
Fukushima-1, otras perspectivas

Agustín Alonso Santos
1 septiembre, 2011

El accidente en la central nuclear japonesa de Fukushima-1 ha inundado durante semanas los medios de comunicación nacionales y de todo el mundo, eclipsando las quince mil víctimas y diez mil personas desaparecidas a causa del terremoto y consiguiente maremoto que iniciaron el accidente. Hasta ahora no se ha registrado víctima alguna como consecuencia directa del accidente nuclear. En esta ocasión, la fobia nuclear de la sociedad y la necesidad de la energía nuclear se han enfrentado de nuevo, continuando así una polémica antigua, que seguramente permanecerá durante años, con la potencialidad de cambiar el desarrollo tecnológico y económico de las naciones. No es posible ocultar la importancia de este debate social; todo lo contrario, es necesario discutirlo de forma abierta y razonada con el objetivo de tomar las decisiones que más convengan a cada país. Por esta razón se analiza el accidente desde otras perspectivas relevantes.

Las autoridades e instituciones japonesas han suministrado información sobre la evolución de los acontecimientos que han tenido lugar en las cuatro unidades nucleares afectadas y han descrito las medidas tomadas para controlar la situación con los menores riesgos posibles para la población y el personal de la central. Esta información ha sido interpretada por expertos, periodistas, miembros del público, empresarios y políticos de forma muy distinta, de acuerdo con el carácter de cada intérprete.

En general han predominado las exageraciones y extrapolaciones infundadas, e incluso las autoridades han tomado medidas innecesarias. Aunque permanecen incertidumbres sobre lo que ha pasado y sus consecuencias, se dispone ya de un extenso informe oficial¹ que fue presentado y analizado en la Conferencia Ministerial convocada por el director general del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), el japonés Yukiya Amano. La conferencia se celebró en Viena del 20 al 24 de junio.

EL INESPERADO ACCIDENTE

Es fundamental reconocer que un suceso natural –un terremoto de gran magnitud seguido de un maremoto de potencia inesperada– inició el accidente nuclear y que tal suceso afectó a cinco centrales con un total de quince unidades nucleares. El ataque desencadenado por la naturaleza fue controlado por doce de las quince unidades nucleares afectadas y solo parcialmente por las tres primeras unidades de la central de Fukushima-1 y por la piscina de desactivación del combustible usado de la cuarta unidad.

El análisis de las causas, evolución y consecuencias del accidente nuclear en las unidades nucleares afectadas será esencial para mejorar la seguridad nuclear de las centrales nucleares actuales y futuras; sin embargo, tal análisis deberá ser complementado con el estudio de las razones que explican la supervivencia de la mayor parte de las unidades afectadas por el fenómeno natural. En realidad, la naturaleza ha brindado a los especialistas el más productivo, aunque inesperado e indeseado, experimento a escala real: el mismo fenómeno natural ha afectado a centrales nucleares que se han comportado de forma distinta; las que no pudieron evitar el accidente nuclear no pueden servir como modelo de seguridad y las que superaron tal situación han de tomarse como ejemplo capaz de soportar con éxito todos aquellos fenómenos de magnitud comparable, naturales o causados por las actividades humanas, que pongan a prueba la seguridad.

Antes de la mencionada Conferencia Ministerial, el autor tuvo la oportunidad de presenciar la exposición del profesor Atsuyuki Suzuki, presidente de la Agencia Atómica de Japón, ante el Grupo Internacional de Seguridad Nuclear (INSAG) en la reunión celebrada en Viena los días 30 de mayo y 1 de junio de 2011. Este grupo internacional de expertos independientes, seleccionados por el OIEA, tiene como misión fundamental observar la evolución y el nivel de seguridad de las instalaciones y actividades nucleares de todo el mundo, emitiendo sus observaciones en forma de documentos específicos, que se distribuyen universalmente.

