

Japón: seguridad energética con alta dependencia externa y desnuclearización progresiva

Pablo Bustelo

Área: Asia-Pacífico
Documento de Trabajo 20/2011
21/12/2011

Japón: seguridad energética con alta dependencia externa y desnuclearización progresiva

*Pablo Bustelo**

Resumen

Este Documento de Trabajo analiza las posibles repercusiones del accidente de Fukushima de marzo de 2011 y de la desnuclearización progresiva de Japón en la seguridad energética de un país con una muy elevada dependencia externa.

Introducción

Japón es un actor muy importante en los mercados energéticos mundiales: cuarto mayor consumidor de energía, primer importador de gas natural, carbón y derivados del petróleo y tercer mayor importador de crudo. La razón principal es que no posee apenas recursos propios, por lo que debe importar más del 80% de la energía que consume¹.

Otra característica destacada del país es su alto grado de eficiencia energética. Con el 12% del producto bruto mundial, realiza sólo el 4% del consumo global de energía primaria. Su intensidad energética (consumo de energía primaria por 1.000 dólares de PIB) es de 0,10 toneladas de equivalente de petróleo (tep), la más baja del mundo, con la única excepción de Suiza (0,09 tep). Otro rasgo más es la importancia que ha tenido, hasta fechas muy recientes, la energía nuclear: Japón ha sido el tercer mayor productor y consumidor mundial de energía nuclear, superado sólo por EEUU y Francia. En 2010, la energía nuclear representó el 26% de la electricidad generada.

El grave accidente registrado en marzo de 2011 en la central nuclear de Fukushima Daiichi ha tenido importantes repercusiones nacionales e internacionales. En palabras de un informe reciente de la Energy Information Agency, de EEUU, “las explosiones en la planta nuclear japonesa de Fukushima Daiichi tras el terremoto y el tsunami de marzo de 2011 pueden tener implicaciones a largo plazo para el futuro del desarrollo de la energía nuclear mundial en general. Incluso China –donde se han anunciado grandes aumentos en la capacidad nuclear...– ha indicado que paralizará la aprobación de los nuevos reactores hasta que el regulador nuclear del país complete una amplia revisión de seguridad, un proceso que podría durar tanto como un año entero. Alemania, Suiza e Italia ya han anunciado planes para eliminar progresivamente o cancelar todos sus reactores existentes y futuros, lo que indica que cabría esperar alguna desaceleración en el crecimiento de la industria nuclear global” (EIA, 2011, p. 88).

* Investigador principal de Asia-Pacífico del Real Instituto Elcano y profesor titular de Economía Aplicada en la UCM

¹ El autor agradece los comentarios, a un primer borrador de este trabajo, del profesor Gonzalo Escribano, director del programa de Energía y Cambio Climático del Real Instituto Elcano. Los errores y omisiones que hayan subsistido son, claro está, responsabilidad exclusiva del autor.

Pero no es sólo la industria nuclear global la que se ha visto afectada por el accidente de Fukushima. Los cambios previsibles en la estrategia energética de Japón, que seguramente consistirán en el abandono de la decidida opción nuclear anterior, tendrán repercusiones internacionales: “el tamaño de la economía japonesa y su escasez de fuentes internas de energía significan que los cambios en el consumo de energía de Japón tendrán que hacerse en los mercados mundiales y que tendrán implicaciones para la disponibilidad y el precio de esas fuentes de energía en otros países” (Meltzer, 2011, p. 1).

Este texto es una actualización de la primera parte de un documento de trabajo publicado por el autor en 2008 sobre las estrategias de seguridad energética en Japón y Corea del Sur (Bustelo, 2008). Se divide en cuatro secciones. En la primera se resalta el peso de Japón en los mercados energéticos internacionales. En la segunda parte se resumen las estrategias energéticas pre- y post-Fukushima, en el entendimiento de que la nueva estrategia del país no estará disponible hasta bien entrado el año 2012, por lo que sólo cabe hacer, por el momento, previsiones sobre la base de las declaraciones gubernamentales. En la tercera parte del texto se exponen las implicaciones principales del accidente de Fukushima y de la nueva estrategia energética del país para su seguridad energética, en aspectos como el acceso a los recursos, el coste del abastecimiento, las emisiones de gases de efecto invernadero o la seguridad pública. Finalmente, en la cuarta parte se comentan las posibles enseñanzas para países en condiciones similares.

(1) La importancia de Japón en el escenario energético internacional

Japón es el cuarto mayor consumidor mundial de energía primaria, detrás de China, EEUU y Rusia. Es un país particularmente eficiente (Stewart, 2009; Tanabe, 2011), pues con un PIB que suponía, en 2009, el 12% del total mundial, realizó sólo el 4% del consumo mundial de energía primaria. Su intensidad energética (CEP/PIB) fue en ese año de 0,10, frente al 0,18 de media en la OCDE, al 0,19 de EEUU, al 0,30 de Corea del Sur o al 0,77 de China (véase la Tabla 1).

Tabla 1. Japón en el escenario energético internacional (2009)

	PIB US\$ bn	Prod En (1) %	Mn (2) Mtep	CEP (3) %	Mn/CEP %	Em CO ₂ (4) Mt	CEP/PIB tep	CO ₂ /CEP t			
EEUU	11,35	28,6	1.686	13,7	559	2.163	17,8	25,8	5.195	0,19	2,40
Japón	4,87	12,3	94	0,8	384	472	3,9	81,4	1.093	0,10	2,32
China	2,93	7,4	2.084	17,0	275	2.257	18,6	12,2	6.832	0,77	3,03
Corea S.	0,75	1,9	44	0,4	198	229	1,9	86,5	515	0,30	2,25
España	0,71	1,8	30	0,2	111	127	1,0	87,4	283	0,18	2,24
Alemania	1,99	5,0	127	1,0	203	318	2,6	63,8	750	0,16	2,36
Francia	1,47	3,7	129	1,0	134	256	2,1	52,3	353	0,17	1,38
OCDE	29,63	74,7	3.807	31,0	1.644	5.248	43,2	31,3	12.045	0,18	2,30
Rusia	0,39	1,0	1.182	9,6	-529	647	5,3	-81,7	1.533	0,42	3,86
Mundo	39,67	100,0	12.292	100,0		12.150	100,0		28.999	0,31	2,39

(1) Prod En: producción de energía (en millones de toneladas de equivalente de petróleo).

(2) Mn: importaciones netas.

(3) CEP: consumo de energía primaria.

(4) Em CO₂: emisiones de dióxido de carbono (en millones de toneladas).

Fuente: AIE.

El país apenas dispone de recursos energéticos locales. Efectúa apenas el 0,8% de la producción mundial de energía, de manera que sus importaciones netas fueron en 2009 de 384 millones de toneladas de equivalente de petróleo (mtep), el 81,4% de su consumo de energía primaria.

Así, Japón, según datos de la AIE (2011a), fue el tercer mayor importador mundial de petróleo, detrás de EEUU y China, con 179 millones de toneladas (mt), y el primer importador mundial de gas natural (99.000 millones de metros cúbicos o mmc), por delante de Alemania, de carbón (187 mtep), por delante de China, y de derivados del petróleo (23 mt), por delante de China.

