto de los países han ido liberalizando la venta y compra de energía. En Latino América, Argentina en 1992 privatizó por negocios de forma exitosa un ineficiente sistema público. Esta experiencia ha sido seguida por otros países del área, tales como Bolivia, Perú, Colombia, Brasil, Centro América (Guatemala, El Salvador, Panamá), y existen planes para que sea introducida en México. En Europa, la experiencia de Inglaterra y Noruega

Zelanda, Canadá (Alberta y Ontario), y en Estados Unidos (California, Pennsylvania, New Jersey, Maryland,...) se han introducido, y se están introduciendo, mercados como fórmula preferida frente a la regulación tradicional para aumentar eficiencia y reducir precios.

Del monopolio al mercado

La reestructuración ha significado un profundo cambio en la forma en que las empresas realizan sus actividades y en el tipo de empresas que participan en el negocio eléctrico. La empresa eléctrica tradicional, pública o privada, se organizaba como un monopolio con estructura verticalmente integrada, es decir, re-

REESTRUCTURACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO

Monopolios

- Integración vertical (G,T,D,C,)
- Tarifas reguladas
- Planificación centralizada

Mercados/Competencia

- Desregulación en G y C
- Mercado fija precios
- Decisiones empresariales Beneficios / Riesgos

“El fenómeno de competencia global, está presionando a los Estados a promover que sus industrias sean competitivas y a reducir los costes de la electricidad”

alizaba todas las actividades asociadas con el suministro de electricidad: generación, transporte, distribución y comercialización. Estas empresas operaban con franquicia en sus áreas de servicio, teniendo obligación de suministrar a todos los consumidores en su área. Como en todo monopolio regulado, el regulador fijaba la tarifa de forma periódica, permitiendo a la compañía ganar una tasa de retorno sobre los capitales invertidos y recuperar los costes incurridos, es decir se trataba de una regulación de *coste del servicio o tasa de retorno*. El principio básico que las empresas debían cumplir era el de operar las instalaciones e invertir en nuevas centrales y redes de forma que se consiguiera la minimización global de los costes. Todo ello siguiendo las directrices de una planificación centralizada dictada por el regulador de acuerdo con las políticas energéticas y estratégicas. Como resultado las empresas tenían garantizada la recuperación de las inversiones y costes de operación a lo largo de la vida de las instalaciones a través de la tarifa eléctrica sin ningún tipo de riesgo.

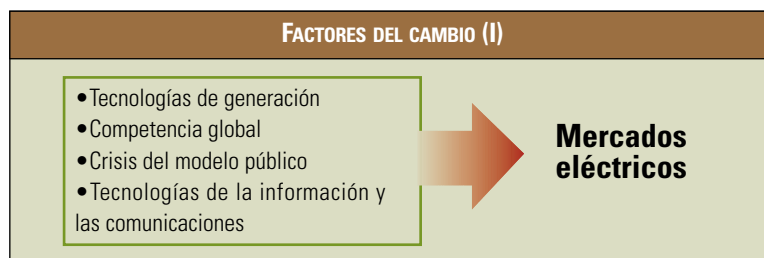
Por el contrario, ante el nuevo entorno de competencia introducida en la generación y comercialización de la electricidad, las empresas han tenido que desagregarse verticalmente, es decir, se-

parar los negocios liberalizados de los que continúan siendo regulados (transporte y distribución). En el mercado mayorista de electricidad se realizan ofertas para la compra y venta de energía y existe total libertad para contratar en los términos que acuerden las partes. Ahora, es el mercado por la ley de la oferta y la demanda el que fija los precios. El papel del regulador en este nuevo marco, se centra en conseguir las condiciones estructurales del mercado (suficiente número de empresas competidoras) y establecer las reglas del juego (eliminación de barreras a

zada es desplazada por las decisiones individuales de los agentes que deciden las nuevas inversiones como oportunidades de negocio, y por tanto asumen los riesgos derivados de tales decisiones. En este contexto, los mecanismos para la gestión de riesgos adquieren especial relevancia.