En lo que respecta a las unidades afectadas, el profesor Suzuki señaló las vulnerabilidades que se han encontrado en la base del diseño para hacer frente a: fenómenos naturales concatenados; indisponibilidad de una defensa en profundidad para superar la pérdida a largo plazo de energía eléctrica interna y externa y el detrimento del sumidero final de calor; gestión de circunstancias accidentales no contempladas previamente y realizadas en condiciones precarias; y la potencial debilidad del sistema japonés de regulación nuclear. La existencia de estas vulnerabilidades y el modo de evitarlas constituyen las lecciones básicas que cabe esperar del accidente.

1) *Los fenómenos naturales*. La sismicidad de Japón es bien conocida. En 1995, el terremoto de Kobe-Osaka, de magnitud 7,2, afectó a tres centrales nucleares, que superaron con éxito el envite de la naturaleza; en 2007 el terremoto de Niigata Chuetsu-oki, de magnitud 6,8, afectó a ocho unidades de la central de Kashiwazaki-Kariwa, que también superaron la prueba, a pesar de que el epicentro se situó a solo ocho kilómetros. Se concluye que las centrales nucleares japonesas están diseñadas y han sido construidas a prueba de terremotos. En los casos antes citados, los maremotos no tuvieron importancia; sin embargo, son bien conocidas sus devastadoras consecuencias, si bien el más cercano ocurrió en 1933. Se reconoce que los responsables de la seguridad de las centrales nucleares en Japón dedicaron sus esfuerzos a diseñar con éxito sus centrales contra terremotos, restando importancia a los maremotos, a pesar del maremoto de Chile en 1960 y el más reciente de Sumatra en 2004, que produjo olas de cincuenta metros de altura con efectos devastadores. En Fukushima-1, el muro que protegía la central tenía 5,7 metros de altura y no pudo hacer frente a olas de catorce metros.

2) *La defensa en profundidad*. El concepto de defensa en profundidad o seguridad a ultranza fue introducido en los primeros diseños nucleares. Se basa en el establecimiento de cinco niveles de seguridad para prevenir accidentes nucleares y mitigar sus consecuencias en el caso de que se desencadenen. Si así sucediese es necesario: a) apagar la reacción nuclear y mantenerla apagada; b) extraer el calor de desintegración de los productos radiactivos acumulados en el combustible; y c) mantener confinados tales productos radiactivos.

En todas las unidades nucleares afectadas, la reacción nuclear fue automáticamente detenida por los sismógrafos de cada unidad. Para poder realizar las otras dos funciones es necesario disponer de energía eléctrica. Para garantizar tal suministro se dispone de varias líneas eléctricas exteriores y de suministros interiores en forma de generadores diésel de emergencia y baterías eléctricas. Las líneas eléctricas exteriores quedaron pronto fuera de servicio y no pudieron ser restauradas en varios días, los generadores diésel y las baterías realizaron su función durante el tiempo, cercano a una hora, entre el terremoto y la llegada del maremoto; la deficiente localización de estos suministros, en la zona inundable de la central, y su propio diseño impidieron su funcionamiento. Con esta situación precaria fue imposible impedir: el calentamiento progresivo del núcleo; la oxidación violenta del circonio de las vainas del combustible con desprendimiento de hidrógeno, que más tarde originó explosiones destructivas y calor; la fusión del combustible y la liberación de productos radiactivos volátiles al exterior.

3) *La gestión de accidentes severos*. Los responsables de la seguridad nuclear no han olvidado la posibilidad de que se produzcan accidentes graves en las centrales nucleares y para hacer frente a tales circunstancias se han establecido normas para la gestión segura de accidentes graves. Estas normas, cuyo objetivo principal es conseguir por otros medios la extracción del calor de desintegración y el mantenimiento de la integridad del recinto de contención tuvieron que ser puestas en práctica en condiciones muy adversas: a oscuras; bajo radiación que limitaba el tiempo de trabajo de los operadores; con los alrededores de la central llenos de residuos y escombros traídos y dejados por el maremoto, que impedía el movimiento de los equipos y de las personas; y con las vías de comunicación deterioradas. No obstante, se puso en práctica el sistema propio contra incendios para la introducción de agua (en un principio, agua de mar) para refrigerar los reactores y se relajó la

presión de los recintos de contención mediante venteos al exterior, lo que inició la liberación de productos radiactivos. Muchas de estas medidas llegaron tarde, cuando ya se había deteriorado el núcleo del reactor y no se pudo impedir las explosiones de hidrógeno que agravaron la situación.