Además, Japón fue en 2009, siempre según datos de la AIE, el tercer mayor productor mundial de energía nuclear, con 280 terawatios hora (TWh), que suponían el 26,9% de la electricidad generada. En la Tabla 2 se observa que Francia superó ampliamente a Japón tanto en producción como en peso de la energía nuclear en la generación de electricidad y que EEUU lo hizo sólo en producción.

Tabla 2. Principales productores de energía nuclear, 2009

	Producción (TWh)	% del total mundial	% de la generación de electricidad
EEUU	830	30,8	19,9
Francia	410	15,2	76,2
Japón	280	10,4	26,9
Rusia	164	6,1	16,5
Corea del Sur	148	5,5	32,7

Fuente: AIE.

Es de destacar igualmente que Japón fue en 2009 el 9º mayor productor mundial de energía hidroeléctrica (82 TWh, el 2,5% del total mundial), que contribuyó el 7,8% de la electricidad generada.

El consumo de energía primaria descansa principalmente en los combustibles minerales fósiles (el 84% tiene su origen en petróleo, carbón y gas natural), según se desprende de la Tabla 3. En la Tabla 4 se observa que en el año fiscal de 2009 (abril de 2009-marzo de 2010) las principales fuentes de la electricidad generada fueron la térmica (64,3%) y la nuclear (25,1%).

Tabla 3. Consumo de energía primaria en Japón, por fuentes, 2010

	%
Petróleo	44
Carbón	22
Nuclear	12
Gas natural	18
Hidro y resto	4
Total	100

Fuente: METI.

Tabla 4. Electricidad generada en Japón, por fuente, año fiscal de 2009

	%
Térmica	64,3
Hidro	7,5
Nuclear	25,1
Geotérmica	0,3
Otras	2,8
Total	100

Fuente: METI.

En suma, el *mix* energético de Japón es en extremo dependiente de los combustibles fósiles, por lo que el país debe importar más del 80% de la energía que consume, pese al desarrollo de la energía nuclear (es el tercer mayor productor y consumidor mundial). En particular, Japón importa el 99% del petróleo que consume (especialmente de Oriente Medio), el 98% del carbón que necesita (de diversas fuentes: Australia, Indonesia, China, Rusia, etc.) y el 96% del gas natural que precisa (en forma de gas natural licuado o GNL desde Indonesia, Malasia, Australia, Qatar, etc.).²

(2) La estrategia energética de Japón antes y después de Fukushima

(2.1) La estrategia energética nacional de 2010 y la prioridad nuclear

El Plan Energético Estratégico de 2003 descansaba en tres ideas principales: (1) seguridad energética; (2) respeto del medio ambiente; y (3) crecimiento económico. En inglés, en ocasiones se ha mencionado ese trío como el de las tres “Es”: *energy security, environment and efficiency*.

En 2006 se elaboró una nueva estrategia, que planteó los siguientes objetivos para 2030:

- Aumento de la eficiencia energética en al menos el 30%.
- Crecimiento de la proporción de la energía nuclear en la generación de electricidad hasta el 30%-40%.
- Reducción del peso del petróleo en el consumo del sector transporte al 80%.
- Incremento de la inversión en exploración y desarrollo de petróleo.
- Disminución de la dependencia respecto del petróleo a menos del 40%.

La nueva estrategia de 2006 se completó con una revisión del Plan de 2003 que se realizó, por parte del Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) en 2010, tras el cambio de gobierno de 2009, que supuso la llegada al poder del Partido Democrático de Japón (DPJ) con un programa electoral muy orientado a la reducción de emisiones (Valentine *et al.*, 2011). Esa revisión, que expuso la política energética de Japón vigente en el momento del accidente de la central de Fukushima Daiichi en marzo de 2011, consistió, en términos generales, en añadir dos principios más a los tres de 2003. Los dos nuevos principios eran: (1) el desarrollo del sector energético; y (2) la reforma (desregulación) del sector.

² Para más detalles sobre el sector energético de Japón, véanse las estadísticas y los informes de la AIE (2011a, b, c y d) y del APERC (2011a y b), así como la visión panorámica de Takase y Suzuki, 2011.

Más en particular, tal y como se detalla en METI (2010), el gobierno se fijó los siguientes objetivos para 2030:

- Duplicar la autosuficiencia energética del 38% al 70%, pasando la autosuficiencia en producción nacional del 18% al 36% y la autosuficiencia en producción en el extranjero (pero controlada por empresas nacionales) del 26% al 52%.
- Duplicar la energía con emisiones cero del 34% al 70%.
- Reducir a la mitad las emisiones del sector residencial.
- Mantener la mayor eficiencia energética mundial en el sector industrial.

El incremento de las energías con emisiones cero y la reducción de las emisiones del sector residencial permitirían recortar las emisiones de CO₂ en el 30% en 2030 respecto de 1990 y en el 80% en 2030 respecto de 1990.³

El consumo de energía primaria se reduciría el 13% entre 2007 y 2030 (años fiscales). Se procedería a la construcción de nueve nuevas plantas nucleares para 2020 y a un total de 14 para 2030, con una tasa de operatividad de las centrales que pasaría del 60% al 90%. La producción de energías renovables se multiplicaría por un factor de 2,4.

Así, el resultado sería una fuerte reducción, en el consumo de energía primaria, de las proporciones del petróleo y del carbón, una ligera caída del gas natural y un fuerte aumento del peso relativo de la energía nuclear y de las energías renovables (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo de energía primaria, por fuentes, 2007, 2020 y 2030

	AF07	AF20	AF30
Petróleo	44	38	31
Carbón	22	21	17
Gas natural	18	24	16
Nuclear	10	9	24
Renovables	6	7	13
Total	100	100	100

Fuente: METI, 2010.

Más llamativa aún es la evolución prevista en la capacidad de generación de electricidad y en la electricidad generada (Tabla 6). En esta última, la parte del petróleo, carbón y gas natural se reduciría del 66% al 26%, mientras que la proporción de la energía nuclear pasaría del 26% al 53% y el peso relativo de las energías renovables aumentaría del 9% al 21%.

³ Komiyama (2011) señala, acertadamente, que Japón tiene que tomar medidas internas ambiciosas para alcanzar esos objetivos en 2030 y más allá y que, además, debe promover la transferencia internacional de conocimientos y la asistencia técnica y financiera, en campos como el ahorro y la conservación o la energía nuclear o solar, especialmente con los grandes países asiáticos en desarrollo, como China y la India.

Tabla 6. El mix eléctrico en 2007 y 2030

	Capacidad de generación		Electricidad generada	
	AF07	AF30	AF07	AF30
Petróleo	19	14	13	2
Carbón	16	8	25	11
Gas natural	24	17	28	13
Nuclear	20	22	26	53
Renovables	21	39	9	21
Total	100	100	100	100

Fuente: METI, 2010, p. 11.

Cabe concluir, por tanto, que la estrategia energética de 2010 consistía básicamente en una apuesta decidida por la energía nuclear y, secundariamente, por las energías renovables, si bien éstas sólo llegarían a suponer el 13% del consumo de energía primaria en 2030, menos que el gas natural (16%) o el carbón (17%).

