



# Informe Preliminar

sobre las pruebas de resistencia  
en las  
centrales nucleares españolas



# ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Método de trabajo .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Datos generales de las instalaciones y resultados de los APS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Informes de progreso de los titulares y evaluación del CSN.....</b>	<b>37</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>100</b>

Este informe preliminar, realizado por las direcciones técnicas del Consejo de Seguridad Nuclear, contiene la evaluación de los informes preliminares presentado por los titulares de las centrales nucleares españolas.

El contenido del documento debe considerarse preliminar y el informe definitivo será objeto de aprobación por el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear, conforme a los plazos establecidos para su remisión antes del 31 de diciembre de 2011.



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Pruebas de resistencia adoptadas en el contexto europeo

Tras el accidente ocurrido el 11 de marzo de 2011 en la central nuclear japonesa de Fukushima, cada uno de los países europeos fueron tomando acciones para verificar las medidas de seguridad de sus centrales, pero muy rápidamente se planteó el abordar una respuesta coordinada, dentro de la Unión Europea, para asegurar que todas las centrales nucleares de estos países eran suficientemente robustas para afrontar situaciones semejantes a las ocurridas en Fukushima.

El Consejo Europeo celebrado el 24 de marzo de 2011 acordó la realización de un plan para someter a todas las centrales nucleares europeas a un conjunto homogéneo de “pruebas de resistencia” que permitieran valorar su capacidad para soportar situaciones más allá de sus Bases de Diseño e identificar los márgenes de seguridad existentes frente a dichas bases, así como las potenciales medidas que se podrían implantar para mejorar su seguridad.

En una reunión celebrada en Bruselas el 15 de abril, con participación de la UE, los organismos reguladores de los países de la UE y representantes de la industria, se acordó que ENSREG con el soporte técnico de WENRA prepararan una propuesta que desarrollara el contenido técnico de las pruebas de resistencia y definiera el método para llevarlas a cabo.

La propuesta preparada por WENRA, fue aprobada por ENSREG en su reunión de 12 de mayo y remitida a la Unión Europea, siendo finalmente aprobada por la Comisión el 25 de mayo y presentada posteriormente al Consejo Europeo celebrado el 10 de junio.

El CSN ha participado de forma activa, y a varios niveles, en la discusión y elaboración de estos documentos, tanto en el marco de WENRA como en el de ENSREG.

El documento finalmente aprobado a nivel de la Unión Europea define las Pruebas de Resistencia de las centrales nucleares como una reevaluación complementaria de los márgenes de seguridad de estas instalaciones a la luz de los eventos sucedidos en Fukushima. Es decir, considerando fenómenos naturales extremos que podrían poner en peligro las funciones de seguridad y que, eventualmente, pudieran llevar a una situación de accidente con daño al combustible (accidente severo).

Tal y como se recoge en dicho documento estos análisis deben ser realizados para cada emplazamiento por los propios titulares de las instalaciones. La revisión de los análisis deberá ser realizada de modo totalmente independiente por los correspondientes organismos reguladores de cada país, que consolidarán sus resultados en un informe nacional. Finalmente, todo el proceso será sometido a una revisión entre todos los organismos reguladores (Peer Review), con participación de la UE. Los resultados de estas revisiones serán publicados y discutidos en seminarios públicos tanto a nivel nacional como internacional, a los cuales serán invitadas las partes interesadas (stakeholders) de diferentes ámbitos, como los organismos reguladores, los titulares de las instalaciones y otros representantes de la industria, organizaciones no gubernamentales, etc..

En sintonía con los objetivos fijados por el Consejo Europeo, el documento recoge el siguiente calendario: Los Informe de progreso de los titulares deberá ser presentado al organismo regulador de cada país el 15 de agosto y el informe final conteniendo los análisis realizados y las propuestas de mejora identificadas a lo largo del proceso, el 31 de octubre. Los organismos reguladores deberán remitir el 15 de septiembre el informe nacional de progreso, y el 31 de diciembre el informe final, con el resumen de los análisis y conclusiones de los titulares y la evaluación del regulador. Finalmente, las revisiones entre pares (Peer Reviews) se realizarán entre enero y abril de 2012.

