

**ANEXO VI**

**DOCUMENTAÇÃO CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ**

340 toneladas. Esta obra supuso un aumento de la potencia energética de un 5%, ya que se recuperó la que se había perdido en el taponamiento de los tubos y mejoró la calidad del vapor de los generadores. Además, se incrementó el rendimiento de la planta al cambiar los rotores de alta y baja presión.

En marzo de 1997, la Unidad II paró su actividad unos meses para repetir los trabajos llevados a cabo durante el verano de 1996 en la Unidad I, sustituir los generadores de vapor, la tapa de la vasija del reactor, las líneas de derivación y los rotores de las turbinas. Según el plan previsto por la dirección de la central, en esta operación estaba previsto que se llevaran a cabo unas 8.000 órdenes de trabajo en tareas de mantenimiento y la realización de 94 modificaciones de diseño. El objetivo del cambio de generador de esta unidad, como se hizo al año anterior con la otra, era aumentar en un 5% la capacidad de producción energética.

El coste total del cambio de los 12 generadores de vapor ascendió a unos 120.000 millones de pesetas (unos 20 millones de euros, que se repercutieron en el recibo de la electricidad de los consumidores españoles.

Los nuevos generadores cuentan con un diseño que, supuestamente, evitaría la aparición de nuevos problemas. Sin embargo en 2009 las inspecciones realizadas en los tubos en U de los nuevos generadores de vapor de Almaraz II han vuelto a encontrar fenómenos de corrosión en los tubos de sus tres generadores de vapor. Los motivos para la corrosión son la acción combinada de las sales disueltas en el circuito primario de refrigeración y el pandeo de los largos tubos, sujetos por un sistema conocido como nido de abeja. En total fue necesario tapar el 0,3% del total de estos conductos para evitar posibles fugas de agua radiactiva. Es decir, al cabo de algunos años, será necesario volver a cambiar esas costosas piezas.

Esta grave noticia se produce cuando se va a proceder a una ampliación de potencia de las dos unidades y cuando se van a acometer las obras de construcción de las torres de refrigeración que salven el grave problema del calentamiento del agua del Tajo.

## Incidentes en Almaraz

Mostramos aquí una lista no exhaustiva de sucesos e incidentes que muestran la baja cultura de seguridad de los explotadores de la central, no siempre bien compensada por el rigor del CSN. Esta acumulación de incidentes muestra el estado de degradación de la central.

- 29 de noviembre de 1983. Contaminación química del circuito secundario de la Unidad I.
- 23 de febrero de 1984. Pieza suelta de origen y características desconocidas entre la camisa y la carcasa de un generador de vapor de la Unidad I.
- 13 de mayo de 1984. Fallo de una de las válvulas de alivio de los generadores de vapor. Sanción de 30.000 impuesta por el Ministerio de Industria, tras apertura de expediente del CSN, por acumulación de incidentes y tardanza en la comunicación.
- Septiembre de 1985. Un basurero de París se encontró tirados en la calle los planos de una de las distintas fases de la Central Nuclear de Almaraz, 15 kilos de documentos guardados en un paquete. Es un precedente de los numerosos descuidos de los propietarios de la central.

- 25 de noviembre de 1985. Escape de gases radioactivos de un tanque al interior del edificio auxiliar, y de este, a través del sistema de ventilación, al exterior. El accidente tuvo lugar durante la ejecución de una actividad para la comprobación del ajuste adecuado de una válvula de seguridad de un tanque de decaimiento de gases y afectó a dos operarios que estaban desmontando la válvula.
- Abril de 1986. Fuga de agua del circuito primario de refrigeración de la Unidad I a la contención. La avería provocaba la pérdida de diez litros a la hora de agua radiactiva a través de una fisura en uno de los tubos instalados en la brida de la vasija del reactor.
- Mayo a junio de 1986. Se llevan a cabo alivios del recinto de contención al exterior durante 140 horas en un mes sin los perceptivos controles de radioactividad, lo que suponía una gravísima negligencia.
- 5 de mayo de 1987. Extracción accidental de piezas internas de la vasija del reactor de la Unidad I, durante la maniobra rutinaria de izado de los internos superiores de la vasija, lo que es un paso previo a la descarga del núcleo del reactor. La pieza cayó al suelo. Las dosis de radioactividad recibidas por los trabajadores que participaron en esta operación no fueron significativas.
- Mayo de 1988. La Unidad II sufrió una parada no programada debido a una doble avería. Primero por un fallo exterior motivado por un error en una transmisión y por el reventón de una tubería de salvaguardia, que provocó un escape de vapor en el circuito secundario.
- Septiembre de 1990. Pérdida temporal del sistema de extracción de calor residual en el núcleo durante 46 minutos, mientras que la central se encontraba parada. El incidente se califica como Nivel 1 según la escala internacional de sucesos nucleares (INES).
- Septiembre de 1991. Escape de un metro cúbico/hora de agua contaminada en una de las piscinas de almacenamiento de combustible usado en la Unidad II. La fuga tuvo lugar durante las obras de ampliación de la capacidad de la piscina. Los trabajos consistían en sustituir los bastidores de las piscinas donde se depositaban los residuos de combustible, ya gastados, para colocar otros más pequeños e incrementar la capacidad de almacenamiento. En el tiempo transcurrido hasta su reparación, el agua radiactiva de la piscina escapó a la superficie exterior del edificio, dentro del emplazamiento.
- Diciembre de 1991. Se produce una rotura de la tubería del circuito secundario de la Unidad I, que presentaba un agujero de diez centímetros de ancho, por el que escapaba vapor de agua a alta temperatura. Según el CSN, la rotura era fruto de la erosión y corrosión que provocaba el vapor de agua. La humedad afectó a varios transformadores. La Unidad I paró de forma automática y el incidente se clasificó como Nivel 1 en la escala INES.
- Noviembre de 1994. Avería en el alternador de la Unidad I, que tuvo que parar.
- Mayo de 1995. Caída de una viga se desplomó sobre el condensador principal de la Unidad I de la central, rompiendo y dañando varios tubos del circuito secundario de refrigeración. Este incidente supuso la parada del reactor y el accionamiento del sistema de inyección de seguridad.
- 20 de julio de 1995. Un transformador conectado en la línea eléctrica explotó y se incendió. Durante la consiguiente parada se cambiaron los transformadores de intensidad de salida de grupo. El reactor se acopló a la red el día 24.