Fuerzas motrices del cambio

Las principales fuerzas motrices que han conducido la transformación del sector pueden resumirse en: la desaparición de las economías de escala en generación, la necesidad de reducir costes en un ambiente de competencia global, la crisis del modelo público como gestor y motor de nuevas inversiones,



la entrada/ salida de agentes), para que el mercado se aproxime lo más posible a la situación ideal de competencia perfecta. Las empresas generadoras y comercializadoras buscan maximizar sus beneficios empresariales como resultado de la diferencia entre los ingresos por ventas y los costes incurridos. En este sentido, no existe la garantía de recuperar las inversiones realizadas y costes incurridos. La tradicional planificación centrali-



y el importante desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Durante los últimos años hemos asistido a una carrera entre fabricantes de centrales de generación basadas en ciclos combinados (turbina de gas + turbina de vapor) que ha significado conseguir eficiencias que pueden llegar hasta el 60%, cortos periodos de construcción (dos o tres años), y bajos costes de inversión (400 €/kW). Estos avances, junto con los bajos precios del gas natural y el desarrollo de redes para transportarlo, han convertido a esta tecnología como la predominante en el nuevo modelo de mercado eléctrico. Estas centrales han sido promovidas y construidas por agentes privados, que en muchos casos eran ajenos al sector eléctrico y próximos al negocio del gas, que pedían la entrada para vender su energía al monopolio eléctrico. La desaparición de economías de escala asociada con estas centrales que consiguen su punto de diseño eficiente con tamaños entre 150 y 300 MW, ha sido el principal avance tecnológico que ha posibilitado el establecimiento de los actuales mercados de generación. En estos mercados, las inversiones realizadas, y las anunciadas para los próximos años, corresponden prácticamente en su totalidad con este tipo de tecnología.

El fenómeno de competencia global,

“En Latino América, el Estado altamente endeudado se ha visto incapaz de abordar nuevas inversiones, lo que ha promovido, la transformación del sector, hacia su desagregación, privatización y establecimiento de mercados”

internacionalización de mercados y empresas transnacionales, está presionando a los Estados a promover que sus industrias sean competitivas y a reducir los costes de la electricidad considerada como “materia prima”. Esta presión también sentida por los sectores industriales y comerciales ha inducido a buscar mecanismos para reducir los precios de la electricidad, y a buscar eficiencia dentro del sector de cada país, abriendo sus fronteras para poder comprar a vecinos con energía más económica. El resultado ha sido el establecimiento de mercados como forma de eficiencia preferida a la regulación tradicional y de apertura hacia suministradores con precios más bajos.

En muchos países, después de la Segunda Guerra Mundial, el sector se reagrupó y centralizó en una empresa estatal que ha perdurado hasta nuestros días. Existen diferentes moti-

“El actual desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones posibilita el intercambio de información masivo e individualizado”

vos por los que en esta década este modelo público de organización del sector se está viendo en crisis. Por ejemplo, en los países en vías de desarrollo, como en Latino América, el Estado altamente endeudado se ha visto inca-

paz de abordar nuevas inversiones, lo que ha promovido, junto con las directrices de los organismos de préstamo internacionales, la transformación del sector hacia su desagregación, privatización y establecimiento de mercados. En otro contexto, por ejemplo, la globalización de los mercados de energías primarias ha llevado al Estado a asumir únicamente funciones de regulador dejando a los mercados la iniciativa de seleccionar las inversiones más atractivas. El peligro consiste en olvidar el necesario enfoque de largo plazo para asegurar una adecuada diversificación energética. En Europa, sectores nacionales como el de la minería del carbón y la industria nuclear se están viendo sometidos por diferentes motivos a un progresivo menor intervencionismo. En el caso de la minería, los altos costes con relación a los precios internacionales y el impacto medioambiental de las centrales de carbón, están llevando al Estado a adoptar un período de transición para el desmantelamiento de esta industria y la progresiva desaparición de los actuales subsidios. En el caso de la

FACTORES DEL CAMBIO (III)

•Crisis del modelo público

- Fracaso del estado como inversor y gestor
- Desaparición de subsidios cruzados entre sectores (minaría)
- Industria nuclear con oposición medioambiental

•Tecnologías de la información y las comunicaciones

- Intercambio de información masivo e individualizado
- Consumidores como clientes
- Producto: precio, calidad, valor añadido

industria nuclear, es la fuerte oposición social, preocupada por los temas de seguridad y de tratamiento de residuos, la que está llevando a movimientos políticos a proponer el abandono de esta tecnología desarrollada con el soporte de los Estados.