## 1.2 Acciones desarrolladas en España

A raíz del citado accidente, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) inició de modo inmediato el acopio de toda la información disponible acerca de la evolución del mismo con dos objetivos: analizar posibles lecciones aprendidas del accidente e informar a la opinión pública española.

Las centrales nucleares españolas pusieron en marcha un conjunto de verificaciones y revisiones para asegurar que todas las medidas existentes para hacer frente a sucesos dentro y fuera de la base de diseño estaban operables, de acuerdo con las recomendaciones de WANO (World Association of Nuclear Operators). El día 25 de marzo, el CSN envió una carta a los titulares de las centrales nucleares para requerir medidas complementarias a las puestas en marcha inicialmente.

El 25 de mayo, el CSN aprobó y remitió a todas las centrales nucleares unas Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) a las Autorizaciones de Explotación, en las que se les requiere la realización de las pruebas de resistencia acordadas en el contexto de la Unión Europea. El informe con los resultados debe incluir una propuesta de detalle de las medidas previstas y su correspondiente programación.

Adicionalmente, y de acuerdo con el alcance propuesto a nivel europeo, el CSN emitió una ITC similar al titular de la central nuclear José Cabrera, actualmente en proceso de desmantelamiento, que mantiene en su emplazamiento un almacenamiento temporal de combustible gastado. El contenido de esta ITC es una adaptación del programa general de pruebas de resistencia a las especificidades y riesgos de la central en cuestión.

Finalmente, y aunque fuera del marco fijado a nivel europeo, el CSN también ha emitido al titular de la Fábrica de combustible nuclear existente en España, una ITC requiriendo la realización de pruebas específicas adaptadas a su diseño.

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

Este informe se ha elaborado con el objeto de documentar la evaluación realizada hasta el momento por el CSN de la información presentada por los titulares de las centrales nucleares españolas en sus informes preliminares (*Progress Report*) relativos a la realización de las denominadas “Pruebas de Resistencia” establecidas a nivel europeo. Estas pruebas consisten esencialmente en una reevaluación de los márgenes de seguridad de las centrales nucleares a la luz de los eventos sucedidos en la central nuclear japonesa de Fukushima el 11 de marzo de 2011.

Este primer informe elaborado por el Consejo de Seguridad Nuclear y los presentados por los titulares (“*Progress Report*”) tienen un carácter preliminar, ya que no ha sido posible finalizar todos los análisis y revisiones en el tiempo disponible. Sin embargo, el enfoque general seguido ha consistido en tratar de cubrir todos los aspectos que se debían analizar, identificando aquellos que aún están pendientes. De esta manera se han podido anticipar ya gran parte de las fortalezas de las centrales españolas frente a los escenarios analizados e identificar mejoras a implantar para reforzar la capacidad de respuesta. En cualquier caso, las conclusiones de estos informes deberán ser confirmadas en los informes finales.

De acuerdo con lo requerido, los titulares debían analizar para cada emplazamiento las capacidades actuales de la instalación para hacer frente a los siguientes sucesos:

- Sucesos de origen externo: terremotos, inundaciones y otros sucesos naturales.
- Pérdida de las funciones de seguridad, por pérdida de los diferentes escalones de suministro de energía eléctrica y del sumidero final de calor.
- Gestión de accidentes severos en el núcleo del Reactor y accidentes con pérdida de inventario y/o refrigeración en las Piscina de Combustible Gastado.

En caso de que en el emplazamiento exista algún otro tipo de almacenamiento de combustible gastado, se debe analizar su robustez frente a los sucesos externos y pérdida de funciones mencionados.