- 19 de agosto de 1995. Parada automática del reactor por un nivel muy bajo en el generador de vapor número 3 de la Unidad I, a causa del cierre de las válvulas de agua de alimentación, como consecuencia de un cortocircuito en un armario eléctrico.

- 1996. Cambio de generadores de vapor de la Unidad I.

- 7 de julio de 1996. Fuga de agua en el primario de la Unidad II. La fuga provocaba la salida de 295 l/h a través de la empaquetadura de la segunda válvula de aislamiento, superior al permitido de 227 l/h. La fuga llegó a 600 l/h. Una vez estabilizada la unidad se aisló la fuga cerrando la válvula, bajando a los límites permitidos el vertido de agua. Se selló la válvula y se dejó así hasta la próxima parada programada.

- 15 de enero de 1997. Avería en una turbina de la Unidad I.

- 15 de enero de 1997. Fallo en el interruptor del transformador principal de la Unidad II, que provocó una parada automática. Además se detectó que tres de las 48 barras de control se insertaban en el núcleo con un cierto retraso en el tramo de recorrido libre. Esta anomalía fue clasificada como nivel 1.

- 1997. Cambio de generadores de vapor de la Unidad II.

- 1998. Fuga de agua radiactiva de 3,3 l/minuto en los generadores de vapor de la Unidad I que produjo emisiones radioactivas gaseosas al exterior. El accidente fue provocado por la rotura de unos tubos de los generadores de vapor.

- Noviembre de 1998. Avería en los palpadores de las guías de las barras de control, que se mostraron ineficaces para controlar la posición de estas. Estas están motivadas por el exceso de quemado del combustible nuclear.

- 1999. Rotura de la cápsula en la que se encontraba una fuente de antimonio que provocó un aumento de los niveles de radioactividad del circuito primario y del edificio de contención de la Unidad I de la central.

- Abril-2001. Pérdida de presión en el circuito auxiliar de aceite de las turbinas.

- 2003. Uno de los dos generadores diésel de emergencia se incendió y quedó inoperable. Este hecho forzó a mantener parada la central, ya que las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) obligaban a que sus dos generadores diésel estuviesen operativos para poder entrar en funcionamiento. Poco después se supo que el generador averiado no iba a estar reparado hasta el 30 de junio.

A petición del titular de la central, y mientras se reparaba en Francia, los propietarios de la planta solicitaron un permiso especial al CSN para seguir funcionando sustituyendo el generador diésel original averiado por un grupo de seis generadores diésel portátiles de prestaciones muy inferiores. Pero la solución propuesta por la central dividió el voto de los consejeros del CSN. Unos consideraban garantizada provisionalmente la seguridad y otros entendieron que la seguridad no era total y votaron en contra o se abstuvieron. Ganaron los primeros y la central arrancó.

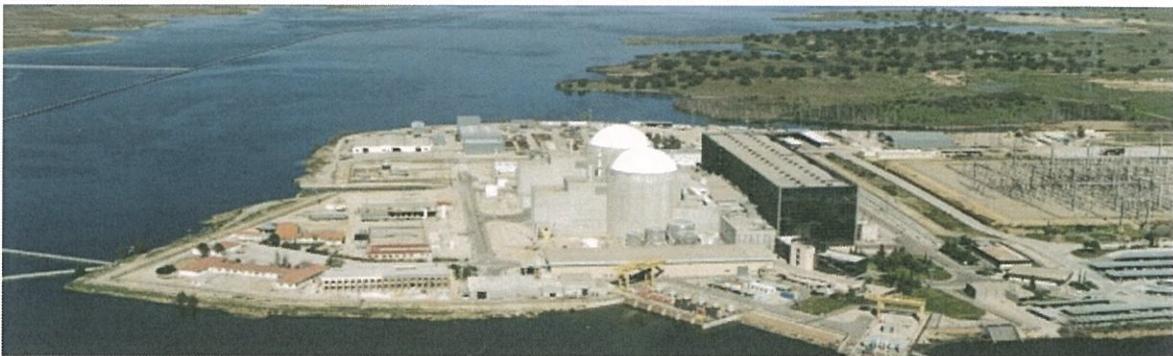
- Agosto de 2002. Fallo en la refrigeración que dio lugar a una subida de la temperatura del circuito primario en la Unidad II.

- Octubre de 2002. Caída e un rayo en la línea de alta tensión que originó la pérdida de conexión de la central, lo que dio lugar al arranque del generador diésel de emergencia para dar servicio a los equipos que habían perdido alimentación durante los cuatro minutos que duró la avería. Si este generador hubiera fallado, se habría visto la incapacidad de los 6 pequeños generadores instalados.
- Principios de 2005. Fallo de una válvula conectada al revés por error, que supuso una fuga de vapor radiactivo del circuito primario dentro de la zona de contención. Rotura de la tubería de agua de servicios esenciales.
- Agosto de 2005. Cortocircuito en el sistema de salvaguardias de la Unidad I.
- Fines de 2005. Corrosión en el circuito primario con escape al secundario.
- Mayo de 2006. Fallo en una de las dos turbobombas que mueven el agua en el circuito secundario de los generadores de vapor y que provocó la parada de la central. Es básico para la seguridad mantener este flujo de agua es, por tanto, básico para la seguridad de la central.
- Junio de 2006. Rotura de varios fusibles por un problema de cableado en la Unidad I, lo que provocó la parada automática de la turbina y de la central, mediante la actuación de los sistemas de seguridad.
- Recarga de 2006. Muerte de un trabajador durante la recarga.
- Noviembre de 2006. Nuevo fallo en la turbina: fuga de vapor en uno de los elementos de la turbina. La fuga fue debida a un poro en un pocete de recogida de condensaciones en una válvula de control de la turbina.
- Octubre de 2007. Fuga de agua radiactiva de la piscina de combustible gastado al edificio de combustible gastado durante una recarga de combustible en la Unidad II. Hubo que evacuar urgentemente a unos 100 trabajadores. también se produjo un grave incidente en la Unidad II, cuando un centenar de trabajadores de que se encontraban en el interior de la contención mientras se realiza la recarga de combustible tuvieron que ser evacuados por temor a que la avería no pudiera ser controlada a tiempo. La temperatura de la piscina de combustible gastado aumentó de forma descontrolada.
- 6 de octubre de 2007. Fallo en una válvula de seguridad del presionador, que hizo bajar la presión.
- Fin 2007. Corrosión en los nuevos generadores de vapor.
- Principios de 2008. Fallo en la bomba de circulación del agua de la piscina, vital para garantizar que la temperatura del agua se mantenga bajo control, mientras la bomba de repuesto estaba bajo mantenimiento. El resultado fue que se evaporó cierta cantidad del agua de la piscina, lo que obligó a la evacuación de todos los trabajadores que se encontraban en el recinto, unas 300 personas que en aquel momento efectuaban las operaciones de recarga, para evitar el riesgo de irradiación. La gravedad del incidente, que fue revelado por los ecologistas, fue negada al principio, pero al final la central y el CSN reconocieron que la situación que se dio en Almaraz fue peligrosa.
- Mayo de 2008. Durante una operación de llenado, se desbordó la vasija del reactor de la Unidad I, lo que provocó que el agua radiactiva invadiera el edificio de la contención, contaminándolo. El incidente se produjo por un fallo humano, ya que no se cerró el suministro de agua a tiempo.