4) *La importancia de la regulación y el control independiente.* Todos los países que utilizan la energía nuclear y las radiaciones han comprendido la necesidad de establecer un régimen regulador estricto y un organismo independiente que supervise el cumplimiento de las normas. En España, ese organismo es el Consejo de Seguridad Nuclear. En Japón existe una Comisión Nacional de Seguridad cuya independencia se encuentra cuestionada y ya se ha anunciado que será cambiada. Se sabe que en el año 2006 se establecieron requisitos específicos para protegerse de los maremotos, pero no se aplicaron en toda su extensión a las centrales antiguas. En España se aplica el concepto de *normativa de aplicación condicionada*, que supone evaluar la aplicabilidad de toda nueva normativa a las centrales antiguas. También se sabe, y así se aprecia en los partes emitidos por Tepco, la empresa propietaria de Fukushima, que en Japón existen capas burocráticas muy complejas, que limitan la agilidad en la toma de decisiones. Sin embargo, esta situación, ya advertida en otros accidentes nucleares menores ocurridos en Japón, no ha impedido la puesta en práctica, de forma efectiva, del plan de emergencia para proteger a la población, dirigido desde la oficina del propio primer ministro, Naoto Khan.

5) *Los pasos pendientes.* El accidente ha sido controlado, pero aún no ha terminado. Se ha restaurado el suministro de energía eléctrica, se extrae el calor de de-sintegración y se mantienen relativamente confinados los productos radiactivos, pero las instalaciones no pueden ser abandonadas sin hacer una autentica autopsia de los restos y sin dismantelar las instalaciones de forma segura. Para ello es necesario llevar a cabo un largo programa sistemático de actuaciones, ya en marcha, que comienzan con el tratamiento de más de cien mil toneladas de agua contaminada; la cobertura de los edificios destruidos por las explosiones de hidrógeno; la retirada de escombros, limpieza y descontaminación de las instalaciones; el levantamiento de mapas de radiación con la ayuda de robots; la eventual apertura de las vasijas de presión y la retirada del combustible deteriorado. Todo lo anterior son solo pasos previos para completar el dismantelamiento de las instalaciones.

Tampoco será olvidada la situación en el exterior de la central; unas cien mil personas continúan desplazadas de sus domicilios. La vuelta a la normalidad supondrá el levantamiento de mapas precisos de contaminación radiactiva y su evolución temporal, la descontaminación de las superficies duras (carreteras, calles, fachadas y tejados); el tratamiento de los terrenos agrícolas; la declaración de espacios no habitables; y el control de los alimentos. La experiencia de Chernobil ha demostrado que es posible vivir de forma segura en espacios ligeramente contaminados y bien controlados. Los riesgos radiológicos de las personas afectadas están siendo ya considerados por un organismo específico de Naciones Unidas (UNSCEAR) que estudia los efectos de las radiaciones sobre la salud.

EL IMPACTO DEL ACCIDENTE EN OTROS PAÍSES

«Un accidente en una central nuclear en cualquier país es un accidente que afecta a todos los países del mundo» es un eslogan consolidado que nació del accidente de TMI-2 en 1979. Este accidente demostró la posibilidad de accidentes graves, no previstos. El accidente de Chernobil-4, en 1986, lo consolidó y ha vuelto a reforzarse con el de Fukushima-1. El OIEA y la Agencia de Energía Nuclear (NEA/OECD) son plataformas de información que permiten analizar la respuesta mundial al accidente. La repercusión en España depende de las decisiones del Consejo de la Unión Europea y las instrucciones que emita el Consejo de Seguridad Nuclear.