Con objeto de armonizar los análisis a realizar por las centrales españolas y establecer el contenido de los informes a elaborar, durante los meses de junio y julio se han mantenido diversas reuniones de coordinación entre el CSN y los titulares, así como reuniones internas de éstos últimos, en las que se han abordado aspectos técnicos relacionados con el alcance y el método de realización de los análisis requeridos. Así mismo, se han celebrado dos reuniones conjuntas con los titulares de las centrales y el operador de la red eléctrica española (REE) para revisar las actuaciones y protocolos relativos a la fiabilidad de la red y la capacidad de recuperación de suministro eléctrico en los escenarios previstos en las pruebas de resistencia.

A continuación se describen los aspectos metodológicos seguidos tanto por los titulares como por el CSN en la elaboración de sus respectivos informes preliminares.

### ***Proceso seguido por los titulares***

Los análisis de los titulares se están llevando a cabo siguiendo el siguiente esquema:

- Verificación del cumplimiento de la instalación con las bases de diseño en los aspectos que entran en el alcance de las pruebas de resistencia, valorando la adecuación de dichas bases de diseño a la luz de los conocimientos técnicos actualmente disponibles.
- Evaluación de la respuesta de cada instalación a un conjunto de situaciones extremas, más allá de sus bases de diseño, tratando de valorar los márgenes de seguridad disponibles, de identificar aquellas situaciones límite (*cliff edge*) que pudieran desencadenar secuencias accidentales extremas y el comportamiento esperado de la instalación.
- Verificar la existencia de medidas preventivas y mitigadoras adecuadas y, en caso necesario, proponer la incorporación de mejoras apropiadas a las situaciones identificadas.

Para cada uno de los sucesos propuestos se están analizando las capacidades actuales de cada planta para hacer frente a los mismos, tanto en el diseño como en la organización y se trata de identificar la autonomía (rangos de tiempo disponibles) para hacer frente a la pérdida de las funciones de seguridad y los medios necesarios para evitar que un accidente grave llegue a tener consecuencias inaceptables para la población.

Estas evaluaciones se están abordando siguiendo la filosofía de defensa en profundidad, propuesta en el documento de ENSREG, para el conjunto de situaciones que se proponen en dicho documento, asumiendo, bajo un enfoque determinista, la pérdida secuencial de las líneas de defensa existentes, independientemente de su probabilidad de ocurrencia.

El objetivo final planteado por los titulares en sus informes es confirmar el grado de robustez de las plantas frente a las situaciones propuestas, así como la idoneidad de las medidas existentes de gestión de accidentes y, finalmente, identificar las potenciales mejoras aplicables, tanto de equipos (fijos y portátiles) como organizativas: procedimientos, recursos humanos, organización de respuesta en emergencias y uso de recursos externos.

La documentación utilizada para la realización de estos análisis ha sido la incluida en el Estudio de Seguridad de la central, las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, el Plan de Emergencia Interior, los procedimientos de operación, incluyendo los procedimientos de operación de emergencia, las guías de accidentes severos, los análisis probabilistas de seguridad y otra documentación de proyecto, así como estudios específicos realizados expresamente para estas pruebas de resistencia.

Los titulares han realizado también comprobaciones específicas en planta, e inspecciones y pruebas para verificar las capacidades reflejadas en sus informes.

## ***Proceso seguido por el CSN***

El CSN es un organismo regulador que cuenta con su propio cuerpo técnico. Las evaluaciones de las pruebas de resistencia presentadas por los titulares están siendo abordadas internamente sin necesidad de recurrir a apoyos técnicos exteriores, aunque se ha contado con la colaboración puntual del operador de la red eléctrica española (REE), tal y como se ha mencionado anteriormente, y del Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas (CEDEX), organismo público de reconocida solvencia, dependiente del Ministerio de Fomento, para la evaluación de los temas relativos a inundaciones externas. En este último caso, el asesoramiento se ha centrado en los análisis presentados por los titulares sobre la capacidad resistente de las presas situadas aguas arriba, en las cuencas fluviales en las que están ubicada las instalaciones y sus consecuencias, en términos de inundación del entorno de los emplazamientos.

Para sistematizar el proceso de evaluación, el CSN ha editado una guía específica de evaluación, que detalla la metodología a aplicar, las unidades organizativas responsables de cada parte del proceso, las interacciones entre las mismas y el calendario previsto. Además, y teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo disponible, se han mantenido reuniones semanales de coordinación en las que se han ido discutiendo las conclusiones preliminares que se iban obteniendo por las diversas unidades organizativas.