- Finales de 2008. Este mismo año, el CSN decidió apercibir a la central "por no haber declarado inoperable una puerta de separación de dos áreas de fuego". Según la información facilitada por el CSN, entre estas dos áreas se encuentran cabinas de salvaguardias y un panel de parada remota de la Unidad II.
- Agosto de 2009. Pérdida de aceite en una válvula de la turbina de la Unidad II. Ante la imposibilidad de reparar la avería con la central en marcha se paró ésta.
- Octubre de 2009. Avería en la excitatriz del alternador de la Unidad II, que sufrió una parada no programada al sufrir una avería en la excitatriz del alternador (baja excitación) del generador principal que provocó un cortocircuito y la activación automática del sistema de seguridad. No era la primera vez que Almaraz sufría este tipo de avería. El Consejo de Seguridad Nuclear clasificó ayer este fallo en el nivel cero.
- Noviembre de 2009. Pérdida de refrigeración de la piscina de combustible gastado de la Unidad I, que se subsanó pasados 25 minutos, y que provocó un aumento de la temperatura de la piscina a 38,3 grados centígrados, aproximadamente, 3 grados por encima de la existente en la piscina antes de parar la bomba.
- Febrero de 2010. Nuevo fallo en el generador eléctrico de la Unidad I. Se detectó al descubrirse que la caseta de uno de sus componentes estaba llena de humo. Una vez detenido el reactor, se comprobó que el humo había desaparecido.
- Febrero de 2010. Anomalías en una válvula de uno de los tres nuevos generadores de vapor que se encontraba con bajo nivel de agua. El fallo era el segundo en cuatro días y se produjo durante el proceso de arranque del reactor de esta unidad, que acaba de estrenar nuevos dispositivos.
- Año 2011. Fallo en la bomba de refrigeración.
- Marzo de 2012. Se produce un transporte de un elemento combustible gastado muy radiactivo hasta Bélgica. Se siguen haciendo pruebas de quemado para aumentar el tiempo entre recargas, a pesar de la avería de los palpadores que se produjo en noviembre de 1998.
- Julio de 2012. Se descubre que los tanques de recarga no tienen el diseño sísmico que se declaró durante las pruebas de resistencia tras el accidente de Fukushima. Las mejoras impuestas por el CSN no abarcan esta pieza.
- Finales de 2012. Se produce la detención por la Policía Nacional de 55 falsos vigilantes de seguridad, algunos de ellos con antecedentes policiales y penales, que se encargaban incluso de custodiar explosivos. Esto denota el bajo control de los responsables de Almaraz sobre su personal.
- 16 de febrero de 2013. Nuevo fallo en el presionador de Almaraz II. La sobrepresión en el presionador se debe al fallo de una válvula que, a su vez, ha sido provocado por la puesta a tierra accidental de un cable que controla dicha válvula.
- 23 de febrero de 2013. Parada de la central nuclear de Almaraz I a causa del bajo nivel en el generador de vapor 3.
- Primera mitad de 2015. Se descubre la no estanqueidad de las compuertas anti-inundación de los dos reactores.