1) *Las actividades de la Agencia de Energía Nuclear.* A petición del presidente Nicolas Sarkozy, como continuación de la reunión del G-8 del 27 de mayo en Deauville, en colaboración con la NEA/OECD, organizó un seminario Ministerial sobre Seguridad Nuclear, celebrado en París el 7 de junio de 2011, en el que participaron representantes de treinta y tres países miembros del G-8 y de la NEA/OECD. En un ambiente en el que reinaban conjuntamente la necesidad de la energía nuclear y la obligación de incrementar la seguridad de las centrales, los participantes del seminario concluyeron simplemente que era necesario prevenir los riesgos nucleares e incrementar la solidaridad y ayuda en la gestión de accidentes nucleares².

Las conclusiones del seminario fueron presentadas a los representantes de los organismos de control de los países participantes en el foro sobre el accidente de Fukushima que se celebró el 8 de junio de 2011 en París. Este foro tenía como objetivo conocer las causas y consecuencias del accidente y decidir las acciones a tomar con carácter universal. Como ya ha sucedido en otros casos, las distintas comisiones y grupos de trabajo de la NEA/OECD realizarán estudios detallados de las causas y consecuencias del accidente para definir los programas de investigación y los cambios y desarrollos tecnológicos que se consideren necesarios para incrementar la seguridad de las centrales nucleares en funcionamiento y de los nuevos diseños.

2) *Actividades del Organismo Internacional de Energía Atómica.* Después del accidente de Chernobil-4, el OIEA creó un Centro de Incidentes y Emergencias que ha venido informando diariamente sobre la evolución y consecuencias radiológicas del accidente. El propio director general del Organismo visitó el país afectado con el objetivo de planificar las actividades internacionales convenientes. Como resultado de esa visita, Yukiya Amano anunció la celebración de la Conferencia Ministerial sobre Seguridad Nuclear ya mencionada³.

También anunció la visita al Japón, a petición del Organismo y con la autorización del Gobierno japonés, de un Grupo Internacional de Expertos, compuesto de dieciocho especialistas de doce países, dirigido por el director del nuevo organismo inglés de regulación nuclear, NRO, la Nuclear Regulatory Office. El director técnico de Protección Radiológica de nuestro Consejo de Seguridad Nuclear ha formado parte de dicho Grupo Internacional. Del 24 de mayo al 1 de junio el Grupo escudriñó las causas y consecuencias del accidente, visitó las instalaciones afectadas, mantuvo reuniones con los responsables directos y recibió la información solicitada. Terminada esta misión, se presentó a las autoridades japonesas un resumen del informe⁴ que fue presentado formalmente y de forma completa en la Conferencia Ministerial.

Esta se inició el pasado mes de junio con una declaración ministerial de los representantes de los

Estados miembros del OIEA en la que se reconoce la gravedad de la situación creada y el impacto potencial del accidente sobre el futuro desarrollo nuclear de los países. La declaración instaba al director general del OIEA a desarrollar un *Plan de Acción* para mejorar la seguridad, la preparación para emergencias y el marco legal internacional⁵. El *Plan de Acción* será sometido a la aprobación de la Junta de Gobernadores del Organismo durante la Conferencia General Anual cuya celebración está prevista en este mes de septiembre.

Se decidió que el *Plan de Acción* contemple los siguientes aspectos:

- 1.¿Revisar de forma sistemática los principios, requisitos y guías de seguridad del conjunto normativo del Organismo.
- 2.¿Reforzar la capacidad del Organismo para revisar la seguridad de las centrales nucleares de los Estados miembros.
- 3.¿Reforzar la eficacia de los organismos de seguridad nacionales y garantizar su independencia.
- 4.¿Reforzar la preparación para hacer frente a emergencias y fortificar los sistemas de respuesta en caso de accidente.
- 5.¿Reforzar el sistema del Organismo para recibir información de los países afectados y difundirla de forma global.