La evaluación del CSN ha consistido en una revisión de la documentación presentada por los titulares, centrada en los siguientes aspectos:

- Verificación de la completitud de los análisis presentados por los titulares frente al alcance requerido, diferenciando aquellos aspectos en los que se han completado los estudios previstos y se describen las acciones de mejora, de los que están pendientes o en curso de realización. También se identifican aquellos otros que no se mencionan en los informes de los titulares y que deben ser estudiados; todo ello con el objetivo de garantizar que los informes finales de los titulares sean completos y, en la medida de lo razonable, homogéneos.
- Verificación de que los análisis se han realizado de un modo coherente y sistemático para tratar de identificar y establecer la importancia de las potenciales debilidades u oportunidades de mejora.
- Evaluación de las hipótesis y los métodos de análisis utilizados por los titulares en sus informes, comprobando la adecuación de los mismos al alcance y contenido previsto para las pruebas de resistencia.
- Verificación de que, para todos los aspectos analizados, los informes de los titulares han estudiado las posibles situaciones límite (*cliff edge*). Para esta verificación se consideran aplicables aquellas situaciones que aunque tengan una probabilidad de ocurrencia muy baja no se pueden considerar imposibles.
- Verificación de que, para todos los aspectos estudiados y de acuerdo con los resultados de los análisis, los informes analizan la conveniencia o la necesidad de reforzar las capacidades existentes, tanto de diseño como organizativas, comprobando que se aporta una justificación razonada de las conclusiones obtenidas al respecto.

- Evaluación de la viabilidad y fiabilidad de las acciones de recuperación y mitigación referenciadas en los informes de los titulares. Ello supone, cuando aplique, la posible realización de pruebas específicas y la elaboración procedimientos escritos al respecto.

La información presentada se ha contrastado con la documentación de licencia y otra información disponible en el CSN, así como con los resultados de las inspecciones previamente realizadas. Dado el calendario establecido para la realización de estos informes, no ha sido posible, hasta este momento, una revisión detallada de los nuevos cálculos de los titulares ni la realización de inspecciones específicas para la verificación de los contenidos de los informes. Estas revisiones y comprobaciones se llevarán a cabo, hasta donde sea posible, antes de la emisión del informe final.

Adicionalmente, el diseño de detalle y la implantación de las mejoras identificadas en el informe, así como otras medidas que se deriven de las lecciones del accidente de Fukushima, se llevarán a cabo dentro de una planificación a corto y medio plazo, que se seguirá estrechamente por el CSN y que requerirá la realización de nuevas inspecciones y evaluaciones.

### **3. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES Y RESULTADOS DE LOS APS**

Tal y como se resume a continuación, el parque español de centrales nucleares en operación incluye actualmente seis emplazamientos y un total de ocho unidades. Además existe un emplazamiento, de una central actualmente en proceso de desmantelamiento, que mantiene un almacenamiento temporal de combustible gastado:

Central nuclear de Trillo (KWU-3 lazos).

Central nuclear Vandellós II (Westinghouse-3 lazos).

Central nuclear de Cofrentes (GE-BWR6).

Central nuclear de Ascó (Westinghouse-3 lazos, 2 unidades).

Central nuclear de Almaraz (Westinghouse-3 lazos , 2 unidades).

Central nuclear Santa María de Garoña (GE-BWR3).

Central nuclear José Cabrera en fase de desmantelamiento (Westinghouse-1 lazo).

En este apartado se incluye una descripción general de cada una de estas instalaciones así como un resumen de los principales resultados numéricos obtenidos en los Análisis probabilistas de Seguridad realizados.

#### **3.1. Central nuclear de Trillo**

La central nuclear de Trillo es propiedad de las compañías Iberdrola Generación S.A., Gas Natural SDG, S.A., Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A. y Nuclenor, S.A.