Finalmente, el actual desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones posibilita el intercambio de información masivo e individualizado. Los clientes demandan mejores productos y precios reducidos. En electricidad, los clientes ya pueden elegir entre diferentes suministradores de acuerdo con el precio, calidad y demás servicios ofrecidos. La competencia entre comercializadoras para captar clientes ofreciendo nuevos productos ya es una realidad. En los próximos años, veremos importantes oportunidades de negocio ligadas a equipos para medida de la energía y la calidad de la misma, para gestión del consumo de acuerdo con

las señales de precios, servicios integrados de electricidad, agua y gas, ofertas imaginativas de facturación, etc.

Desarrollo sostenible

La pregunta que hay que responder es: ¿los mercados aseguran el desarrollo sostenible?. Hay que preguntarse si la evolución natural de los mercados, de acuerdo con las tendencias observadas en los últimos años y que se están propagando rápidamente, asegura un desarrollo sostenible en el largo plazo. Se trata de reflexionar sobre si las actuales tendencias garantizan a las generaciones futuras el que puedan cubrir sus necesidades energéticas sin un deterioro de la calidad de vida.

El Consejo Mundial de la Energía estima que, en los próximos 20 años el consumo energético mundial aumentará aproximadamente en un 50%, lo que significaría poder proporcionar energía comercial a 4.000 millones de usuarios más (los 2.000 millones que actualmente no disponen de ella más los 2.000 millones de crecimiento esperado para esa fecha).

Ante este reto, una de las recomendaciones del Consejo

Mundial es el establecimiento de libertad de comercio en el sector energético como clave para garantizar la libre competencia y evitar abusos de posición dominante. A pesar del augurado efecto beneficioso inducido por los mercados, dos preocupaciones claves deben ser abordadas con toda seriedad en las próximas décadas. El problema medioambiental, puesto de manifiesto en la cumbre de Kioto, sobre la importancia de reducir las emisiones de efecto invernadero (CO₂, metano, otros derivados del carbono) para no acelerar el cambio climático, y la dependencia energética del gas natural en el sector eléctrico y en otros sectores en el largo plazo (la relación reservas/producción para el gas es de 64 años, esta relación disminuirá rápidamente si este combustible se convierte en el preponderante durante los próximos años).

La cumbre de Kioto fijó para los países industrializados la necesidad de adoptar un compromiso de reducción de las emisiones de efecto invernadero, para el 2012, a niveles inferiores a los observados en 1990 (en un 8% para la UE, 7% para EE.UU., y 6% para Japón). Aunque la UE ya ha firmado el protocolo y se ha fijado como meta llegar a una contribución del 12% de las energías renovables en la demanda de energía primaria para

“Se necesitan medidas de intervención y regulación para seguir promoviendo la investigación e innovación en nuevas tecnologías limpias y de eficiencia energética”

DESARROLLO SOSTENIBLE (I)

“Cubrir las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las generaciones futuras”

- En el 2020 las necesidades energéticas serán 1,5 veces las presentes
- Compromiso de Kioto: reducción gases efecto invernadero (CO₂, Metano,...) al 8% (UE)
- Programa UE: aumento de producción con energías renovables hasta un 12% de la demanda energética

DESARROLLO SOSTENIBLE (II)

¿Los mercados aseguran el desarrollo sostenible?

- Problemas
 - Gas natural, ¿combustible de largo plazo?
 - Barreras a renovables o combustión limpia
 - Crisis de la energía nuclear

Solución: Innovación en tecnologías

- Intervención y regulación de los Estados
- Integración en el mercado: eficiencia económica, referencia (subvenciones, programas RD&D)

esa fecha, todavía se tiene la ausencia clave de EE.UU., y existen bastantes dudas de si efectivamente se alcanzarán los compromisos políticos para cumplirlo.