La puesta en práctica del *Plan de Acción* servirá para mejorar la seguridad de la energía nuclear y para suministrar a la sociedad información fiable y contrastada sobre los riesgos de las centrales en la explotación y los nuevos diseños, de modo que sea posible materializar los beneficios de la energía nuclear sin riesgos indebidos para las personas, las sociedades y el medio ambiente.

3) *Actividades del Consejo de la Unión Europea*. El 21 de marzo de 2001, después de una encendida y polémica declaración antinuclear del comisario europeo de Energía, el alemán Günther Oettinger, el Consejo Europeo de Energía reconocía la necesidad de responder de forma eficaz al accidente realizando una revisión completa de los riesgos y de la seguridad de las centrales de la Unión, todo ello con el asesoramiento del Grupo de Reguladores Europeos de la Seguridad Nuclear (ENSREG) y haciendo uso de la experiencia europea acumulada por la Asociación de Reguladores Nucleares (WENRA).

El trabajo realizado por WENRA, apoyado por ENSREG, no fue aceptado por el Consejo Europeo de Energía. Las autoridades de algunos países, en especial Francia y el Reino Unido, mantuvieron la hipótesis de que las revisiones a realizar deberían limitarse a sucesos naturales, mientras que el comisario Oettinger, apoyado por Alemania y Austria, sostenía que las revisiones deberían también incluir sucesos inducidos por actividades humanas, incluidos los actos de terrorismo. Se pretendía también que los análisis de cada país fuesen revisados por las autoridades reguladoras de otros países, incluyendo también a aquellos que no poseen centrales nucleares, como Austria, que realizarían tales revisiones contratando a «expertos» internacionales. El comisario llegó a añadir que algunas centrales europeas no pasarían las pruebas a realizar.

Finalmente, el día 25 de mayo se alcanzó un compromiso⁶ por el que cada una de las centrales nucleares europeas habrá de someterse a pruebas de sucesos naturales y actos terroristas, tales

como el impacto de aviones y explosivos, pero las medidas para prevenir estos últimos han de ser consideradas de forma independiente por las autoridades nacionales de protección. Estas evaluaciones han de realizarse en tres fases:

Antes del 15 de agosto de 2011 los titulares de las centrales han de llevar a cabo una preevaluación que responderá al cuestionario de las pruebas de resistencia y presentarán documentos, estudios y planes justificativos.

Antes del 15 de septiembre los organismos reguladores de cada país elaborarán un informe nacional que comprobará si las respuestas de los operadores de centrales nucleares son creíbles.

Antes del 31 de octubre de 2011 se realizarán revisiones íter-pares de los informes nacionales por equipos multinacionales integrados por siete personas: un representante de la Comisión Europea y seis miembros pertenecientes a los veintisiete reguladores nacionales.

Los resultados preliminares serán considerados por el Consejo Europeo en su reunión del 9 de diciembre de 2011. Las revisiones finales serán consideradas en la reunión del Consejo en junio de 2012.

4) *Requisitos exigidos a los titulares españoles por el Consejo de Seguridad Nuclear.* En línea con los requisitos europeos, los titulares españoles han recibido del CSN una Instrucción Técnica Complementaria, ITC, de fecha 11 de mayo, requiriendo la reevaluación de la seguridad de cada central de acuerdo con las pruebas de resistencia definidas en la propuesta de WENRA fechada el 21 de abril de 2011. Esta ITC es un adelanto de la decisión tomada por el Consejo Europeo el 25 de mayo. Se ha anunciado, pero aún no ha sido emitida, una nueva ITC sobre la protección física contra sabotajes y actos malintencionados, que lógicamente no puede ser pública. Los titulares españoles se han organizado con el objetivo de cumplir los requisitos de forma coordinada, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada unidad nuclear nacional.