Los argumentos que se daban entonces en favor de la energía nuclear eran muy diversos: estabilidad de suministros, protección del medio ambiente, eficiencia económica,⁴ y autosuficiencia (por el reciclaje del combustible usado). Para un país tan dependiente de los abastecimientos exteriores, ese último motivo era considerado de extrema importancia.⁵ Se consideraba además que dicha energía era bastante segura.

La opción nuclear, claro está, no suscitaba el acuerdo de toda la opinión pública y de todos los especialistas, pese a su amplio desarrollo en Japón y en muchos países de su entorno geográfico.⁶ Por ejemplo, para Valentine (2011), en un artículo redactado en 2009, la estrategia energética de Japón era “una estrategia de alto riesgo que genera rendimientos a corto plazo a costa de la sostenibilidad a largo plazo” y la apuesta por la energía nuclear era cuestionable en un país proclive a los terremotos, además de por los residuos radiactivos y los efectos inflacionistas sobre el uranio a nivel mundial.

(2.2) El accidente de Fukushima Daiichi y la desnuclearización progresiva

El terremoto de 9.0 grados en la escala de Richter y el posterior tsunami del 11 de marzo de 2011 en el región nororiental de Tohoku provocaron daños muy graves en la central de Fukushima Daiichi (o Fukushima I), de seis reactores.

El accidente de Fukushima se originó en la parada de los sistemas de refrigeración y de

⁴ Como señalan Jupesta y Suwa (2011), el coste por KWh de la energía nuclear, es, según la industria, muy inferior, al del carbón y el gas y, sobre todo, al del petróleo, aunque las cifras habituales no suelen tener en cuenta las externalidades y los subsidios del gobierno. Así, el coste normalizado de electricidad (LCOE) es de 5,9 céntimos de euro por KWh en la energía nuclear, frente a 6,0 en carbón y 6,6 en gas natural. Por ejemplo, algunas estimaciones cifran el coste del accidente de Fukushima en 600.000 millones de dólares, el 7% del PIB de Japón.

⁵ De hecho, la capacidad de reciclaje de combustible nuclear de Japón es considerada, según diversos expertos, excesiva para las necesidades del país. Véase, por ejemplo, Katsuka y Suzuki (2010), quienes consideran que no habría necesidad de reprocesamiento hasta mediados de los años 20.

⁶ Para un análisis del desarrollo de la industria nuclear en Asia-Pacífico en los últimos años, es útil consultar el trabajo de Ferguson, 2010.

los generadores de emergencia provocada por el terremoto y el tsunami. Tal parada desembocó en una fusión parcial del núcleo de los reactores 1, 2 y 3 de la central, en explosiones de hidrógeno que destruyeron parte de los edificios de contención y en el sobrecalentamiento de las barras de combustible situadas en las piscinas de enfriamiento. El efecto general fue la emisión de partículas radiactivas a la atmósfera y al mar. Las autoridades evacuaron las zonas adyacentes, en un radio de 30 km a partir del 25 de marzo (lo que afectó a más de 170.000 personas), y suministraron yodo a la población. Los intentos iniciales de controlar los reactores dañados, mediante la inyección de agua marina y de ácido bórico, fracasaron, alargando durante semanas la crisis. La situación se complicó por el uso, en el reactor 3, de MOX, un combustible especialmente peligroso formado por una mezcla de uranio y plutonio. Algunos trabajadores de la central fueron expuestos a altas dosis de radiación y evacuados en varias ocasiones.

En las semanas siguientes, se detectaron niveles inusualmente altos de radiación en el agua corriente y algunos alimentos, como leche y espinacas, de las prefecturas vecinas. También se detectaron yodo radiactivo y cesio en el agua del mar del entorno de la central. El accidente nuclear de Fukushima Daiichi ha sido calificado como el más grave desde el de Chernóbil en 1986.

Como consecuencia del accidente, está en curso un replanteamiento profundo de la estrategia energética de Japón. Los detalles se conocerán en el transcurso de 2012. El libro blanco de 2010 (*Energy White Paper 2010*), que debería haberse publicado en mayo o junio de 2011, se publicó finalmente a finales de octubre de 2011. En él figura una clara marcha atrás, explícita y oficial, de la opción nuclear defendida hasta entonces. En dicho libro blanco se señala textualmente que el gobierno “se arrepiente de su política energética anterior y la revisará sin vaca sagrada alguna” y se menciona la reducción de la dependencia con respecto a la energía nuclear, el fomento del ahorro y la conservación de energía, el desarrollo más rápido de las energías renovables y la creación de una infraestructura energética menos vulnerable, esto es, menos proclive a los accidentes y a las interrupciones de suministro.

La nueva estrategia energética de Japón consistirá, según todos los indicios, en una revisión de la política nuclear, en un mayor énfasis en la conservación de energía, en otorgar más importancia a las energías renovables y en fomentar la captura y el almacenamiento de carbono (véase un apretado resumen en Toyoda, 2011a).

(2.3) La nueva política nuclear

Los efectos adversos del accidente de Fukushima, especialmente a causa de su prolongación en el tiempo, han modificado sustancialmente la opinión pública sobre la energía nuclear. Un sondeo, de junio de 2011, del periódico *Asahi Shimbun* llegaba a la conclusión de que el 74% de los japoneses estaba a favor de una eliminación gradual de la energía nuclear (frente al 14% en contra) y que el 65% se mostraba a favor de aumentar las energías renovables y las tarifas eléctricas. Otra encuesta, de principios de noviembre de

2011, de la cadena NHK, mostraba un 70% de la población deseoso de una menor dependencia o incluso de la desaparición de la energía nuclear y un 86% preocupado por los eventuales problemas de seguridad tras el reinicio de los 43 reactores parados en esa fecha (de un total de 55).

La divergencia entre la opinión pública y la estrategia energética de 2010 se hizo cada vez más amplia en los meses posteriores a marzo de 2011. Recordemos que la política nuclear oficial elaborada en 2010 consistía en elevar la energía nuclear al 53% de la generación de electricidad en 2030 (y al 24% del consumo de energía primaria) en ese año. Los medios principales para alcanzar ese objetivo eran la construcción de 14 nuevas plantas, el incremento de la tasa de operatividad, el fomento del reciclaje del combustible nuclear y la expansión de los recursos humanos de la industria.

Después de Fukushima, las ventajas de la energía nuclear (estabilidad de suministros, protección del medio ambiente, eficiencia económica y alto grado de autosuficiencia, por el reciclaje del combustible) se han visto contrarrestadas por sus inconvenientes, entre los que destacan claramente los problemas de seguridad colectiva. Es más, algunos especialistas consideran incluso que la energía nuclear ha dejado de ser “estable, barata y limpia” (Iida, 2011), como resultado de los apagones y la inestabilidad del suministro eléctrico que siguieron al accidente de Fukushima (muchas centrales siguen paradas y se interrumpió el suministro en áreas importantes), del aumento del riesgo para los inversores y de la emisión de material radioactivo al agua, el suelo y la atmósfera.

Así, un buen número de especialistas, con el apoyo, al menos hasta el momento, de la opinión pública, defiende una reducción progresiva del peso de la energía nuclear en la generación de electricidad. Por ejemplo, Iida (2011) sostiene que, a raíz del parón de varias centrales como consecuencia del terremoto y de las nuevas medidas de seguridad, el porcentaje de la energía nuclear en la electricidad generada habría bajado ya del 27% en 2010 al 20% en 2011 y 2012 y que no sería descartable una reducción adicional hasta el 10% en 2020.