# La Central Nuclear de Almaraz. Situación Actual (2016)

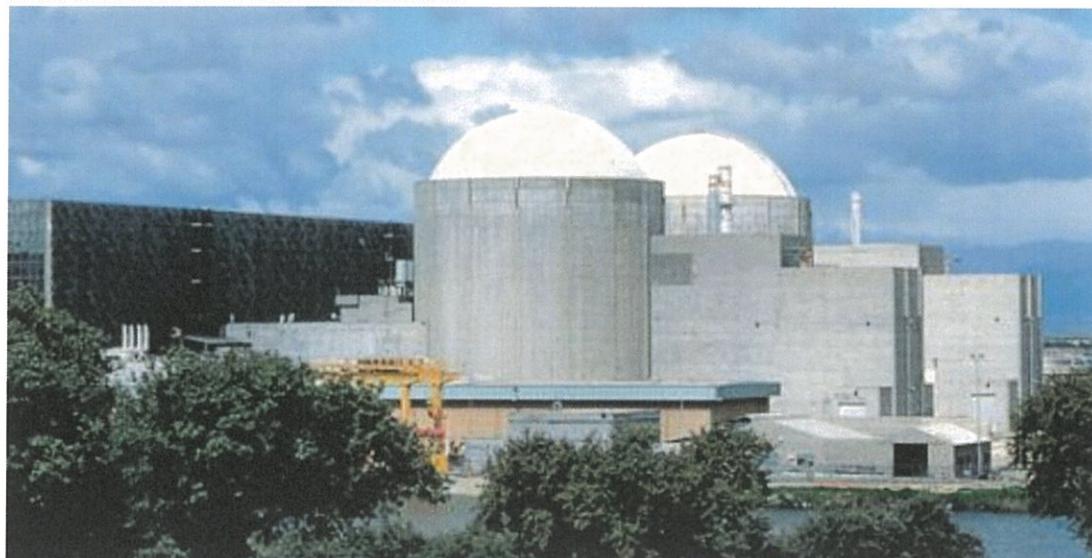
*Movimiento Ibérico Antinuclear*



# La Central Nuclear de Almaraz.

## Situación actual

*Movimiento Ibérico Antinuclear*



## La Central

La Central Nuclear de Almaraz se halla situada en el municipio de Almaraz (Cáceres), en la comarca de La Vera, a 16 km de Navalmoral de la Mata, a 68 km de Cáceres, a 180 km de Madrid y a 360 km de Lisboa. La autorización del proyecto data del 29 de octubre de 1971 y de su construcción del 2 de julio de 1973, año en el que se iniciaron los trabajos de excavación. La construcción se retrasó durante varios años debido a la lentitud en la realización de determinados trabajos y a las dificultades que se encontraron para el suministro de algunos componentes. La planta está constituida por dos reactores de agua ligera tipo PWR (agua a presión) diseñados por la multinacional Westinghouse que producen aproximadamente el 5,5% de la electricidad de España, entre 15 y 16 millones de MWh al año. Los reactores son idénticos al de Three Miles Island (Harrisbur, EEUU), que sufrió un accidente con fusión del núcleo en 1979. Estas dos unidades no comparten edificio, a excepción de la sala de control. La Unidad I, que fue inaugurada por el entonces presidente del Gobierno Leopoldo Calvo Sotelo, entró en funcionamiento en mayo de 1981 y su explotación comercial no lo hizo hasta septiembre de 1983, mientras que la Unidad II empezó a funcionar en 1983 y se conectó a la red en julio de 1984.

Fue la cuarta nuclear española en abrirse y la primera central de segunda generación de España. Las empresas explotadoras de la planta eran Hidroeléctrica Española, Compañía Sevillana de Electricidad y Unión Eléctrica. Los actuales propietarios son: Iberdrola 53%, Endesa 36% y Gas Natural Fenosa 11%.

La puesta en marcha de la Central Nuclear de Almaraz fue muy accidentada, pues los problemas técnicos surgieron muy pronto: desde sus inicios, la planta se vio marcada por una larga sucesión de incidentes, errores, paradas no programadas o recargas fuera de especificación que afectaron a elementos esenciales de su seguridad. A lo que hay que sumar las más de 4.000 modificaciones de

diseño realizadas en su vida, algunas de gran envergadura, como los cambios de generadores de vapor o de las cabezas de las vasijas de vapor de ambas unidades.

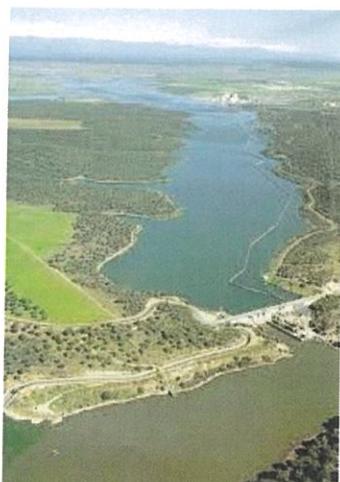
En este sentido, en uno de los primeros informes sobre Almaraz del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), organismo estatal competente en vigilar el cumplimiento de las normas relativas a la seguridad nuclear y la protección radiológica, ya hace referencia a los problemas iniciales de la central nuclear, y que fueron, principalmente, el mal diseño inicial de los asentamientos de combustible de las dos unidades con respecto a los edificios de contención, que se subsanó inyectando bentonita y cemento bajo la losa de cimentación en 1983; los defectos por vibraciones y la corrosión de los tubos de los generadores de vapor.

Durante los primeros ocho meses, el funcionamiento de la Unidad I fue discontinuo como consecuencia de la realización de pruebas nucleares previas a su puesta en explotación comercial. Se registraron 35 paradas, de las que tres fueron programadas para mantenimiento o reparación de equipos; seis correspondieron a disparos programados para pruebas nucleares y las 26 restantes, no previstas, fueron por fallos de operación, del equipo de instrumentación, de las salvaguardias, de los componentes eléctricos o por perturbaciones en la red eléctrica exterior, además del problema de las vibraciones de los generadores de vapor.

En 2010 el CSN autorizó un aumento de potencia de las dos unidades que pasan de 930 MW cada una a 1049,4 MW la unidad I y 1044 MW la unidad II, es decir, casi el 14%. En 2010 reciben también autorización para funcionar hasta el 8 de junio de 2020, fecha en que cumplirán 39 y 37 años de vida respectivamente.

Si los explotadores de Almaraz desean que funcione más allá de esta fecha, habrán de construir un cementerio de residuos radiactivos de alta actividad. Lo que se conoce como un almacén Temporal Individual (ATI). A finales de 2015 ya se han comenzado los trámites para la construcción.

## El Tajo y los Problemas con el Agua



La central nuclear se refrigera con agua del embalse de Arrocampo, en el curso del río Tajo. Este hecho convierte los problemas de Almaraz y su funcionamiento en un asunto internacional puesto que la operación de la central afecta al río, tanto en su funcionamiento normal como en un hipotético accidente, en que el agua podría hacer de vector de transmisión de la contaminación, como ya sucedió en el escape de agua radiactiva de la Junta de Energía Nuclear en 1970.

En una inspección realizada por el CSN tan tarde como finales de 1999 se descubre que el sistema de captación del embalse de Arrocampo de aguas de servicios esenciales tiene graves problemas, y que en algún supuesto podrían generar insuficiencias en la refrigeración, con el consiguiente riesgo de accidente con fusión del núcleo. Esta deficiencia se comunicó al CSN en 2001, por lo que se abrió un expediente por falta grave, recurrido por la central, que alegó que se había actuado con diligencia y que, además, se habían planteado mejoras adicionales para reducir la temperatura del agua del embalse. Sin embargo, el recurso no prosperó y el Ministerio de Economía confirmó la sanción de 540.000 euros.

Además de la degradación de la seguridad, el deficiente sistema de refrigeración del circuito terciario de Almaraz implica el sobrecalentamiento del agua. Las normas fijan la diferencia de temperatura entre el agua captada y la emitida en 3° e impiden que la central vierta agua al ecosistema con más de 30° de temperatura. Esto se incumplió repetidas veces con la consiguiente mortandad de peces (ver foto). Los efectos sobre la salud del río son evidentes, puesto que el alto calor y la acumulación de materia orgánica redundan en un aumento de la eutrofización y una menor calidad del agua.