La esencia de los nuevos requisitos se encuentra en añadir una nueva barrera de seguridad, con componentes técnicos y administrativos, a las barreras ya incorporadas en las centrales en explotación con el objetivo de hacer frente a nuevas situaciones engendradas por sucesos naturales extremos y combinación de tales sucesos y por actos de sabotaje. En los nuevos diseños ya se han integrado estas nuevas situaciones en forma de sistemas de seguridad que satisfacen su misión utilizando sistemas pasivos e incrementando la robustez de las instalaciones y la redundancia y separación de los sistemas de seguridad. En las centrales en explotación no es posible realizar todas las mejoras antes definidas; en especial, no es posible convertir sistemas activos en sistemas pasivos, pero sí es posible añadir nuevas salvaguardias, tales como el control del hidrógeno y el venteo filtrado de la contención con el fin de proteger su integridad. También es posible añadir equipos periféricos, tales como nuevos, más fiables y mejor emplazados sistemas de generación de energía eléctrica de emergencia; garantizar la disponibilidad de agua de refrigeración; y disponer de sistemas portátiles para extraer el calor de la desintegración. No hay duda de que el esfuerzo que ya está realizándose servirá para incrementar el nivel de seguridad de las centrales nucleares actuales y para construir y explotar centrales nucleares más seguras.

DESARROLLO FUTURO DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Como ya sucedió después de TMI-2 y Chernobil-4, el accidente de Fukushima-1 cancelará y retrasará la puesta en marcha de algunos de los programas nucleares ya previstos, mientras que en otros países continuarán de la forma predicha. Habrá países que seguirán promociendo la energía nuclear, mientras que otros la abandonarán completamente y habrá países –tal vez el caso más frecuente– que utilizarán las diversas tecnologías disponibles para generar energía eléctrica. En las décadas venideras cada país tendrá la ocasión, a posteriori, de verificar la validez económica, social, medioambiental y tecnológica de las decisiones que haya tomado.

Para que sean sólidas y fiables, las decisiones que se tomen ahora han de ser razonadas y cuantificadas de acuerdo con metodologías y procesos bien establecidos, la mayor parte de los cuales se basan en el *principio de la justificación*. La aplicación del principio al desarrollo nuclear de los países ha sido contemplada por el OIEA en un documento fundamental⁷. Cualquier instalación o actividad nuclear solo debe ser puesta en práctica «si sus beneficios sociales, económicos y medioambientales superan los detrimentos y riesgos que generan».

El principio se basa en la ética teleológica que contiene la sentencia «el fin justifica los medios», que se encuentra en la base del pensamiento utilitario que creó Jeremy Bentham y desarrolló con más profundidad John Stuart Mill, que consideran moral y, por tanto, aceptable todo aquello que produce «el mayor bien para el mayor número». La energía nuclear sería aceptable si demostrase que su aplicación y desarrollo producirá más beneficios que perjuicios. Esta comparación, ejecutada de acuerdo con un procedimiento formal y con participación social, ha sido ya realizada en el Reino Unido, habiéndose llegado allí con claridad a la conclusión de que el desarrollo nuclear previsto en el país producirá más beneficios económicos, sociales y medioambientales que detrimentos y riesgos.

La racionalidad del proceso no oculta dificultades inherentes en aspectos tales como la equidad en la distribución de beneficios y detrimentos, así como en la asignación del valor numérico de algunos componentes de la justificación. Por ejemplo, es posible cuantificar los riesgos, pero no es posible valorar los riesgos percibidos por la sociedad y los individuos. El ejercicio de comparación no pierde su valor si se hace de acuerdo con normas previamente establecidas y con la participación de todos los estamentos sociales interesados.