Por otra parte, como ya se ha comentado, hoy por hoy, los mercados eléctricos promueven en exclusiva la instalación de centrales de ciclo combinado de gas natural como alternativa de bajos costes y períodos de retorno de la inversión más reducidos. Aunque el efecto de las centrales de gas

desde el punto de vista medioambiental es aceptable, en el largo plazo, esta tendencia puede conducir a una dependencia completa, lo que significaría tener totalmente ligados los mercados de electricidad a las condiciones de suministro del gas. Esta dependencia puede agravarse en el futuro con la crisis que actualmente vive la energía nuclear. La fuerte oposición social, concienciada con temas de seguridad y medioambiente, está llevando a que grupos políticos estén proponiendo no construir nuevas

centrales nucleares, e incluso desmantelar las actualmente en funcionamiento. Los mercados, en sí mismos, tampoco proveen incentivos para la introducción de energías más limpias como las renovables o de combustión limpia que en la actualidad resultan más costosas y por tanto no competitivas.

Como conclusión, se necesitan medidas de intervención y regulación para seguir promoviendo la investigación e innovación en nuevas tecnologías limpias y de eficiencia energética, a la vez que se deben introducir las adecuadas señales económicas para promover su integración en los mercados. Los mercados promueven eficiencia económica y en general menores precios, por lo tanto, deben ser el marco de referencia para cuantificar las inversiones en programas de innovación, o introducir subsidios sobre aquellas tecnologías más limpias pero todavía más costosas. De esta forma, los propios agentes podrán identificar oportunidades de negocio ligadas al uso de estas tecnologías, y se inducirá un efecto dinamizador por parte de la empresa privada en el desarrollo de las mismas.

Investigación e innovación en nuevas tecnologías

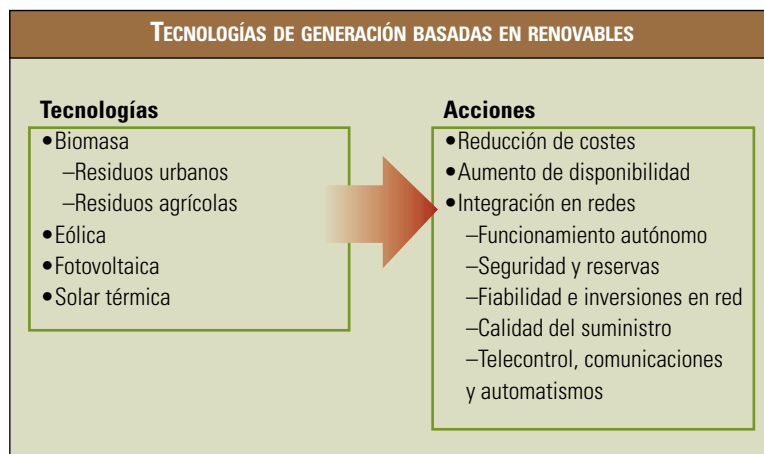
Las nuevas tecnologías, junto con las adecuadas medidas para su integración paulati-

“Los avances que se están obteniendo en tecnologías de generación a pequeña escala, basadas en renovables, células de combustible, o en micro-turbinas de gas, son muy importantes”

na en los mercados, permitirán alcanzar en las próximas décadas el reto de abastecer el consumo energético mundial manteniendo un adecuado equilibrio con el medioambiente. En el ámbito del sector eléctrico, los esfuerzos se centran en alcanzar el desarrollo comercial de la generación basada en energías renovables, la integración de generación de pequeña escala en las redes eléctricas, el desarrollo de tecnologías de generación utilizando combustibles fósiles pero con reducción de emisiones de NOx y SOx, la resolución de los problemas de seguridad y de tratamiento de residuos de los reactores nucleares, y finalmente, en encontrar tecnologías de alta eficiencia para el uso, almacenamiento, transporte y distribución de la electricidad.