A finales de los 90 se construyen unos irrigadores para disminuir la temperatura, que no resultaron suficientes ni desde el punto de vista de seguridad ni para evitar el impacto sobre la fauna. Finalmente, en 2009 se decide la construcción de una batería de torres de refrigeración que evita el sobrecalentamiento del río. Este paso es también clave para proceder al aumento de potencia que se produjo en 2010, reseñado anteriormente.

Además del calentamiento del agua, hay que tener en cuenta el vertido rutinario de tritio al río. El tritio es un isótopo del hidrógeno, emisor beta, con una vida media de unos 13 años que se vierte de forma controlada, considerando unos límites superiores. El problema es que, además de los dos reactores de Almaraz, el río sufre los vertidos de la central nuclear de Trillo (Guadalajara) y de algunas instalaciones radiactivas de la comunidad de Madrid. Aunque las dosis vertidas estén por debajo de los límites permitidos, hay que tener en cuenta esta contaminación y controlarla.

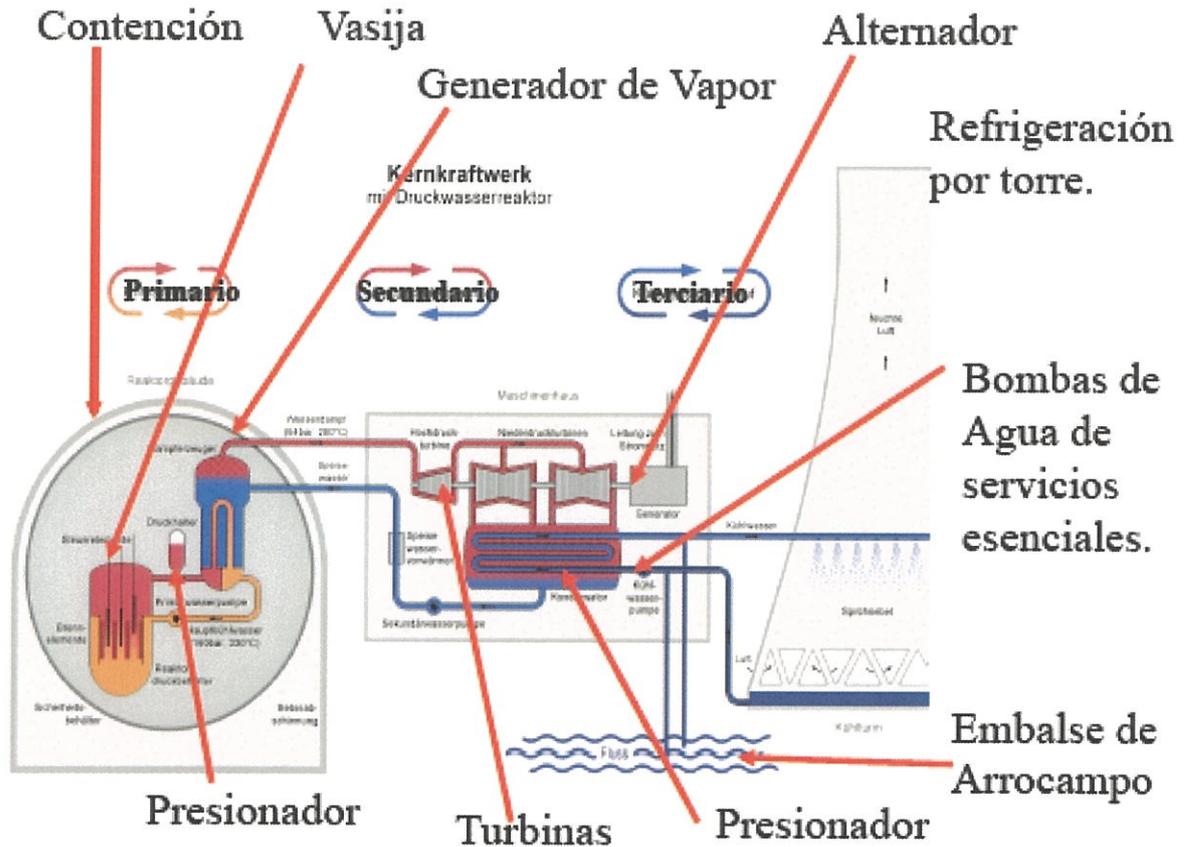
Pero, sin duda, el mayor problema en referencia al Tajo es el peligro de accidente con vertido de sustancias radiactivas al río. A continuación se reseñan los problemas de Almaraz, que aquejan su seguridad y aumentan el riesgo.

## Los generadores de vapor

Los generadores de vapor constituyen uno de los equipos principales de las nucleares de tipo PWR, son de gran tamaño (hasta 20 metros de altura y cuatro de diámetro), pesan unas 400 Tm y cada uno de ellos tiene 4.672 tubos en U, por los que pasa el refrigerante del circuito primario que viene del reactor tras extraer el calor. Cada reactor está conectado a 3 generadores. Estas piezas transfieren el calor del agua radiactiva del circuito primario al agua del circuito secundario de refrigeración, que no deberían mezclarse, y que al perder presión hierve y produce vapor de agua que mueve la turbina. Ante el deterioro de los tubos, estos se deben taponar para evitar fugas, operación que supone una reducción del caudal del circuito primario que circula por su interior y que podría obligar a disminuir la potencia de la central, por lo que finalmente es necesario cambiar los generadores.

Los primeros problemas en los generadores de vapor se detectaron el 2 de noviembre de 1981, a los siete meses de su puesta en marcha. Se decidió parar Almaraz para inspeccionarla al detectarse

importantes defectos en los generadores de vapor de la central sueca de Ringhals, similar a la de Almaraz. Tras realizar inspecciones y análisis en 1.317 tubos de la planta extremeña, se taponaron 124, afectados por las erosión. La central reanudó su actividad en diciembre, pero con la condición de que solo podía operar al 30% de su capacidad y usando como fuente de alimentación la tobera auxiliar, nunca la principal.



Paralelamente, se inició un estudio internacional para averiguar las causas que podían haber producido estas anomalías en los tubos, llegando a la conclusión que la avería había sido motivada por un defecto genérico en este modelo de generadores de vapor (Westinghouse tipo D), utilizado en centrales nucleares de España, Suecia, Brasil o Estados Unidos.