### a. Emplazamiento

La central nuclear de Trillo está ubicada en el paraje denominado “Cerrillo Alto”, término municipal de Trillo (Guadalajara), en la margen derecha del río Tajo. El emplazamiento dista en línea recta, 93 km de Madrid, 47 km de Guadalajara y está situado al Este/Nordeste de Madrid y Guadalajara, siendo la altitud del nivel general de explanación de la central, con respecto al nivel medio del mar en Alicante, de 835,0 m. Dista aproximadamente 300 km del mar.

### b. Descripción de la unidad

En el emplazamiento funciona un único reactor de producción de energía eléctrica del tipo “Pressurized Water Reactor” (PWR) de tres lazos y cuya potencia térmica nominal es 3.027,0 MWt, correspondiente a una potencia del reactor de 3.010,0 MWt. El diseño y suministro fue efectuado por la empresa alemana Kraftwerk Union Aktiengesellschaft (KWU). En la actualidad el “suministrador principal” es la empresa francesa AREVA. La primera criticidad del reactor fue alcanzada el 14 de mayo del año 1988.

- Sistema de Refrigeración del Reactor

El Sistema de Refrigeración del reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del reactor, y tres lazos de refrigeración, cada uno con una bomba de refrigeración y un generador de vapor. Uno de los lazos incorpora, en la rama caliente, el presionador.

- Sistemas de Salvaguardias (*Engineered Safeguards*)

Los principales sistemas de salvaguardias tecnológicas son los siguientes:

- Sistema de refrigeración de emergencia del núcleo.
- Sistema de aislamiento de la contención.

Los sistemas de salvaguardias constan básicamente de cuatro trenes redundantes, de los cuales es suficiente contar con dos para llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: *Safe Shutdown Earthquake*). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) comprende un sistema de inyección de media presión (110 bar), un sistema pasivo (6 acumuladores) de inyección a media presión (25 bar) y un sistema de inyección de baja presión. Estos sistemas garantizan la integridad del combustible ante el accidente postulado de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA: *Loss of Coolant Accident*). La actuación del ECCS junto con la del sistema de aislamiento de contención, que provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la contención, garantiza además que no se superan los límites de dosis establecidos.

La fuente de agua borada para los sistemas activos de refrigeración de emergencia la constituye los cuatro Tanques de Agua de Borada (TAB), uno por cada redundancia.

Aunque no es en sentido estricto un sistema de salvaguardias, la central dispone además del sistema de Agua de Alimentación de Emergencia, con cuatro trenes dotados cada uno de un motor diesel con generador eléctrico y bomba, la cuales permiten inyectar agua a los generadores de vapor así como alimentar eléctricamente todas las cargas asociadas. El sistema dispone de fuentes independientes de agua.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La central nuclear de Trillo dispone, para el consumo interno de la central, de las siguientes vías de suministro: desde la red principal de 400 kV, que continúa disponible tras un disparo del generador gracias a la apertura del “interruptor de generación”, desde el generador principal para consumo propio (operación “en isla”) y alimentación desde la red de reserva de 220 kV en el caso de fallo de las dos vías de alimentación anteriores.

Adicionalmente a lo anterior, existe otra vía de alimentación para las redes de salvaguardia y emergencia desde una tercera red exterior de 132 kV, independiente de las alimentaciones de 400 kV y 220 kV, con capacidad para mantener y llevar la planta a condición segura.

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (*LOOP: Lost of Off-site Power*) a las redes internas de salvaguardia y emergencia se realiza mediante el arranque automático de los cuatro generadores diesel de salvaguardias. Además se dispone de procedimientos que contemplan el arranque las centrales hidráulicas de Bolarque, Buendía y Entrepeñas.

En caso de pérdida total de corriente alterna (*SBO: Station Blackout*), es decir pérdida de las fuentes exteriores y de los generadores diesel citados anteriormente, se dispone de cuatro generadores diesel de emergencia para mantener, en caso necesario, la alimentación eléctrica a los equipos relacionados con la seguridad.

Tanto los generadores diesel de salvaguardias como los de emergencia están diseñados como Categoría Sísmica I.

