

Primeras consideraciones sobre las consecuencias de Fukushima

Revisión de la seguridad de las centrales nucleares alemanas y nueva evaluación
Datos a 16 de marzo de 2011

A raíz de los accidentes en centrales nucleares japonesas ocurridos desde el 11 de marzo pasado debe evaluarse de nuevo la seguridad de las plantas nucleares también en Alemania. Este planteamiento es válido para los escenarios de Fukushima (I), los escenarios parecidos (II), así como para una nueva evaluación general de riesgos (III). La revisión de la seguridad tiene que abarcar mucho más que el simple cumplimiento de los resultados de anteriores revisiones (IV). Las revisiones y las medidas exigidas tienen que aplicarse en breve a todas las centrales y servir de *condición previa* para el uso de las cantidades de energía eléctrica adicionales producidas a raíz de la prórroga legal del plazo de funcionamiento de las centrales nucleares según los parámetros (actuales) científicos y técnicos.

La siguiente lista se basa en consideraciones preliminares a partir de los conocimientos actuales. Es posible que se vaya ampliando según el desarrollo de los acontecimientos en las centrales nucleares japonesas y los resultados provisionales de la revisión de la seguridad en las plantas alemanas.

I. Escenario de Fukushima – Conclusiones para las centrales nucleares alemanas

1. Resistencia contra terremotos y dinámica del suelo

- a) A corto plazo debe volver a calcularse la resistencia contra terremotos según los parámetros actuales científicos y técnicos mediante cargas sísmicas actualizadas. En caso necesario deberán llevarse a cabo las medidas de adecuación pertinentes.
- b) El impacto de procesos dinámicos del suelo, como por ejemplo desprendimientos de tierra, subrosión, deslizamientos de tierra y demás tipos de dislocaciones como consecuencia directa de un terremoto, debe incluirse en los nuevos cálculos de resistencia contra terremotos. En caso necesario deberán llevarse a cabo las medidas de adecuación pertinentes.
- c) Se revisarán sobre todo los componentes necesarios para el funcionamiento seguro de la planta nuclear durante y después de un terremoto en los cuatro niveles de seguridad. En caso necesario se sustituirán por otros o se reforzarán.

2. Resistencia contra inundaciones

- a) En breve plazo volverá a calcularse la resistencia contra inundaciones según los actuales parámetros científicos y técnicos y teniendo en consideración los efectos del cambio climático. En caso necesario deberán llevarse a cabo las medidas de adecuación pertinentes. En los cálculos de inundaciones también se incluirán las olas de mareas (Mar del Norte) y las grandes marejadas en aguas

colindantes que puedan ser producidas por ejemplo por terremotos o tormentas con inundaciones.

- b) Se revisarán sobre todo los componentes necesarios para el funcionamiento seguro de la planta nuclear durante y después de unas inundaciones en los cuatro niveles de seguridad. En caso necesario se sustituirán por otros o se reforzarán.

3. Otros fenómenos externos

- a) En breve volverá a revisarse la resistencia y el reglamento de funcionamiento de las centrales nucleares con respecto a otros fenómenos externos según los parámetros actuales científicos y técnicos y teniendo en consideración los efectos del cambio climático (por ejemplo, condiciones climáticas extremas, accidente de aviación, ataque cibernético, pandemia, etc.). En caso necesario deberán llevarse a cabo las medidas de adecuación pertinentes. En este caso se examinará, entre otros, si las consideraciones de resistencia (por ejemplo, contra terremotos o inundaciones) están comprendidas en el diseño de resistencia del sistema y si se han tenido suficientemente en cuenta los posibles efectos que tendría el fallo de otros sistemas y componentes (por ejemplo, sistemas auxiliares).

4. Efecto combinado de fenómenos externos

Se revisará qué combinación de fenómenos (por ejemplo, terremoto e interrupción del suministro eléctrico a gran escala) deben tenerse en cuenta para el diseño de resistencia según los parámetros actuales científicos y técnicos. En caso necesario deberán llevarse a cabo las medidas de adecuación pertinentes.

5. Medidas concretas

- a) Se revisará según los parámetros actuales científicos y técnicos la seguridad en caso de terremotos y especialmente la de las plantas de suministro eléctrico, inclusive todos los dispositivos auxiliares y de suministros necesarios para su funcionamiento.
- b) El suministro auxiliar de agua de refrigeración, técnicamente relevante en cuestiones de seguridad, tiene que revisarse con respecto a fenómenos con potencial de causa común, como por ejemplo las impurezas (heno, moluscos, medusas, etc.). Dado el caso deberán efectuarse las mejoras necesarias.
- c) Para conocer el estado de las instalaciones tienen que realizarse mediciones de sucesos notificables y de datos sobre accidentes desde la sala de control y el mando de emergencia. Asimismo tiene que garantizarse que estos datos sean transmitidos continuamente a las autoridades reguladoras (supervisión de la planificación de emergencia). Para ello se necesitan mediciones redundantes realizadas por diferentes vías en lugares distintos.
- d) Se supervisará según los parámetros actuales científicos y técnicos la instrumentación nuclear y de incidentes, para garantizar valores significativos también en el caso de incidentes que afecten toda la planta.
- e) Debe preverse un centro de mando de emergencia para cada reactor, adecuadamente protegido y diseñado para que pueda ser ocupado continuamente incluso en el caso de fugas considerables en la central.
- f) Tiene que garantizarse la autonomía en la alimentación eléctrica de emergencia durante 72 horas.