Generación basada en renovables

El V Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea dedica un esfuerzo importante a potenciar la innovación a través de proyectos de demostración en el campo de la generación basada en renovables. En concreto para los sistemas de conversión de la biomasa, incluyendo residuos urbanos, se insta a disminuir los costes de inversión hasta los 1.500 €/kW, aumentando la eficiencia de las plantas hasta el 35%. Para los sistemas de generación eólica, fotovoltaica, y energía solar concentrada, se busca dismi-



nir los costes de inversión y aumentar la disponibilidad de las plantas.

Células de combustible

También se potencia la investigación en células de combustible que generan electricidad y calor a partir de hidrógeno y oxígeno con un pre-proceso para utilizar un combustible comercial, como por ejemplo gas natural. En el intervalo de las centenas de kW, las células tienen actualmente dos desventajas: tamaño y coste. Se estima que a través de mejorar la eficiencia se podrán alcanzar costes entre 1400 y 2000 €/kW en un futuro próximo. Para alcanzar potencias de generación mayores de 1 MW se están desarrollando sistemas híbridos que combinan células de carbonato fundido (MCFC) con ciclos combinados. Las células tienen frente a motores de combustión interna mejores propiedades medioambientales, y de ausencia de ruido y vibracio-

nes. En estimaciones realizadas se piensa que una planta de 2 MW basada en células MCFC a 1500 €/kW será competitiva frente a una planta con generadores de combustión interna a un coste de 800 €/kW.

Integración de generación distribuida

Los avances que se están obteniendo en los últimos años en tecnologías de generación a pequeña escala, basadas en renovables, células de combustible, o en micro-turbinas de gas, como las utilizadas en la industria aeronáutica, desde algunos kW hasta decenas de MW, son muy importantes. Está surgiendo una nueva cultura de lo que se ha dado en llamar *generación distribuida o dispersa*, y quizás no esté demasiado lejos el día en que el grado de penetración de este tipo de generación sobrepase las perspectivas más optimistas actuales. Sin embargo,

TABLA 1.
PRIMAS A LA GENERACIÓN ESPECIAL POR ENCIMA DEL PRECIO MEDIO DEL MERCADO

Tipo de energía	Prima (Pta/kWh)
Cogeneración (P<10MW)	3.20
Solar (P<5kW)	60.00
Solar (resto)	30.00
Eólica	5.26
Hidroeléctricas (P<10MW)	5.45
Biomasa (plantaciones)	5.07
Biomasa (residuos)	4.70

Fuente: Real Decreto 2818/1998, de 23 Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

además de las ya enumeradas en las secciones anteriores, existen adicionales barreras tecnológicas que también deben ser superadas con relación a la integración de estas tecnologías de generación en las redes eléctricas. Los esquemas de control e interfaz para convertir la energía producida en energía eléctrica deben sofisticarse para conseguir una adecuada calidad, evitando la inyección de perturbaciones en la red. La falta de predictibilidad asociada, por ejemplo, con la estocasticidad del viento, hace que se necesiten unas mayores reservas operativas para mantener la seguridad del sistema, con un coste adicional que no se considera en los actuales diseños. Esquemas de control más sofisticados, junto con sistemas híbridos de almacenamiento y generación, podrán permitir a estas plantas funcionar en modo aislado sin necesidad del respaldo que el sistema eléctrico actualmente les proporciona, con ello se podrá mejorar la fiabilidad del

suministro especialmente en zonas remotas. Finalmente, es claro que el aumento de fuentes de generación descentralizadas aumentará la complejidad de la operación e incrementará las necesidades de comunicación de datos, esquemas de protección, y sofisticará las acciones de telecontrol en la red.