En cuando a la Unidad II, gemela de la Unidad I, siempre ha ido, en general, dos años atrasada con respecto a la Unidad I y ha tenido un funcionamiento más regular y continuo, que ha aprovechado la experiencia de la Unidad I.

En 1982 se autorizó a la Unidad I a operar al 50%, tras introducir una mejora en los generadores de vapor, pero sometida a revisiones periódicas. Westinghouse estaba estudiando las modificaciones de diseño necesarias para resolver el problema de desgaste de los tubos del generador. Tras las modificaciones, Almaraz consiguió permiso para operar al 100% de su capacidad el 20 de abril de 1983, puesto que se aseguraba que el problema quedaba definitivamente resuelto.

En cuanto a la Unidad II, en marzo de 1983, y debido a la mala experiencia de los tubos de la Unidad I, como medida preventiva, y al igual que en la Unidad I, se modificaron los tres generadores de vapor antes de que entraran en funcionamiento, a los que se incorporó un difusor que eliminaba las vibraciones de los tubos. También se acopló un complejo sistema de comprobación que permitía conocer en todo momento su correcto funcionamiento.

A principios de 1985, en la Unidad II, durante una inspección técnica, se detectó que varios tubos de los generadores de vapor presentaban signos de corrosión. Por este motivo, se taponaron 21 en ambas unidades y se pudo comprobar que las medidas aplicadas para paliar los efectos de las vibraciones no daban los resultados esperados, a pesar de las modificaciones introducidas.

Los generadores también sufrieron otra avería el 4 de junio de 1985, cuando se registró una fuga de vapor al edificio de las turbinas de la Unidad I. Dada la presión a la que circulaba el vapor se produjo una fuerte detonación.

En diciembre de 1985 se detectó una contaminación del circuito primario de la Unidad I, lo que mostraba nuevas fisuras en los tubos de los generadores de vapor. La corrosión y el desgaste habían logrado atravesar al menos uno de los tubos.

En julio de 1988 se descubrió una nueva fuga en la Unidad I debida a una nueva grieta en un tubo de los generadores de vapor provocada por la corrosión como consecuencia de deficiencias en el sistema de tratamiento del condensador. En la inspección se observó también un aumento de la corrosión bajo tensión en el lado primario, correspondiente a la zona de la placa tubular. Por este motivo, se taponaron 501 tubos, de los que 371 presentaban signos avanzados de corrosión. La fuga de agua del circuito primario al secundario fue de 3,3 litros por minutos, lo que provocó emisiones de radiactivas gaseosas al exterior, aunque según fuentes oficiales siempre de los límites marcados por las especificaciones técnicas de funcionamiento.

A lo largo de los años se siguen taponando tubos, con un límite fijado por el Consejo de Seguridad Nuclear del 18% del total. También se intentaron otros tratamientos del problema como la introducción de una especie de revestimiento de los tubos para reforzarlos. Además, los generadores de vapor fueron sometidos a tratamiento de microgranulado para invertir el sentido de la tensión que sufrían en la placa base para disminuir la corrosión. Estas fórmulas no consiguieron detener el deterioro de los generadores. En 1995, el generador de vapor nº 1 de la Unidad I de la central de Almaraz tenía 719 tubos taponados, lo que suponía un 16,82% del total. En la Unidad II se había producido el taponado de 448 tubos (95 tubos en el generador de vapor nº 1; 206 en el nº 2 y 147 en el nº 3). En estos momentos, el número de tubos taponados entre los tres generadores es de 1.721, es decir, un 12,27% de los 14.022 tubos existentes en total".

Durante el mes de julio de 1996 se realizaron los trabajos para cambiar los tres generadores de vapor de la Unidad I por otros nuevos. Los trabajos se llevaron a cabo por la empresa pública ENSA. Además fue necesario el cambio de los sistemas de medida de temperatura para las fugas ocurridas en el sistema; los rotores de las turbinas para acabar con la corrosión bajo tensión de los rotores; y de la tapa de la vasija del reactor, en prevención de futuros problemas de corrosión en las penetraciones. Era uno de los trabajos más importantes acometidos en la central nuclear de Almaraz desde su puesta en marcha. Las labores duraron unos tres meses con un presupuesto de 50.000 millones de pesetas. La operación, que fue calificada de alta ingeniería, también incluía la recarga de combustible. En las labores participaron 1.700 personas. Una de las mayores complicaciones técnicas que se afrontaron fue abrir el muro del edificio de contención con un diámetro de 6x6 metros y la movilización de piezas muy grandes, como los generadores de vapor, con un peso de

# **Fukushima** **el accidente y sus secuelas**





Francisco Castejón

Ecologistas en Acción  
Marqués de Leganés 12 - 28004 Madrid  
Telefono: +34-91-531 27 39  
<http://www.ecologistasenaccion.org/energia>

Ecologistas en Acción agradece la reproducción de este informe siempre que se cite la fuente

Este informe se puede consultar y descargar en  
<http://www.ecologistasenaccion.org/article11311.html>