Dada la importancia de la energía nuclear en el consumo de energía primaria (12%) y, sobre todo, en la generación de electricidad, de cumplirse esa previsión serían necesarias alternativas a corto y medio plazo. A corto plazo, habría que reemplazar energía nuclear por carbón, petróleo y, sobre todo, gas natural, que podría ser el combustible de transición o bien convertirse en una fuente esencial de energía. Tal cosa tendría un coste importante para la balanza comercial (más del 98% de esos combustibles son importados) y para el medio ambiente, por las emisiones de CO₂. A medio plazo, Iida (2011) defiende una cuarta transición energética, tras las de los años 60 del siglo XX (paso del carbón al petróleo), de los años 70 (del petróleo al gas natural y a la energía nuclear) y de los años 90 (fomento de la energía nuclear, por razones asociadas al calentamiento global, y desregulación del sector). La cuarta transición consistiría en reducir el peso de la energía nuclear, aumentar la importancia de las energías renovables, reestructurar el mercado de

la energía eléctrica y hacer mayor esfuerzos de eficiencia y conservación de energía. El ejemplo a seguir, según Iida (2011), sería Alemania, que se ha propuesto aumentar el peso relativo de las energías renovables en la generación de electricidad del 17% en 2010 al 40% en 2020. Japón, según el autor, podría llegar al 30% en 2020, desde el 10% en 2010.

(2.4) Un mayor esfuerzo de conservación

Japón es, como se señaló previamente, el país más eficiente del mundo. La intensidad energética (medida en por 1.000 dólares de PIB de 2000) fue en 2009, según datos de la AIE (2011c), de 0,10 toneladas en Japón, frente a 0,18 de media en la OCDE, 0,11 en Dinamarca e Irlanda, 0,14 en Austria, 0,15 en Italia, 0,16 en Alemania, 0,17 en Francia, 0,18 en España y los Países Bajos, 0,19 en EEUU, 0,30 en Corea del Sur y 0,77 en China. Japón, según esos datos, sólo fue superado por Suiza (0,09).

Según los especialistas (Toyoda, 2011a; Tanabe, 2011), hay margen para aumentar la eficiencia en hogares y lugares de trabajo, mediante la introducción de nuevos materiales y productos con mayor rendimiento energético. La tarea no es sencilla, pues exige una modificación de los estilos de vida y de trabajo de la población. En cuanto a la industria, el margen, por el contrario, es escaso, a causa del avance ya conseguido. Con todo, una alteración de la estructura industrial hacia sectores menos consumidores de energía permitiría aumentar la eficiencia del sector, aunque fuese marginalmente.

Toyoda (2011a) estima que un ahorro del 10% en el consumo de electricidad equivaldría a 13.500 MW de energía nuclear o a 95.000 MW de energía fotovoltaica.

Una de las medidas más eficaces para reducir el consumo de electricidad sería la sustitución de lámparas LED por las tradicionales incandescentes o fluorescentes. La iluminación LED, a decir de los especialistas, permitiría reducir a una octava parte el consumo de electricidad asociado a la iluminación. El reemplazo de las lámparas incandescentes y fluorescentes por lámparas LED tendría el potencial para reducir el consumo eléctrico bruto en un 9%. Conviene recordar que la generación de electricidad ya se ha reducido en Japón, desde 1.153,1 TWh en 2005 a 1.145,3 TWh en 2010. Esa disminución podría continuar e incluso acentuarse con un cambio en los métodos de iluminación.

(2.5) La mayor importancia de las energías renovables

Pese al alto grado de desarrollo económico y de sofisticación técnica de Japón, las energías renovables suponen una parte pequeña de consumo de energía primaria (6% en el año fiscal de 2007), de la capacidad de generación eléctrica (21%) y de la electricidad generada (9%).

En 2010 las energías renovables representaron el 10,3% de la generación de electricidad, correspondiendo el 7,5% a la hidroelectricidad y el 2,8% al resto.

Es preciso destacar que Japón presenta un peso bastante menor de las energías renovables que otros países de la OCDE (véase la comparación con la media de la OCDE y con España en la Tabla 7) y que, además, su peso se ha reducido con el paso del tiempo (Tabla 8).

Tabla 7. Balance energético en 2009 (oferta total de energía primaria, mtep y %)

	OCDE	%	Japón	%	España	%
Carbón	1.033,3	19,7	101,3	21,5	9,5	7,5
Petróleo y derivados	1.958,2	37,4	200,4	42,5	60,4	47,7
Gas natural	1.248,4	23,8	80,7	17,1	31,2	24,7
Nuclear	584,5	11,2	72,9	15,4	13,7	10,8
Renovables	413,3	7,9	16,7	3,5	11,7	9,2
Total	5.237,7	100,0	472,0	100,0	126,5	100,0

Fuente: AIE.

Tabla 8. Evolución del peso de las energías renovables, 1980-2010

	% de la electricidad generada					
	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Hidroeléctrica	24,7	17,4	11,9	9,6	8,2	7,5
Resto	0,0	0,2	0,2	0,6	0,9	2,8
Total	24,7	17,6	12,1	10,2	9,1	10,3

Fuente: APERC.

Algunos especialistas, con el aparente apoyo de la opinión pública tras el desastre de Fukushima, han propuesto que el gobierno apueste decididamente por las energías renovables, especialmente por las que no están todavía muy desarrolladas. En el año fiscal de 2009, como puede verse en la Tabla 9, la única energía renovable de cierta importancia era la hidroeléctrica (sobre todo la grande), mientras que la fotovoltaica y la eólica apenas llegaron, cada una, al 0,3% de la electricidad generada. Excluyendo la energía hidroeléctrica grande, el peso del resto de energías renovables apenas ha aumentado del 2,5% en 2000 al 3,5% en 2009.

Tabla 9. Distribución de las energías renovables, 2009 (año fiscal)

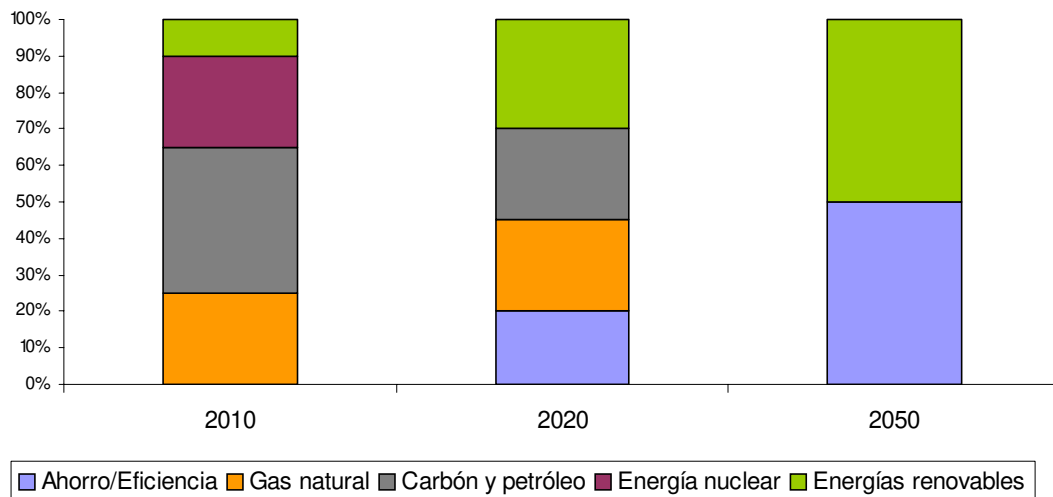
	% de electricidad generada
Hidro (grande)	6,0
Hidro (pequeña)	1,5
Biomasa	1,0
Eólica	0,3
Fotovoltaica	0,3
Geotérmica	0,2
Total	9,3

Fuente: METI.