Generación limpia y aumento de eficiencia

Otro importante área de investigación e innovación corresponde con el de las tecnologías para reducir el impacto ambiental de las plantas de generación que utilizan combustibles convencionales gas, fuel, y carbón. En la Unión Europea se está promoviendo el desarrollo de sistemas para la reducción local y global de las emisiones de NOx por debajo de 25 ppm producidas por la combustión

de gas, de 50 ppm para combustibles líquidos, y 100 ppm para combustibles sólidos. Además, se exige alcanzar niveles de retención del SOx hasta de un 95%. Aún estamos lejos de que estas medidas se encuentren implantadas en el total de las instalaciones existentes. Por otra parte, los sistemas combinados para producir calor y electricidad (cogeneración) deben ser optimizados para reducir costes de inversión y operación y mantenimiento, llegando a eficiencias del 60% para los ciclos combinados y 35% para las turbinas de gas, y un aumento de la disponibilidad de hasta un 95%. Finalmente, el V Programa Marco dedica 979 millones de euros a la investigación en el campo nuclear (fusión y fisión).

Almacenamiento, transporte y distribución de electricidad

En el campo de la eficiencia en el almacenamiento, transporte y distribución de la electricidad, se están produciendo importantes avances en el campo de las tecnologías de los semiconductores utilizados para controlar la conversión de electricidad en altas potencias, y en el campo de los superconductores de alta temperatura. Estos avances, están permitiendo nuevos mecanismos para el control de flujos de potencia en las redes, dispositivos para aumen-

tar la seguridad y estabilidad del sistema, y dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica mediante bobinas superconductoras. Los semiconductores de alta potencia se están utilizando para construir dispositivos conocidos como FACTS (Flexible AC Transmission Systems) que permiten controlar el flujo por las redes eléctricas y de esta forma aumentar la capacidad de transferencia de potencia en ciertos corredores, sin la necesidad de construir nuevas líneas de interconexión. Esto resultará especialmente eficaz para aumentar las posibilidades de intercambio entre mercados eléctricos, actualmente débilmente interconectados, a pesar de la oposición medioambiental a la construcción de nuevas líneas eléctricas. También estas tecnologías se utilizan para convertir la electricidad generada por un sistema de corriente continua en alterna y viceversa, ello está siendo utilizado para transportar grandes bloques de potencia mediante líneas de corriente continua, lo cual disminuye el tamaño de las líneas, incluso pudiendo ser subterráneas, y por tanto su impacto ambiental. La tecnología de superconductores, permite el transporte y almacenamiento de importantes cantidades de energía prácticamente sin pérdidas. Bobinas superconductoras con sofisticados esquemas de control están siendo utilizadas para almacenamiento de energía que se libera de forma casi instantánea para asegurar la estabilidad del sistema en el

caso de una gran perturbación, como puede ser la pérdida de una gran central seguida de otros fallos en cadena. También se están desarrollando dispositivos de menor potencia, pero basados en las mismas tecnologías, para mejorar la calidad del suministro a importantes o sensibles clientes industriales o comerciales. De esta forma se consigue que el funcionamiento de las instalaciones de los clientes no se vea alterado por interrupciones breves, variaciones o huecos de tensión esporádicos, etc. que irremediablemente se producen en las redes de distribución eléctrica.

Barreras e integración de las nuevas tecnologías

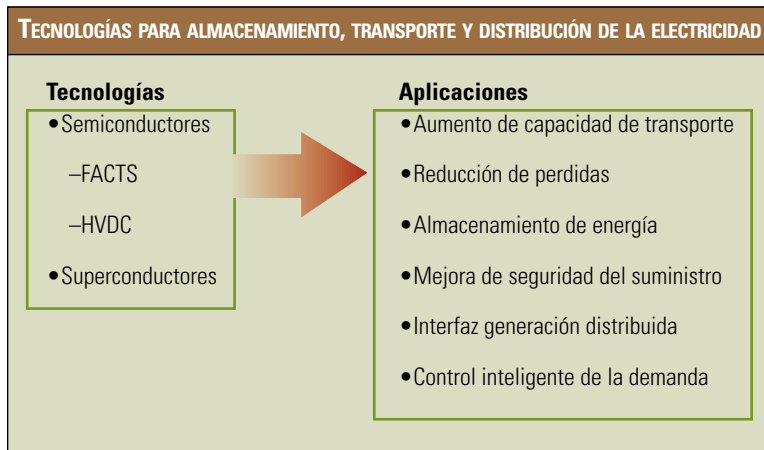
Existen en la actualidad diferentes tipos de barreras que deben ser superadas para alcanzar la plena integración de las nuevas tecnologías en los mercados de energía y electricidad.