Marzo 2016

# Introducción

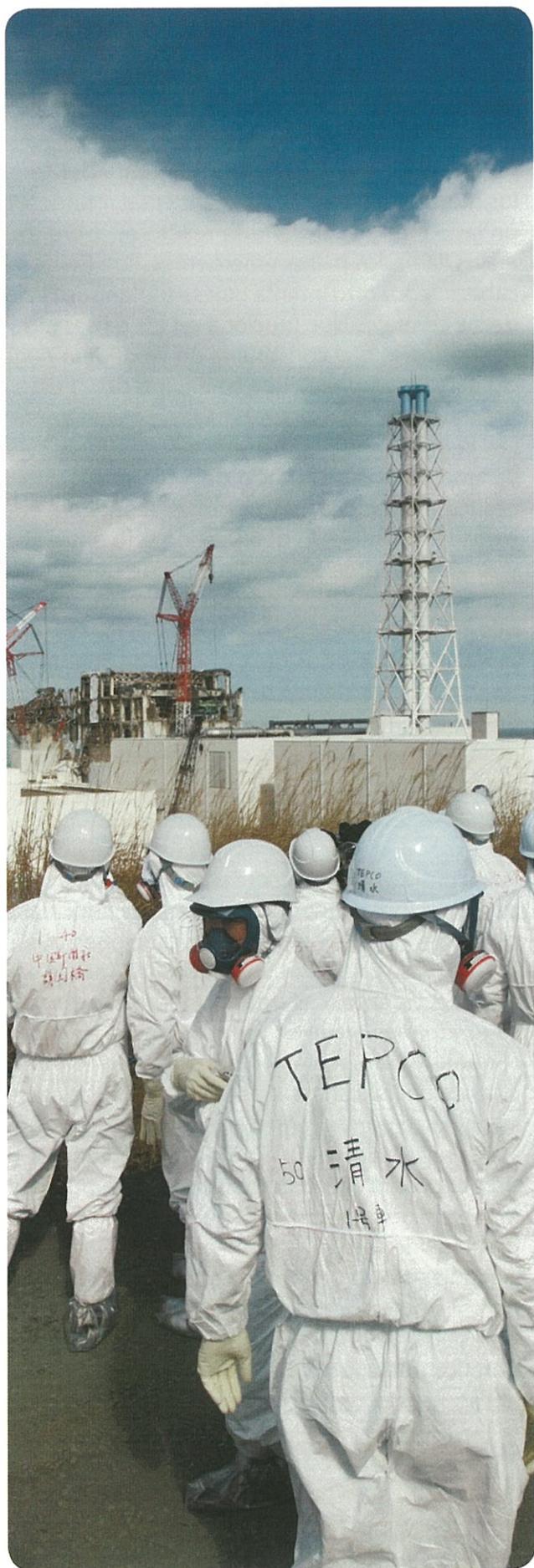
*El 11 de marzo de 2011 se produjo el accidente nuclear en la central de Fukushima (Japón)*

El 11 de marzo de 2011 se produjo el accidente nuclear en la central de Fukushima (Japón) en un momento en que se estaba produciendo una verdadera ofensiva de la industria nuclear para intentar revertir su declive. En efecto, esta industria se encuentra en crisis e intenta por todos los medios mejorar su situación en el mundo. Por un lado intenta vender más reactores sobre todo en los llamados países emergentes, con China a la cabeza, y por otro intenta que se prolongue la vida de las centrales que funciona en los países industrializados, lo que constituiría un verdadero negocio para las empresas que las explotan.

Las centrales que han cumplido más años están ya amortizadas y el precio del kWh producido se reduce a los gastos de personal, mantenimiento y del combustible, lo que supone solo entre el 25 y el 30% del precio total. En caso de un mercado eléctrico marginalista como el español, significa que estamos pagando ese kWh a varias veces lo que le cuesta producirlo, teniendo en cuenta que las centrales nucleares se libran de cubrir muchas de sus externalidades. Además, las centrales envejecidas se ven obligadas a reparaciones constantes, lo que supone una demanda importante para empresas tecnológicas y de bienes de equipo.

Fukushima volvió a recordar al mundo algo que parecía haber olvidado: que la energía nuclear es peligrosa. Que por muchas precauciones que se tomen no se puede prever todo y finalmente ocurre un accidente. Y el de Fukushima puede ser el segundo más grave de toda la historia en cuanto al número de víctimas, tras el de Chernóbil. El accidente de Fukushima tiene dos particularidades: se produce por un fenómeno externo a la central y en un país que es una potencia tecnológica de primer orden. Lo primero muestra una nueva dimensión de la seguridad nuclear: es imposible prever todo lo que pueda llegar a ocurrir en las cercanías de las centrales. Lo segundo es revelador: ni siquiera un país como Japón puede evitar un accidente como este ni vencer los enormes desafíos que supone la contaminación radiactiva del agua y del territorio.

En este informe describiremos el accidente de Fukushima, sus consecuencias y la situación actual. Pondremos especial atención en las lecciones que cabe sacar de este accidente.



## Descripción del accidente

*El 11 de marzo de 2011 se registró un terremoto de grado 9 en la escala de Richter que afectó a la costa Este japonesa y que castigó sobre todo a la prefectura de Fukushima.*

**E**l 11 de marzo de 2011 se registró un terremoto de grado 9 en la escala de Richter que afectó a la costa Este japonesa y castigó sobre todo a la prefectura de Fukushima. Aproximadamente una hora después del terremoto se produjo un tsunami que terminó por completar la tragedia. Los efectos del terremoto y del tsunami se vieron agravados por los daños que sufrieron varios reactores nucleares, especialmente los del emplazamiento de Fukushima I. Además de los reactores de esta central, el terremoto y el tsunami afectaron a 12 de los 50 reactores japoneses. En particular, los cuatro reactores de la central de Fukushima II, sufrieron también daños importantes.

Todos los reactores de Fukushima son de agua en ebullición y el número 1 es idéntico al de la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos), incluso empezó a funcionar en 1971, el mismo año que Garoña, mientras que el número 3 es muy similar a la de Cofrentes (Valencia). Este tipo de centrales tiene unas características que las hacen especialmente vulnerables a sucesos externos como el que nos ocupa. En ellas el vapor radiactivo del circuito primario sale del edificio del reactor, de hormigón, y llega a las turbinas, que están situadas en un edificio civil ordinario. Además, las barras de control, verdaderos frenos de la central, se insertan desde la parte de abajo de la vasija, por lo que es imprescindible que el accionador neumático funcione, puesto que las barras no podrán caer solas por gravedad.

Cuando se produjo el terremoto, funcionaban los reactores números 1, 2 y 3 mientras que el número 4 estaba en recarga, y los números 5 y 6 en mantenimiento. Obviamente, si hubieran estado los seis reactores en funcionamiento, el accidente habría sido mucho más grave. Durante el terremoto, cuando los sensores detectaron el temblor, los reactores pararon automáticamente mediante la inserción de las barras de control. Sin embargo, no salieron indemnes, en contra de lo que la industria nuclear ha proclamado, puesto que investigaciones realizadas tras el accidente han revelado que muchos de los sistemas de emergencia fueron dañados por el temblor de tierra. Entre el terremoto y el tsunami pasó una hora que aprovecharon los operadores para penetrar en las contenciones de los reactores y detectaron vapor radiactivo, lo que era una prueba de la ro-

tura de alguna tubería de refrigeración.