Algunas propuestas son muy ambiciosas. Por ejemplo, el Institute for Sustainable Energy Policies (ISEP) propone aumentar la parte de las energías renovables en la generación de electricidad del 10% en la actualidad al 30%-37% en 2020 y al 100% en 2050. El objetivo del ISEP para 2020 es mucho más alto que el fijado por el gobierno, antes de Fukushima, que era del 20%. El argumento principal del ISEP es que Japón debería hacer algo similar a los países de la UE, que se han propuesto aumentar la proporción de energías renovables hasta niveles relativamente altos en 2020 (40% en España, 37% en Alemania, 27% en Francia, 26% en Italia, etc.). El objetivo para 2050 supondría un abandono completo no

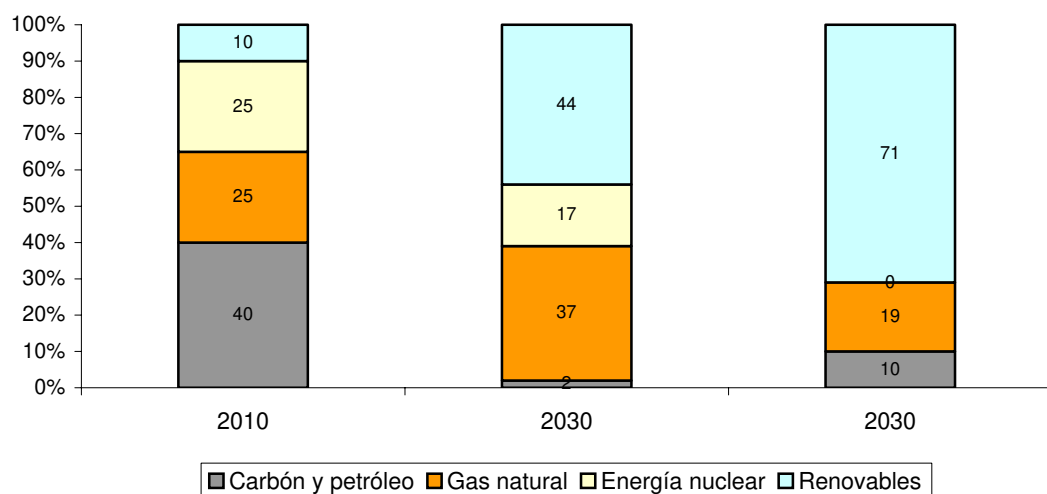
sólo de la energía nuclear sino también de los combustibles minerales fósiles, mediante un incremento de la parte de las energías renovables, que se combinaría con un aumento del ahorro y la eficiencia energéticos (Gráfico 1). Un informe de Deutsche Bank Climate Change Advisors, publicado en agosto de 2011 (Fulton *et al.*, 2011) prevé dos escenarios para 2030 (Gráfico 2). En el primero, habría un fuerte aumento, respecto de la previsión pre-Fukushima del gobierno, de las proporciones del gas natural y de las energías renovables, que pasarían, respectivamente, al 37% y al 44% de la electricidad generada. La energía nuclear supondría el 17%, un peso relativo apreciable, aunque muy inferior al previsto por el gobierno (53%). En el segundo escenario, la parte del gas natural aumentaría muy ligeramente (al 19%) y la proporción de las energías renovables alcanzaría un nivel muy alto (71%).

Gráfico A. Propuesta del ISEP para 2020 y 2030



Fuente: ISEP, 2011.

Gráfico B. Escenarios de DBCCA en 2030 (peso en la electricidad generada)



Fuente: Fulton *et al.*, 2011.

Para Meltzer (2011), el escenario más probable a corto y medio plazo es que la energía nuclear vuelva a tener el peso que tenía antes del accidente de Fukushima, esto es, alrededor del 25% de la electricidad generada. Según ese autor, lo que provocará el accidente es que el gobierno tendrá que abandonar su pretensión de aumentar hasta el 53% en 2030 el peso relativo de la energía nuclear. Si suponemos que se mantiene en el 25% y que los combustibles fósiles se reducen a otro 25%, el resto debería ser cubierto por las energías renovables. Esa misma tesis es defendida por otros autores: por ejemplo, “a pesar del cambio en la opinión pública, la energía nuclear parece destinada a seguir siendo un elemento importante del mix energético de Japón. No obstante, la creciente preocupación sobre la seguridad de las plantas, la eliminación de los residuos radiactivos, la proliferación de material nuclear y los sentimientos anti-nucleares probablemente provocarán que Japón vaya abandonando progresivamente la energía nuclear o, al menos, mantenga el *statu quo*” (Mroczkowski, 2011, pp. 2 y 3).

En suma, los diferentes escenarios otorgan a las energías renovables una función preeminente que podría variar entre el 44% y el 75% de la generación de electricidad en 2030 frente al 10% actual.

(2.6) Captura y almacenamiento de carbono

La captura y el almacenamiento de carbono (*carbon capture and storage, CCS*) puede suponer una quinta parte de la reducción prevista de las emisiones de gases de efectos invernadero para el año 2050. En el caso de Japón, la AIE estimó en su informe anual de 2010 que la CCS podría representar tanto como el 26% de la disminución esperada de las emisiones de CO₂ hasta 2035. Se trata, por tanto, de una técnica que reviste gran importancia a escala mundial y, sobre todo, en Japón.

La razón principal es que se prevé que seguirá siendo importante el uso de los combustibles fósiles, especialmente si se abandona o se reduce gradualmente la energía nuclear (salvo naturalmente en los escenarios en los que se prevé una gran importancia de las energías renovables, aunque tales previsiones, en el mejor de los casos, se plantean para mediados del siglo en curso). Conviene recordar que en las previsiones pre-Fukushima, el gas natural, el carbón y el petróleo supondrían en 2030 todavía el 26% de la generación de electricidad (y el 39% de la capacidad de generación eléctrica). A la espera de la nueva estrategia post-Fukushima, varios escenarios son posibles: (1) una mayor dependencia, al menos en el corto y medio plazo, de los combustibles fósiles, para tomar el relevo de la energía nuclear; (2) un mantenimiento de las previsiones sobre esos combustibles, reemplazando energía nuclear por renovables; o (3), como propone el ISEP, una apuesta por las energías renovables al 100% en 2050.

En cualquier caso, los combustibles fósiles seguirán teniendo importancia a corto y medio plazo (50% en 2020 en el escenario del ISEP), de manera que se hace imprescindible un uso más eficiente y ecológico de esos recursos. Es indispensable el desarrollo de técnicas innovadoras como la CCS. Con arreglo a las resoluciones de la cumbre del G8 celebrada

en Japón en 2008, los países miembros se comprometieron a poner en marcha proyectos de demostración para 2010 y preparar un amplio despliegue de la CCS para 2020.