En primer lugar, como se ha dicho, los costes de inversión en nuevas tecnologías de generación, basadas en renovables o combustión limpia, no permiten la entrada en el mercado de las mismas. Es por tanto necesario, establecer políticas de primas adicionales sobre los ingresos obtenidos del mercado de electricidad, para que estas tecnologías puedan ser promovidas por los agentes del mercado. Por ejemplo, en España, se ha establecido que la energía producida por generadores basados en renovables sea obligatoriamente adquirida por las compañías distribuidoras a un precio subvencionado superior al precio del mercado. En la Tabla I se muestran algunas de las primas fijadas.

Además es necesario seguir invirtiendo en programas de investigación y desarrollo, la Unión Europea dedica en su V Programa Marco 2.125 millones de euros a temas de Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Por otra parte, existen barreras técnicas para la integra-





ción de generación distribuida en las redes eléctricas de distribución. Se necesita una normalización y estandarización de los requisitos técnicos para la conexión a la red, normativas sobre equipos de control y de protección para disminuir el impacto sobre la seguridad y la calidad del servicio, criterios de despacho y reservas operacionales asociadas, y esquemas de control para conseguir un funcionamiento en modo aislado proporcionando una mayor fiabilidad del suministro. Así mismo, se necesita desarrollar regulación específica para cuantificar el impacto económico de esta generación sobre potenciales ahorros de inversión en redes, diseñando esquemas de tarifas de red apropiados y dando señales económicas para el establecimiento de esta generación en los lugares con redes más saturadas o demandas remotas.

En lo relativo a la reducción de emisiones de efecto invernadero, se han propuesto medidas regulatorias para que determinadas tecnologías, por ejemplo las centrales de car-

bón, internalicen los costes medioambientales derivados y otros costes sociales conocidos como externalidades. Por ejemplo, un estudio en EE.UU. encargado por el Departamento de Energía, revela que sólo introduciendo cuotas de emisión a este tipo de tecnologías y estableciendo un mercado para poder transar dichas cuotas (simulado en los estudios como un permiso de emisión con un precio entre 25 y 50\$ por tonelada de carbón) junto con inversiones en nuevas tecnologías limpias, como ciclos combinados y renovables, y mejorando el uso eficiente de la energía, EE.UU. podría reducir las emisiones de efecto invernadero en el 2010 a los niveles existentes en 1990.

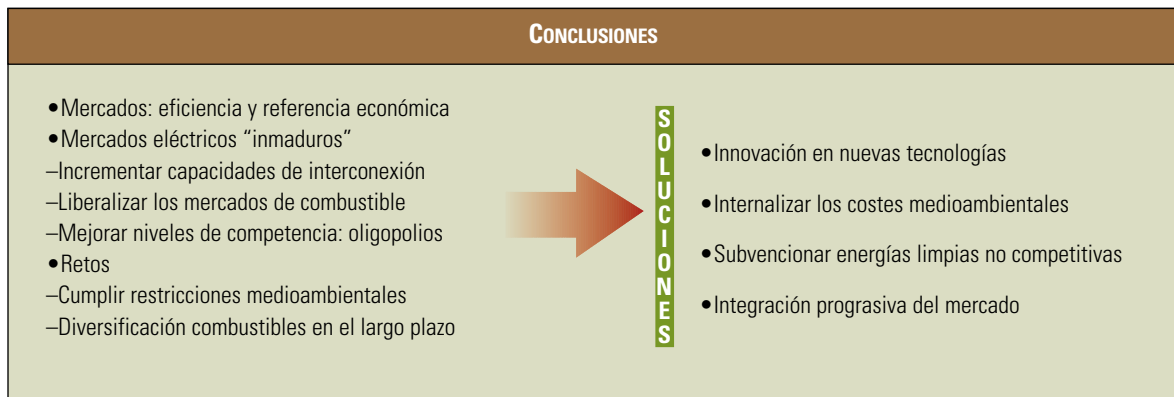
Por último, la introducción de nuevas tecnologías poco probadas por los agentes del mercado, siempre será percibido como de alto riesgo financiero, lo que de alguna forma debe también tratarse con mecanismos regulatorios de forma que se concedan ventajas económicas, como por ejem-

plo fiscales, si la empresa decide innovar e invertir en nuevas tecnologías limpias y eficientes.