- Sumidero de calor

La central dispone de dos sumideros de calor: el sumidero primario está constituido por dos torres de refrigeración de tiro natural, que extrae el calor del condensador principal, y de una batería de torres de tiro forzado que permiten eliminar la carga térmica de los sistemas auxiliares durante la operación normal. El sumidero de calor alternativo (Sumidero Final de calor, UHS) está constituido por dos subsistemas, cada uno de ellos consta de: dos baterías de torres de refrigeración de tiro forzado, dos subsistemas de bombeo y distribución del agua de refrigeración y una balsa de almacenamiento de agua; cada uno de estas balsas proporciona autonomía durante 30 días. Este sumidero está diseñado como Categoría Sísmica I y, como todo el emplazamiento, se encuentra protegido de las eventuales inundaciones del río Tajo al estar situado en una cota muy por encima del nivel normal del río.

- Edificio de contención

El edificio de contención es del tipo denominado “*Large Dry Containment*” con un volumen libre cer-

cano a 60.000 m<sup>3</sup>. El edificio está formado por una esfera de acero autoportante envuelta por un edificio de hormigón armado, formando una contención doble. La losa de cimentación es de hormigón armado y dispone de una cavidad donde se aloja la vasija del reactor.

La presión y la temperatura de diseño del edificio de contención son 5,38 bar<sub>rel</sub> y 145°C. En los análisis realizados en el marco del APS Nivel 2, se ha determinado que la capacidad última del edificio de contención es de 7,55 bar<sub>rel</sub>.

- Almacenamiento de combustible gastado

La central dispone de dos almacenamientos de combustible gastado: la piscina de combustible, situada en el interior del Edificio de Contención, y un almacén temporal individualizado de contenedores de combustible gastado, localizado dentro de la zona bajo control del titular.

- Piscina de combustible gastado

Las paredes de la piscina están hechas de hormigón armado que actúa como soporte de un revestimiento de acero austenítico. La piscina tiene capacidad para almacenar 628 elementos combustibles, manteniendo la capacidad adicional para un núcleo completo (177 elementos combustibles). Los bastidores son de diseño compacto y con canales de acero borado. El diseño de la piscina, garantiza una constante de multiplicación efectiva no superior a 0,95 siempre que haya una determinada concentración de boro en el agua de la piscina que es bastante inferior a la requerida por las Especificaciones de Funcionamiento (2.550 ppm).

- Almacén temporal

El almacén temporal individualizado de contenedores de combustible gastado es propiedad de la central así como el combustible almacenado en los contenedores, siendo éstos últimos propiedad de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa). Cuando los contenedores se trasladen al futuro almacén centralizado, el combustible gastado almacenado en dichos contenedores pasará a ser propiedad de Enresa.

El almacén temporal se ha proyectado para una capacidad de 80 contenedores que se encuentran alojados en un edificio que está diseñado con Categoría Sísmica I. El diseño pasivo del contenedor y del edificio asegura, mediante convección natural, la evacuación del calor residual generado en las condiciones previstas de almacenamiento.

- Diferencias significativas de seguridad entre las unidades

No aplica.

### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de la autorización de explotación.

- APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia.
- APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación.
- APS de Nivel 1 de inundaciones internas a potencia
- APS de Nivel 1 de incendios internos a Potencia.
- APS de Nivel 2 de sucesos internos a potencia.
- APS de otros sucesos externos.
- APS de la piscina de combustible con la unidad en parada.

*APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia:* la frecuencia de daño al núcleo obtenida es  $2,51E-06$ /año, siendo los sucesos iniciadores que presentan mayor contribución los transitorios genéricos (43%), la pérdida de energía eléctrica auxiliar o LOOP, (20%) y los LOCAs (30%).

*APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenido es de  $1,43E-05$ /año, siendo los sucesos iniciadores que presentan mayor contribución la pérdida de energía eléctrica auxiliar con el sistema primario a 3/4 de lazo abierto (37,92%) y cerrado (19,48%), la rotura o fuga de RHR con cavidad llena (13,83%) y la rotura o fuga fuera de contención con SRR a 3/4 de lazo abierto (11,37%).