Japón tiene el inconveniente de que existen pocos sitios apropiados para el almacenamiento del carbono, de manera que es preciso su transporte por tubería o barco, lo que encarece el procedimiento. En 2008 se constituyó la compañía Japan CSS Co. (JCSS), formada en la actualidad por más de una treintena de empresas del sector eléctrico, y petrolero, ingenierías, etc., y que tiene ya cerca de 80 empleados. El primer proyecto importante de JCSS fue el transporte de carbono desde la planta de gasificación de Nakoso (al norte de Tokio), a través de gasoducto submarino, al depósito agotado de gas de Iwaki-oki, a 80 km al noreste de Nakoso.

El alto coste de la CCS, junto con la dificultad para encontrar depósitos apropiados y la inseguridad sobre una eventual filtración del carbono, son algunas de las razones por las que se ha propuesto combinar e incluso reemplazarla por la captura y uso del carbono (*carbon capture and use*, CCU), un procedimiento más avanzado para reciclar el carbono y convertirlo en aceites biológicos, productos químicos fertilizantes y combustibles. A juicio de sus defensores, Japón estaría bien situado para desarrollar la CCU por el amplio desarrollo de su I+D y por la existencia de inversores potenciales importantes en la comercialización de esa nueva técnica.

(3) Implicaciones para la seguridad energética de Japón

Si se utiliza un concepto amplio y multidimensional de la seguridad energética, como sugieren Hippel *et al.* (2011), lo señalado en las páginas precedentes tiene profundas implicaciones para Japón y, por extensión, para el resto del mundo.

(3.1) Acceso a los recursos

La práctica ausencia de recursos energéticos en Japón y el carácter de archipiélago del país hacen que el acceso a las fuentes de energía sea un asunto de la mayor importancia.

Japón dispone de cuantiosas reservas estratégicas de petróleo (en 2010, equivalentes a 70 días de importaciones netas o a 168 días de consumo, según Feldhoff, 2011), gestionadas por compañías privadas o por la empresa pública JOGMEC (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation), que se ocupa de crudo, LPG y metales especiales. JOGMEC tiene 10 depósitos en el noreste y sudoeste del país.

Por otra parte, Japón está empezando a otorgar gran importancia a la explotación *offshore* de recursos, especialmente de gas, en la que ha entrado en conflicto, por ejemplo, con China, en las inmediaciones de las islas Senkaku (Diaoyu para los chinos). El creciente nacionalismo energético en Asia Oriental es un elemento más de preocupación para Tokio, como se detalla en Collins *et al.* (2011).

El cambio post-Fukushima en la estrategia energética, que supondrá un aumento a corto plazo del consumo de gas natural y un incremento a medio y largo plazo de las energías renovables, tendrá consecuencias importantes en las relaciones de Japón con sus abastecedores. Por ejemplo, es de esperar que aumenten las importaciones de GNL desde Indonesia, Malasia, Australia, Qatar y Brunei, que son los cinco principales proveedores. Pero no hay que descartar la posibilidad de que Rusia, por sus yacimientos en Sajalín, se convierta en un importante proveedor de Japón: “JOGMEC ha adquirido derechos de exploración significativos en Siberia oriental. Japón dispone igualmente de intereses significativos, a través de Mitsui y Mitsubishi, en el enorme proyecto de GNL de Sajalín-2, que inició Shell pero que ahora está controlado por Gazprom” (Herberg, 2010, p. 130). No hay que olvidar que Rusia es el primer exportador mundial de gas natural. A medio plazo, el proyecto de tubería desde Sajalín hacia Corea del Sur no sólo podría servir para mejorar la suerte económica de Corea del Norte sino que podría enlazar, vía gasoducto submarino, con Japón.

(3.2) Costes de obtención

En cuanto a los costes, el abandono progresivo de la energía nuclear, cuyos precios se han tendido a considerar tradicionalmente bajos y estables, en comparación con los del petróleo (especialmente en 2003-2008 y de nuevo desde 2010), podría suponer un aumento de los precios de la electricidad. Los defensores de la energía nuclear usan ese argumento, junto con el de eventuales apagones, aumento de las emisiones de CO₂, incremento de los costes de conservación de energía, etc., para criticar a los proponentes del aumento importante de la proporción de las energías renovables. Así, por ejemplo, Toyoda (2011b) ha estimado que si los reactores parados en septiembre de 2011 (43 de 55) no vuelven a operar, la reducción en la oferta de electricidad tendría que ser compensada con un aumento de 3,5 billones de yenes de gasto adicional en combustibles fósiles. Si tal incremento del coste se trasladase a los consumidores finales, el precio medio de la electricidad aumentaría en 3,7 yenes por KWh. La factura eléctrica para un hogar medio aumentaría el 18% al mes mientras que lo haría en el 36% en el sector industrial.

Para Spence (2011), el abandono completo de la energía nuclear supondría una merma en la oferta de electricidad del 10% y generaría un incremento de la factura eléctrica del 20%. Tal cosa prolongaría la crisis económica del país y, dada su importancia en el marco internacional, tendría importantes repercusiones negativas en el resto del mundo.

(3.3) Emisiones de CO₂

La desnuclearización progresiva supondría un incremento de las emisiones de CO₂, según los defensores de la energía nuclear, que presuponen que deberá ser sustituida por consumo de carbón, petróleo y gas natural. Seguramente eso ocurrirá a corto plazo. Toyoda (2011b) estima que, de no reabrirse la actividad de los reactores parados, en 2012 las emisiones de CO₂ aumentarían 1.260 millones de toneladas, hasta un nivel 18,7% superior al de 1990, lo que pondría en peligro (de hecho, haría imposible) cumplir los objetivos de Kioto y dificultaría mucho la reducción prevista del 30% de las emisiones en

2030 respecto de 1990. No obstante, la reducción del consumo de energía nuclear podría, al menos en teoría, contrarrestarse con un incremento del consumo de energías renovables, como proponen el ISEP y estudian Fulton *et al.* (2011), con lo que no habría un impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero.

(3.4) Seguridad pública

Finalmente, es preciso hacer referencia al debate en la opinión pública y la clase política sobre las ventajas y desventajas de la energía nuclear.

Los defensores de la energía nuclear están agrupados en lo que se ha venido a llamar la “aldea nuclear”, formada por las empresas eléctricas, las asociaciones de empresarios, el Partido Liberal Democrático (actualmente en la oposición), el METI y parte de la prensa y del mundo académico (Satoh, 2011). Argumentan que la energía nuclear es segura, ya que las centrales superarán las pruebas de resistencia a las que están actualmente sometidas, por lo que podrán reactivarse a partir de la primavera o el verano de 2012. Además, señalan que Japón carece de una alternativa viable a una energía que garantiza seguridad de suministro, emisiones cero, bajos costes y amplias reservas. En la Tabla 10 se comparan las ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía en distintos aspectos.