- g) Debe revisarse según los parámetros actuales científicos y técnicos la medida de emergencia para inundar la vasija del reactor (refrigeración externa de la vasija del reactor). Dado el caso deberán efectuarse las mejoras necesarias.
- h) Deben preverse medidas de reelevación desde el edificio del reactor (en los reactores de agua en ebullición) o el espacio anular (en los reactores de agua a presión) en caso de fugas en el edificio de contención.
- i) Deben tomarse medidas para minimizar los efectos de explosiones de hidrógeno en caso de incidente o accidente para que los sistemas de emergencia e incidentes permanezcan operativos.
- j) En el caso de reactores de agua en ebullición: refuerzo de las posibilidades de alimentación de la vasija del reactor además de los sistemas de alimentación adicionales (TJ y TM) en caso de aumento de la presión (>10 bar), con el fin de lograr una mayor independencia de los sistemas de baja presión.
- k) En el caso de reactores de agua a presión: refuerzo de las posibilidades de alimentación en el circuito primario mediante una bomba de vapor como las que se encuentran en los reactores de agua en ebullición, dependiente solo de la corriente piloto y no de la de potencia.

II. Escenarios parecidos

- a) Se supervisará si es posible evitar la interrupción del sistema de emergencia de refrigeración o de suministro eléctrico en caso de accidente aéreo (fortuito o a raíz de un acto terrorista).
- b) Se revisará la robustez y la duración del sistema de emergencia de refrigeración o de suministro eléctrico (generadores diesel, baterías) en caso de fallo de las infraestructuras durante un periodo de tiempo prolongado (por ej. del suministro eléctrico externo).
- c) Todos los generadores diesel deben estar protegidos por una contención adecuada.
- d) Las tuberías de refrigeración del sistema de seguridad deben estar protegidas por canalizaciones de contención accesibles.
- e) Se adecuará el sistema de emergencia y de refrigeración final en cuatro vías con una capacidad de refrigeración final del 100% cada una de ellas. Las cuatro vías muestran una diversidad de 2+2 y todas tienen que estar protegidas completamente de cualquier actuación externa y, en su caso, montadas en un espacio separado.
- f) Cada central debe ser equipada adicionalmente con un sistema de alimentación de alta presión de funcionamiento a vapor y con carga de batería similar a sistemas correspondientes en los reactores de agua en ebullición alemanes del tipo 69 y y del reactor de agua a presión de Biblis A. Estos sistemas están diseñados para afrontar la pérdida total de corriente eléctrica (Station Blackout).
- g) Para la refrigeración del depósito de combustible se necesitan, además de las dos vías de refrigeración final y de emergencia, dos vías de refrigeración adicionales con una capacidad de 2x100%, de las cuales al menos una esté protegida continua y totalmente por un sistema de contención y contra inundaciones.
- h) Los sistemas eléctricos de emergencia, que alimentan los sistemas de refrigeración de emergencia deben estar equipados continuamente con una capacidad de energía eléctrica de emergencia de 4x100%. Las cuatro vías deben estar montadas siguiendo el principio de la diversidad, es decir dos vías de 100% cada una construidas en pareja y siguiendo diferentes modelos de construcción de los componentes eléctricos de emergencia activos.
- i) Debe preverse la construcción de grupos electrógenos de emergencia móviles así como la instalación de puntos de alimentación fijos para los mismos, con el fin de poder garantizar el suministro inmediato y seguro a consumidores importantes.

- j) Todas las instalaciones deben ser equipadas en general con sistemas de emergencia adicionales. Éstos forman parte de la técnica de las centrales de tipo Konvoi y anterior. Los sistemas de emergencia a instalar tienen que ser consistentes con los sistemas de refrigeración final y de emergencia a instalar, es decir, en vez de los sistemas con una capacidad de 4x50%, como son los de las plantas Konvoi, deben instalarse sistemas diversos con una capacidad de 4x100% (2x100% + 2x100%) con componentes activos de diferente construcción. Los sistemas de emergencia deben estar protegidos por una contención.
- k) En reactores de agua en ebullición debe aumentarse el inventario de medios de refrigeración mediante depósitos de refrigeración más grandes y resistentes contra incidentes. En reactores de agua a presión debe ampliarse la capacidad de los llamados tanques de inundación.
- l) Para asegurar la tercera barrera en los reactores de agua a presión tendrá que instalarse una cámara de condensación secundaria para el apagado secundario mediante deflación por el tejado. Esta cámara de condensación debe estar provista de un inventario de agua para la deflación, como es el caso en los reactores de agua en ebullición. El inventario de agua debe poder volver a almacenarse en el generador de vapor. Para esta cámara de condensación secundaria debe instalarse un sistema de transporte de calor.
- m) El depósito de combustible deberá instalarse en el interior del recipiente de contención o estar provisto de un sistema de contención contra fugas parecido al del recipiente de contención.
- n) Debe preverse la instalación en las plantas de fuentes provistas de depósitos de boro, generadores eléctricos de emergencia y bombas, instaladas en espacios separados, resistentes contra terremotos e inundaciones y protegidas por una contención.