El tsunami que siguió al sismo destrozó los edificios auxiliares y dejó inservible el circuito primario de refrigeración y los sistemas de emergencia de alimentación y de refrigeración. En estas circunstancias, no había forma de extraer el calor de los reactores 1, 2, 3. El calor era muy alto por la radiactividad del combustible y era, por tanto, imprescindible enfriarlo por cualquier medio para intentar que el núcleo no se fundiera y el combustible nuclear no acabara por salir al exterior. Se usó un sistema que permite extraer el calor de los reactores durante 20 minutos bombeando agua del toro de expansión, pero fue insuficiente. Por ello se decidió rociar los reactores con grandes cantidades de agua de mar. Pero esto se hizo unas 20 horas después del terremoto, demasiado tarde porque los reactores ya sufrían fusión parcial. La decisión de rociar los reactores con agua salada equivalía a condenarlos a muerte, por eso los responsables de Tokio Electric Power Company (TEPCO), propietaria de la central, tardaron tanto en tomar esta decisión.

La temperatura de los reactores siguió aumentando hasta más de 2000 grados, por la falta de refrigeración. A esta temperatura se produce hidrógeno a partir del agua. Este gas, que es muy explosivo, salió de la contención primaria y se acumuló en los edificios de los reactores. Allí reaccionó con el oxígeno y se produjeron las tres grandes explosiones que lanzaron materiales hasta unos 100 m de altura. Esto provocó los primeros escapes de radiactividad al medio.

En estos reactores hay cuatro barreras que separan el combustible nuclear de la biosfera. De dentro a fuera son las vainas de los elementos combustibles, la vasija del reactor, la contención primaria, de hormigón, y el edificio del reactor, también de hormigón. Las explosiones habían destruido la última barrera en los tres casos y las vainas estaban también fundidas. Solo quedaba confiar en la integridad de las contenciones. Durante el accidente se produce una fuga radiactiva masiva de sustancias ligeras como el yodo-131, de 8 días de tiempo de semidesintegración, o el cesio-137 cuyo periodo de semidesintegración es de 30 años, o el tritio con periodo de 13 años. Pero la situación podría haber empeorado mucho



si se hubiera escapado masivamente el combustible gastado, que contiene sustancias como el plutonio que son radiactivas durante decenas de miles de años. De hecho, la contención del reactor número 2 se rompió y se produjo la fuga de plutonio en las cercanías de la central.

Para evaluar la gravedad del accidente es imprescindible, entre otras cosas, calcular la cantidad de radiactividad que se escapó y en forma de qué radioisótopos. En un principio se afirmó que la radiactividad fugada alcanzó aproximadamente el 20 % de la que escapó en el accidente de Chernóbil, pero cálculos posteriores la elevaban al 40 %. Se trataría de unos 36 Peta Bq (Peta = mil billones), de los cuales el 80 % se verterían al mar y el 20 % a tierra.

Los reactores 1, 2, y 3 se estuvieron refrigerando con agua salada durante 11 meses, durante los cuales se reconoció que la situación no estaba controlada, ni mucho menos. Así pues la central estuvo expuesta a nuevos terremotos hasta la primavera de 2012. Y esto a pesar de que muchos expertos, incluida la propia TEPCO, decían tras el accidente que los reactores iban a estar bajo control en unos días.

Un problema adicional lo constituyeron las piscinas de residuos de alta actividad, situadas en la parte de arriba de los edificios de los reactores. El combustible gastado debe estar cubierto permanentemente con agua para ser refrigerado y para que la capa de agua sirva de blindaje frente a la radiactividad. El fallo de la alimentación eléctrica que se produjo tras el tsunami provocó que se evaporara el agua de las piscinas de los reactores 3 y 4 dejando al descubierto los productos muy radiactivos. Estos se calientan y se podrían haber llegado a fundir, por lo que fue necesario verter agua de mar constantemente. Por otra parte, al quedar desnudos estos productos, se emitió mucha radiactividad al medio. En la piscina del reactor 4 se registró un incendio de uranio. Este es un material pirofórico que arde en contacto con el oxígeno a alta temperatura.

Por si esto fuera poco, se desveló al mes del accidente la existencia de una piscina de combustible gastado común para todos los reactores, lo que se había mantenido en secreto. Esto introducía un riesgo nuevo en el control del accidente.

# La nube radiactiva y la contaminación

*El 20 % de las emisiones radiactivas se extendieron hacia el NO de Fukushima debido a los vientos dominantes.*

**E**l 20 % de las emisiones radiactivas se extendieron hacia el NO de Fukushima debido a los vientos dominantes. Las emisiones radiactivas contaminaron el agua, la leche y los alimentos a más de 40 kilómetros de la central.

La nube radiactiva llegó a Tokio, situado al SO y a una distancia de 250 kilómetros, donde se registraron 8 veces las dosis normales de radiactividad ambiental y se contaminaron 5 depuradoras de agua. Afortunadamente, los niveles no pasaron de ahí, porque la ciudad de Tokio y su área metropolitana son, puesto que tienen 36 millones de habitantes, por lo que resultaría imposible de evacuar. Además se ha detectado plutonio en los alrededores de la central y estroncio a distancias de unos 40 km. La nube de productos más ligeros viajó miles de km y se llegó a detectar en España.

La gestión del accidente resultó simplemente desastrosa en parte por las condiciones del territorio, en que no funcionaban las comunicaciones ni los servicios básicos. Las órdenes de evacuación fueron "caóticas", según pone de manifiesto un informe elaborado por el Parlamento japonés. Si esto no se hubiera sido así, las dosis radiactivas recibidas por la población habrían sido más bajas.

La zona de exclusión inicialmente llegó a 20 kilómetros en torno a la central. Además, se recomendó a la gente que no saliera de casa hasta un radio de 30 km. Pero el penacho radiactivo, impulsado por los vientos pronto llegó más allá de los 40 km, lo que obligó a las autoridades a evacuar a un total de 146.520 residentes.

Sin embargo las órdenes de evacuación fueron revisadas de forma compulsiva y nada planificada, según el citado informe del Parlamento japonés: en un día se pasó primero de un radio de 3 km a uno de 10 y enseguida a un radio de 20 km, en lugar de estimar la velocidad del viento y actuar de forma decidida desde el principio.

La contaminación pronto superó los 20 km y mucha gente se acogió en centros ya contaminados. En el proceso de evacuación murieron 60