Tabla 10. Ventajas e inconvenientes de las distintas fuentes de energía

	Seg. energética	Emisiones	Costes	Reservas	Seg. pública
Petróleo	XXX	XX	XX	√	√
Gas natural	XXX	XX	XX	√	√
Carbón	XX	XXX	X	√√	√
Nuclear	√√	√√√	√	XX	XXX
Fotovoltaica	√√√	√√√	XX	XX	√
Eólica y geotérmica	√√√	√√√	XX	XX	√

Fuente: elaboración propia.

Frente a la “aldea nuclear”, se sitúa una constelación de fuerzas políticas y sociales que se ha unido en los últimos meses en diversas iniciativas: una campaña ciudadana, dirigida por el Premio Nobel de Literatura Oé Kenzaburo, para recoger 10 millones de firmas en contra de la energía nuclear; una manifestación de 60.000 personas en Tokio el pasado 19 de septiembre; la campaña de Son Masayoshi, presidente de la empresa de telecomunicaciones Softbank, que ha financiado el desarrollo de la energía solar, etc.

Entre esos dos extremos se han situado los dos primeros ministros que ha tenido Japón desde el accidente de Fukushima. Kan Naoto, que dimitió el 26 de agosto de 2011, adoptó un perfil moderadamente contrario a la energía nuclear, ya que se manifestó en contra de la construcción de los 14 nuevos reactores previstos para 2030, a favor de una eliminación progresiva de la energía nuclear y partidario de una reapertura selectiva y escalonada, en su caso, de los reactores parados. Su sucesor, Noda Yoshihiko, sin ser partidario de la “aldea nuclear”, es más ambiguo. Se ha manifestado a favor de completar los reactores que ya están en fase de construcción, ha señalado que la energía nuclear no tiene realmente alternativa viable en Japón y desea permitir la reapertura de los reactores

parados, como muy tarde, en primavera o verano de 2012, siempre que haya garantías de seguridad y acuerdo con los gobiernos locales (véanse más detalles en De Wit, 2011, y Kingston, 2011).

De hecho, algunos analistas consideran que la sustitución de Kan por Noda se debió a que el primero se hizo inaceptable para la “aldea nuclear”, por ejemplo, al obligar, en mayo de 2011, al cierre de la central de Hamaoka (en un lugar sísmico peligroso), al forzar en julio a las centrales a realizar pruebas de resistencia y al manifestarse partidario del abandono gradual de la energía nuclear en el país. Otra medida que tomó Kan fue la de desvincular la NISA (*Nuclear and Industrial Safety Agency*) del METI, para crear, junto con la NSC (*Nuclear Safety Commission*), una nueva agencia dependiente del Ministerio de Medio Ambiente.

(4) Posibles enseñanzas para países en condiciones similares

Como es sabido, algunos países europeos decidieron, tras el accidente de Fukushima, congelar o suspender sus programas nucleares. Este ha sido el caso, hasta la fecha, de Alemania, Suiza e Italia.

En junio de 2011 Alemania decidió cerrar sus 17 reactores nucleares en 2022, en una decisión en la que seguramente influyeron los partidarios de las energías renovables y el gran peso del *lobby* gasista. Suiza, por su parte, decidió prescindir de sus plantas nucleares cuando acaben su vida útil (año 2029). En Italia, en un referéndum, el 95% de los votantes rechazó reabrir las plantas cerradas desde el accidente de Chernóbil en 1986.

La experiencia de Japón desde el accidente de Fukushima parece demostrar, en primer lugar, que cualquier precaución es poca en lo relativo a la seguridad de las plantas nucleares. Así, la industria debe ser objeto no sólo de las pruebas de resistencia para identificar eventuales vulnerabilidades que ya se han puesto en marcha sino también de regulaciones más estrictas y de un seguimiento más cuidadoso de un código de buenas prácticas. Hay que tener en cuenta que 15 de los 17 países que operaban plantas nucleares en marzo de 2011 han decidido mantener su apuesta por la energía nuclear. Francia y el Reino Unido han decidido incluso aumentar sus inversiones en el sector y otros países (como Polonia) han iniciado programas nucleares.

En segundo lugar, cualquier decisión sobre el futuro de la energía nuclear en los países de la UE debe meditarse con extremo cuidado. Al fin y al cabo, el 28% de la electricidad generada en la UE procede de esa energía y el porcentaje es mucho mayor en países como Francia, Eslovaquia, Bélgica, Ucrania, Hungría y Suecia. Teniendo en cuenta que la dependencia de los abastecimientos externos ha aumentado del 45% en 1999 al 54% en 2009 y que es particularmente alta en petróleo y gas natural, y a la vista de que las importaciones de crudo y de gas se realizan principalmente desde unos pocos países (Rusia, Noruega y Libia, en el primer caso, y Rusia, Noruega y Argelia, en el segundo),

cualquier decisión sobre una eventual desnuclearización en la UE, por muy progresiva que fuese, tendría efectos importantes sobre la seguridad energética de la Unión.

En tercer lugar, los países de la UE que tienen dudas sobre el futuro de la energía nuclear en su territorio deben sopesar detenidamente si las ventajas de tal energía (baja huella de carbono, alto valor de la producción, elevada independencia energética, etc.) superan o no a sus inconvenientes (riesgos para la salud y seguridad públicas). En algunos casos, da la impresión de que algunos países europeos han decidido mantener la opción nuclear por razones distintas, como las grandes inversiones ya realizadas en infraestructuras, el alto coste financiero de la suspensión o el carácter políticamente inaceptable, en algunos casos, del abandono de la opción nuclear.

Finalmente, la continuidad de la energía nuclear no es razón para no apostar, con decisión renovada, por las energías renovables. La estrategia 2020 consiste, como es bien conocido, por reducir en un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990 (y quizá en 80%-95% para 2050), en aumentar la parte de las energías renovables hasta el 20% del consumo de energía primaria y en incrementar la eficiencia energética en un 20%. Cabe preguntarse si las pretensiones de Japón de otorgar a las energías renovables una función más preeminente (quizá el 30% del consumo de energía primaria en 2020) podría servir de ejemplo a la UE para que ésta se fijase un objetivo más ambicioso.

Conclusiones

Si, como parece probable, Japón renuncia finalmente a su estrategia energética pre-Fukushima (que, en otros objetivos, se proponía elevar la proporción de la energía nuclear en la generación de electricidad del 26% en 2010 al 53% en 2030), las implicaciones nacionales e internacionales pueden ser importantes.

Desde el punto de vista interno, el país parece abocado a:

- Obtener ganancias adicionales de eficiencia energética, especialmente en los hogares y lugares de trabajo y no tanto en la industria, donde el margen de mejora es ya muy escaso.
- El abandono definitivo de la construcción de los 14 nuevos reactores para 2030 previstos en la estrategia anterior al accidente de Fukushima.
- Una reducción de la dependencia del 84% de los combustibles minerales fósiles, que es una proporción muy alta, especialmente en un contexto de precios elevados, especialmente del petróleo y, en menor medida, del carbón, y para un país tan tributario de las importaciones.
- Un aumento significativo del peso de las energías renovables, que podrían pasar del 10% en la actualidad al 30%, 40% o 70% en los próximos decenios (algunos especialistas abogan incluso por alcanzar el 100% a mediados de siglo).

El gas natural puede convertirse en el combustible de transición mientras se ponen en marcha las inversiones necesarias para el desarrollo de las energías renovables.