III. Una nueva evaluación general de riesgos

- a) Entrada en vigor inmediata del nuevo código técnico sobre centrales nucleares (*Criterios de seguridad para centrales nucleares*).
- b) Debe revisarse el criterio de fallo único, eventualmente debe contemplarse la posibilidad de que se produzcan varios fallos únicos a la vez.
- c) Debe demostrarse la capacidad de hacer frente a accidentes bases de diseño (DBA) que deben contemplarse según los parámetros actuales científicos y técnicos (Módulo 3 de los criterios de seguridad).
- d) Se aplicará en breve en todas las plantas alemanas un plan de seguridad informático efectivo, mediante el cual se garantizará que el funcionamiento seguro de las centrales no se verá afectado por ataques cibernéticos.
- e) Solo se introducirán sistemas digitales de protección del reactor en caso de que éstos sean tan seguros contra manipulaciones como los sistemas análogos utilizados actualmente.
- f) Debe excluirse la posibilidad de que la seguridad de la central nuclear se vea afectada por una avería en la red eléctrica, por ejemplo a raíz de ataques cibernéticos simultáneos a instalaciones de la infraestructura del suministro eléctrico.
- g) Se revisará si en caso de ataques cibernéticos a varias centrales a la vez pueden producirse apagados de emergencia (SCRAM) simultáneos.
- h) Para poder utilizar las cantidades adicionales de energía producidas durante la prórroga del plazo de funcionamiento de las centrales, éstas aplicarán en breve las mejoras en la seguridad basadas en la lista sobre medidas de reequipamiento de las centrales nucleares realizada por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección

de la Naturaleza y Seguridad Nuclear sin condicionar dichas mejoras a consideraciones de probabilidad (P2-Punkte).

- i) La calidad de las instalaciones y las medidas para hacer frente a los sucesos clasificados hasta ahora como sucesos poco frecuentes del nivel de seguridad de categoría 4a debe aproximarse al nivel de seguridad de categoría 3.
- j) Debe realizarse una revisión sistemática de las instalaciones y las medidas de los niveles de seguridad 4b y c en lo relativo a la calidad y eficacia según los parámetros actuales científicos y técnicos.
- k) Las pruebas de resistencia de la vasija del reactor y sus instalaciones en los reactores de agua en ebullición del tipo 69 deben realizarse siguiendo los parámetros actuales científicos y técnicos con procedimientos que contemplen todos los puntos débiles relativos al agotamiento y la fragilización mediante todos los casos de carga posibles (para cargas nucleares, enriquecimientos, estados de combustiones y vibraciones actuales). Estas pruebas deben tener en cuenta las posibilidades limitadas de revisión en lo relativo a la detección de grietas y a posibles corrosiones.
- l) Para todo el tiempo de funcionamiento previsto de la central tiene que garantizarse mediante los casos de carga posibles (accidente aéreo, terremoto, incidentes, ATWS), según los parámetros actuales científicos y técnicos, que no se produzca ninguna ruptura en cualquiera de los contenedores y conductos del sistema primario. Deberá determinarse y evaluarse continuamente el estado de dichos contenedores y conductos (agotamiento, dislocaciones, vibraciones, dilataciones).
- m) Para todos los contenedores y conductos deberán presentarse pruebas del anclaje (p. ej. clavijas) de los sistemas relevantes en cuanto a seguridad según los parámetros actuales científicos y técnicos y todas las pruebas de carga.
- n) Está prohibido activar los sistemas de refrigeración de emergencia para el mantenimiento preventivo durante el funcionamiento operativo. La activación de los sistemas de refrigeración de emergencia deberá llevarse a cabo en la revisión.

IV. Procedimientos de revisión

- a) Se creará un equipo de revisores para cada central, del cual solo formarán parte colaboradores de organizaciones de peritos que no hayan actuado en la misma central como revisores principales, es decir: otros que TÜV (inspección técnica), GRS (asociación para la seguridad de centrales y reactores nucleares), Öko-Institut, Physikerbüro y el grupo empresarial ESN, entre otros.
- b) La autoridad federal reguladora obtendrá sin limitaciones todos los documentos deseados y se dirigirá en cuestiones de mayor competencia a la Comisión de Seguridad de Reactores Nucleares (RSK).
- c) Las medidas exigidas deben aplicarse en breve en todas las centrales nucleares y son condición previa para el uso de las cantidades adicionales de energía producidas durante la prórroga del plazo de funcionamiento de las centrales.