*APS de Nivel 1 de inundaciones internas a potencia:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas calculada es de  $1,18E-06$ /año, siendo las más significativas las inundaciones del edificio de turbina (44,18%), del anillo del edificio del reactor y en distintas zonas del edificio eléctrico, en su mayoría producidos por roturas o grietas en tuberías del Sistema de Protección contra Incendios (PCI).

*APS de Nivel 1 de incendios internos a potencia:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenida para los sucesos más significativos es: para incendios en la zona de las bombas del sistema de agua de alimentación principal en el edificio de turbina ( $2,82 E-06$ /año) en el edificio eléctrico, el principal contribuyente es la sala de reparto de cables para las cabinas de fuerza de redundancia 3 en el edificio ZE ( $1,86 E-06$ /año). Otro contribuyente importante ( $1,40E-06/a$ ) se iniciaría por combustible “transitorio” durante la ejecución de trabajos con permiso de fuego en el anillo del edificio del reactor.

*APS de Nivel 2 de sucesos internos a potencia:* los resultados globales obtenidos son de una frecuencia de grandes liberaciones tempranas de contención (FGLT) de  $1,91E-07$ /año, y de una frecuencia de emisión de volátiles al exterior mayor del 3%, en un periodo de 24 horas desde el inicio del accidente de un valor ligeramente superior. La contribución a dicha frecuencia está gobernada fundamentalmente por escenarios de rotura de tubos del generador de vapor y, en menor medida, por escenarios con presurización dinámica de la contención a corto y medio plazo, como el modo cohete y las detonaciones.

*APS de otros sucesos externos:* los resultados de este análisis indican que el único suceso que podría ser contribuyente al riesgo de la instalación es el sismo, el cual se analiza en detalle en el capítulo correspondiente de este informe.

*APS de la piscina de combustible con la unidad en parada:* el valor obtenido de la frecuencia de daño a los elementos almacenados en la piscina de combustible gastado es de  $1.60E-06$ /año. Los sucesos iniciadores más importantes son la pérdida de energía eléctrica de 400kV y 220kV (69%) y la pérdida de refrigeración en la piscina por fallos en los sistemas de evacuación de calor residual (31%).

### 3.2 Central nuclear Vandellòs II

La central nuclear Vandellòs II es propiedad de las compañías eléctricas Endesa Generación, SA (72%) e Iberdrola Generación, SAU (28%).

#### a. Emplazamiento

La central está situada en la provincia de Tarragona en la costa del mar Mediterráneo. El emplazamiento se encuentra localizado en la franja de terreno comprendida entre la Autopista AP-7 y el mar, y queda dividido en dos partes por la línea férrea de Valencia a Barcelona y por la carretera N-340.

La zona es de clima mediterráneo y participa del clima suave propio de las costas nororientales de la Península Ibérica, aunque dada su proximidad a la cuenca del río Ebro, que constituye un canal para la circulación de vientos, se ve afectada por los mismos.

Junto al emplazamiento no existen cauces de agua permanente que alcancen el mar, sino pequeños torrentes de régimen intermitente que sólo llevan agua en caso de tormentas.

#### b. Descripción de la unidad

En el emplazamiento funciona un único reactor de producción de energía eléctrica del tipo “Pressurized Water Reactor” (PWR) de tres lazos, diseño Westinghouse, de potencia térmica nominal 2.940,6 MWt.

La central efectuó la primera carga de combustible en agosto de 1987. La criticidad inicial se llevó a cabo el 13 de noviembre de 1987 y la declaración de operación comercial el 8 de marzo de 1988.

- Sistema de refrigeración del reactor

El sistema de refrigeración del reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del reactor, y tres lazos de refrigeración, cada uno con una bomba de refrigeración y un generador de vapor. Uno de los lazos incorpora, en la rama caliente, el presionador.