A nivel internacional, conviene recordar que Japón, cuarto consumidor mundial de energía, es el primer importador mundial de gas natural, carbón y derivados del petróleo y el tercero de crudo. Así, cualquier cambio notable –y especialmente si se trata de una modificación sustancial– de sus pautas de consumo de energía tendrá efectos notable en la disponibilidad y el precio de los recursos. A corto y medio plazo, uno de los efectos esperados del cambio del consumo japonés puede ser un aumento de las importaciones de GNL desde el sudeste asiático, Australia y, lo que sería un fenómeno trascendente, Rusia, así como un aumento de los precios del gas natural y, en menor medida, del petróleo y, quizá también, del carbón (aunque Japón dispone de reservas de cierta importancia).

En cualquier caso, el accidente de Fukushima y el cambio de la estrategia energética en Japón van a contribuir en gran medida a fortalecer las perspectivas de desarrollo de las energías renovables a nivel internacional. En el propio Japón, los estudios mencionados en este trabajo sugieren que la parte de las energías renovables en la generación de electricidad podría aumentar del 10% actual al 30% o 40% en 2020 y al 50% o 70% en 2030. Esa perspectiva, que, antes del accidente de Fukushima, hubiese parecido imposible, es hoy factible. Al fin y al cabo, un país similar a Japón, como Alemania, aprobó en julio de 2011 una ley que obliga al país a generar entre el 35% y el 40% de la electricidad con energías renovables en 2020, porcentaje que tendrá que ser de al menos el 50% en 2030, el 65% en 2040 y el 80% en 2050.

Referencias bibliográficas

- AIE (2011a), *Energy Balances of OECD Countries*, Agencia Internacional de la Energía, París.
- AIE (2011b), *Energy Statistics of OECD Countries*, Agencia Internacional de la Energía, París.
- AIE (2011c), *Key World Energy Statistics 2011*, Agencia Internacional de la Energía, París.
- AIE (2011d), *World Energy Outlook 2011*, Agencia Internacional de la Energía, París.
- APEREC (2011a), *APEC Energy Overview 2010*, Asia Pacific Energy Research Center, Tokio, mayo.
- APEREC (2011b), *Compendium of Energy Efficiency Measures of APEC Economies*, Asia Pacific Energy Research Center, Tokio, septiembre.
- Bustelo, P. (2008), "Energy Security with a High External Dependence: The Strategies of Japan and South Korea", *Working Paper*, nº 16/2008, Elcano Royal Institute, April, rep. en R.H. Attenberg (ed.), *Global Energy Security*, Nova Publishers, Nueva York, 2009, pp. 335-64.
- Collins, C. et al. (2011), *Asia's Rising Energy and Resource Nationalism. Implications for the US, China and the Asia-Pacific Region*, National Bureau of Asian Research, Special Report, nº 31, Seattle, WA.
- DeWit, A. (2011), "Fallout from the Fukushima Shock: Japan's Emerging Energy Policy", *The Asia-Pacific Journal*, vol. 9, nº 45, noviembre.
- EIA (2011), *International Energy Outlook 2011*, Energy Information Agency, Washington DC.
- Feldhoff, T. (2011), "Japan's Quest for Energy Security. Risks and Opportunities in a Changing Geopolitical Landscape", *Frankfurt Working Papers on East Asia*, nº 5, IZO, marzo.
- Ferguson, C.D. (2010), "The Implications of Expanded Nuclear Energy in Asia", en A. J. Tellis et al. (eds.), *Strategic Asia 2010-11*, National Bureau of Asian Research, Seattle, pp. 143-169.
- Fulton, M. et al. (2011), "Japan: The People's Greener Choice", Deutsche Bank Group-Climate Change Advisors, agosto.
- Herberg, M. (2010), "The Rise of Energy and Resource Nationalism in Asia", en A.J. Tellis et al. (eds.), *Strategic Asia 2010-11*, National Bureau of Asian Research, Seattle, pp. 113-140.
- Hippel, D. von et al. (2011), "Energy Security and Sustainability in Northeast Asia", *Energy Policy*, vol. 39, nº 11, pp. 6719-30.
- Iida, T. (2011), "21st Century Energy Paradigm Shifts", *Chemistry and Chemical Industry*, vol. 64, 11 noviembre, pp. 901-02.
- ISEP (2011), *A Report on Japan's Energy Shift Since March 11th*, Institute for Sustainable Energy Policies, Tokio, 6/V/2011.
- Jupesta, J. y A. Suwa (2011), "Sustainable Energy Policy in Japan, Post Fukushima", *IAEE Newsletter*, 4º trimestre, pp. 24-26.

- Katsuta, T. y T. Suzuki (2011), "Japan's Spent Fuel and Plutonium Management Challenge", *Energy Policy*, vol. 39, n° 11, pp. 6827-41.
- Kingston, J. (2011), "Ousting Kan Naoto: The Politics of Nuclear Crisis and Renewable Energy in Japan", *The Asia-Pacific Journal*, vol. 9, n° 39, septiembre.
- Komiyama, K. (2011), "Japan's Long Term Energy Outlook to 2050: Estimation for the Potential of Massive CO₂ Mitigation", IEEJ, julio.
- Meltzer, J. (2011), "After Fukushima: What's Next for Japan's Energy and Climate Change Policy", Brookings Institution, 7/IX/2011.
- METI (2010), *2010 Annual Report on Energy. Japan's Energy White Paper*, Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokio, junio.
- Mroczkowski, I. (2011) "Asia's Electric Grid: The Future of Nuclear Power in the Region's Energy Mix", *Futuregram*, n° 11-001, The 2049 Foundation, octubre.
- Satoh, H. (2011), "Fukushima and the Future of Energy Policy in Japan", *ARI*, n° 113/2011, Real Instituto Elcano, junio.
- Spence, J. (2011), "Japan's Nuclear Withdrawal: Bad for Japan, Bad for the US, Bad for the World", *Backgrounder*, n° 2622, The Heritage Foundation, noviembre.
- Stewart, D. (2009), "Japan: The Power of Efficiency", en G. Luft y A. Korin (eds.), *Energy Security Challenges for the 21st Century. A Reference Handbook*, Greenwood, Santa Barbara, CA, pp. 176-90.
- Takase, K. y T. Suzuki (2011), "The Japanese Energy Sector: Current Situation, and Future Paths", *Energy Policy*, vol. 29, n° 11, pp. 6731-44.
- Tanabe, Y. (2011), "Energy Conservation Policy Development in Japan", en E. Thompson et al. (eds.), *Energy Conservation in East Asia. Towards Greater Energy Security*, World Scientific, Singapur, pp. 233-51.
- Toyoda, M. (2011a), "The Future of Energy Policy After the Great East Japan Earthquake", IEEJ, Tokio, presentación del 27/VII/2011.
- Toyoda, M. (2011b), "Lessons from Fukushima", IEEJ, Tokio, presentación del 11/X/2011.
- Valentine, S. V. (2011), "Japanese Wind Energy Development Policy: Grand Plan or Group Think?", *Energy Policy*, vol. 39, n° 11, pp. 6842-54.
- Valentine, S. V. et al. (2011), "Empowered? Evaluating Japan's National Energy Strategy Under the DPJ Administration", *Energy Policy*, vol. 39, n° 3, pp. 1865-86.