En todo proceso democrático aparecen resultados dispares, en especial en aquellos términos de carácter subjetivo, como la cuantificación del riesgo percibido. Las personas y las organizaciones dominadas por la fobia a la radiación exagerarán el riesgo percibido y concluirán, como ya lo hacen, que la energía nuclear no está justificada, cualesquiera que sean sus beneficios. Por otro lado, personas y organizaciones sociales que valoran los riesgos de las radiaciones ionizantes en su justo valor y estiman de igual forma las ventajas sociales, económicas y ambientales de la energía nuclear llegarán a conclusiones más racionales.

Aunque sin las bases formales que se esperan en un ejercicio de justificación, la mesa de diálogo convocada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y celebrada entre noviembre de 2004 y

mayo de 2005, constituyó un ejercicio razonable de justificación. La intención inicial de la mesa era establecer un programa de cierre de las centrales nucleares. La conclusión oficial del presidente de la mesa se limitó a especificar que el cierre de las centrales nucleares españolas solo podría ser llevado a cabo cuando existiese una tecnología capaz de sustituirlas.

La disponibilidad de una tecnología capaz de sustituir a la energía nuclear constituye, por tanto, la clave de las futuras decisiones. La historia demuestra que detrás de un fin se encuentra una tecnología, que solo es cambiada cuando se encuentra otra mejor. Los globos Zeppelin, sobre todo después del desastre del Hindenburg, fueron sustituidos con ventaja por los aviones de hélice y estos por los de motores a reacción. Los accidentes tecnológicos se utilizan para mejorar la tecnología, no para evitarla, si es la mejor disponible para el fin deseado.

La sustitución de las centrales eléctricas de combustible fósil por centrales nucleares resuelve el problema de las emisiones de carbono, pero crea otros nuevos. Las turbinas eólicas y la tecnología que transforma la energía solar en energía eléctrica no tienen los problemas de las anteriores, pero no garantizan el suministro estable y económico de energía eléctrica y, a gran escala, ocupan fracciones inaceptables del territorio nacional con impactos medioambientales inadmisibles. Por eso, la ilusión que originaron los primeros desarrollos nucleares –«La electricidad será tan barata que no será necesario medir el consumo», como afirmó un ministro inglés en la inauguración de la primera central nuclear de ese país– no se ha materializado, como tampoco se completará el espejismo que ahora generan las energías renovables.

Los estudios realizados por instituciones internacionales y nacionales revelan que el uranio puede sustituir con ventaja a los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica de base y que las energías renovables no son aptas para tal fin, al menos mientras no se desarrollen tecnologías de almacenamiento y distribución de la energía producida. La energía nuclear y la renovable son complementarias y conjuntamente podrían ser capaces de proporcionar con ventaja la energía eléctrica que demandan los países desarrollados. Como en otras muchas instancias tecnológicas, el accidente de Fukushima-1 habrá servido para mejorar la seguridad de las centrales del parque nacional y para poder construir nuevas centrales más seguras, fiables y económicas.

¹. Primer ministro de Japón y su Gobierno, *Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations*, Tokio, 2011.

². NEA/OECD, Ministerial Seminar on Nuclear Safety, nota de prensa, *New avenues for improving nuclear safety*, 7 de junio de 2011.

³. Yukiya Amano, *Introductory statement to the fifth review meeting of contracting parties to the Convention on Nuclear Safety*, OIEA, Viena, 4 de abril de 2011.

⁴. IAEA, *International fact finding expert mission of the nuclear accident following the great east Japan earthquake and tsunami, Preliminary Summary*, Tokio, Fukushima Dai-ichi NPP, Fukushima Dai-ni NPP y Tokai NPP, Japón, 24 de mayo-1 de junio de 2011.

- ⁵. OIEA, *Declaration by the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety*, INFCIRC/821, Viena, 20 de junio de 2011.
- ⁶. Unión Europea, *Después de Fukushima: las pruebas de resistencia de la UE empezarán el 1 de junio*, IP/11/640, Bruselas, 25 de mayo de 2011.
- ⁷. OIEA, *Principios fundamentales de seguridad*, SF-1, OIEA, Viena (2007).