Conclusiones

Los mercados eléctricos organizados durante esta última década confirman una tendencia liberalizadora a nivel mundial que también se está produciendo en otros sectores considerados tradicionalmente como monopolios naturales: transporte, comunicaciones, etc. Los mercados producen eficiencia económica que redundará en menores precios de la electricidad, y en una mejor disposición para competir en una economía cada vez más globalizada. Todavía estos mercados se encuentran en su infancia, y deben realizarse mejoras para alcanzar mayores niveles de competencia, tales como incrementar las capacidades de transferencia en las actuales interconexiones entre países, liberalizar también los mercados de energías primarias tales como el del gas natural, combustible clave en el desarrollo del mercado eléctrico, e incrementar la competencia reestructurando los oligopolios.


Sin embargo, hoy por hoy, se siguen necesitando medidas de intervención y regulación adoptadas por los Estados, coordinados a nivel internacional, para asegurar que esta tendencia de liberalización permita alcanzar un desarrollo sostenible. Los importantes compromisos medioambientales surgidos a



partir de la cumbre de Kioto, así como la necesidad de asegurar una adecuada diversificación energética en el sector eléctrico, exigen que se sigan desarrollando e integrando en el mercado nuevas tecnologías de generación basadas en renovables y en combustión limpia, así como tecnologías para el uso, almacenamiento, transporte y distribución eficiente de la energía. Para ello, los Estados deberán continuar invirtiendo en planes de investigación y desarrollo ligados con la industria y la universidad, introducir primas para que las instalaciones desarrolladas puedan competir en el mercado con las tecnologías convencionales, diseñar medidas de protección fiscal para innovación tecnológica, y buscar mecanismos para aflorar los costes de las externalidades de las tecnologías más contaminantes.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores Dña. Consuelo Sán-

chez Naranjo de la UNED y a D. Julio Montes Ponce de León de la Universidad Pontificia Comillas por su apoyo, documentación y comentarios en la preparación de esta ponencia. 

Referencias

- Ackermann T., *Distributed Power Generation in a Deregulated Market Environment. The Royal Institute of Technology, Sweden*, June 1999.
- BP Amoco, *Statistical Review of World Energy*, Junio 1999.
- Comisión Europea, *Libro Blanco de la Comisión Europea*, Enero 1996.
- Comisión Europea, *Overview of Energy RD&D Options for a Sustainable Future*, Report of the JOU2-CT 93-0280 project, June 1995.
- Comisión Europea, *V Programa Marco de la Unión Europea para la Investigación, Desarrollo tecnológico y la Demostración para el periodo 1998-2002*. Aprobado el 22 de Diciembre de 1998.
- Electric Power Research Institute (EPRI), *Electricity Technology Roadmap: Power Delivery Module, draft*, October 15, 1998.

- Electric Power Research Institute (EPRI), *Windows on the Future using Scenarios to Envision the Impact of Future Uncertainties on Utility Markets*, TR-102567, EPRI report, September 1999.
- Gilbert, R.J. and E. Kahn. *International Comparisons of Electricity Regulation*. Cambridge University Press, 1996.
- International Energy Agency, *Electricity Market Reform. An IEA Handbook*, OECD/IEA, 1999.
- Levine M., Brown M., et alt., *Scenarios of U.S. Carbon Reductions: Potential Impacts of Energy Technologies by 2010 and Beyond*, prepared for the Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 1998 (available at <http://EandE.lbl.gov>)
- Protocolo de Kioto, *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, December 1997.
- Scott D.H., *Advanced Power Generation from Fuel Cells – Implications for Coal*. International Energy Agency Coal Research, IEACR/59, London, July 1993.

Fuente de los cuadros: La Energía en el Nuevo Milenio. Foro de Reflexión. Santiago de Compostela, Noviembre 1999.