- Sistemas de Salvaguardias (*Engineered Safeguards*)

Los principales sistemas de salvaguardias tecnológicas son los siguientes:

- Sistema de refrigeración de emergencia del núcleo.
- Sistemas de despresurización y extracción de calor de la contención (rociado y unidades de enfriamiento).
- Sistema de aislamiento de la contención.

- Sistema de control de gases combustibles en contención.
- Sistema de agua de alimentación auxiliar.
- Sistemas de habitabilidad de la sala de control.

Todos los sistemas de salvaguardias constan de dos trenes redundantes, cada uno de los cuales es capaz de llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: *Safe Shutdown Earthquake*). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) comprende un Sistema de Inyección de Alta Presión, un Sistema Pasivo (3 acumuladores) de Inyección a Media Presión y un Sistema de Inyección de Baja Presión. Estos sistemas garantizan la integridad del combustible ante el accidente postulado de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA: *Loss of Coolant Accident*). La actuación del ECCS junto con el edificio de contención y sus sistemas de salvaguardias (Sistema de Rociado y Unidades de Refrigeración de Contención) garantizan que no se superan los límites de dosis establecidos.

La fuente de agua borada para los sistemas activos de refrigeración de emergencia la constituye el Tanque de Almacenamiento de Agua de Recarga (TAAR), cuyo inventario de agua es de 2.891 m<sup>3</sup> (Alto Nivel).

Los sistemas de salvaguardias de la contención tienen como objetivo la reducción de presión y temperatura en el edificio de contención tras la ocurrencia de los accidentes base de diseño de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA) y rotura de Línea de Vapor Principal (MSLB), evitando que se alcance la presión y temperatura de diseño del edificio, y garantizando que los valores alcanzados se reducen a menos de la mitad en un intervalo de 24 horas. Por su parte, el Sistema de Aislamiento de Contención provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la contención.

El Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar se diseña para inyectar agua a los generadores de vapor ante cualquier suceso que provoca la parada del reactor, permitiendo la extracción del calor sensible y residual del núcleo del reactor. Dispone de dos bombas accionadas eléctricamente y una turbobomba accionada por vapor. Cada una de las tres bombas por sí sola es capaz de proporcionar a los generadores de vapor, el caudal necesario para la extracción de la potencia residual del núcleo del reactor. La fuente preferente de agua para el Sistema la constituye el tanque de condensado (1.850 m<sup>3</sup>). Como alternativa se dispone del tanque de apoyo al agua de alimentación auxiliar con una capacidad de 4.540 m<sup>3</sup>.

Los sistemas de salvaguardias requieren para su operación de sistemas soporte (refrigeración/suministro de energía), diseñados también como Categoría Sísmica I.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La central dispone de tres fuentes de alimentación eléctrica exterior independientes a través de tres líneas eléctricas que suministran energía a 400 Kv, 220 Kv y 110 Kv. La alimentación de 400 Kv es la línea preferente de alimentación a los servicios auxiliares de la Central en operación normal y parada a través del Transformador de la Unidad (TAU), el cual alimenta todas las barras de 6.25 Kv clase IE y No-IE, a través de las barras de fase agrupadas, donde se conectan también las otras 2 fuentes exteriores. La red de 220 Kv alimenta al Transformador Auxiliar Exterior (TAE) y éste a las barras de 6.25 Kv clase IE y No-IE. La fuente de 110 Kv se utiliza en caso de indisponibilidad de la red de 400 Kv o de la red de 220 Kv, fundamentalmente durante las paradas de recarga.

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP: *Lost of Off-site Power*) las barras de salvaguardias se alimentan mediante su correspondiente generador diesel de emergencia de 7.200 kVA. Además, la línea de 220 kV, que proviene de la central hidráulica de Ribarroja, permitiría alimentar de modo dedicado (“configuración Isla”) a las barras normales y de salvaguardias.

En caso de pérdida total de corriente alterna (SBO: *Station Blackout*), es decir pérdida de las fuentes exteriores y de los generadores diesel citados anteriormente, se dispone de un tercer generador diesel de 2.814 kVA, el cual puede alimentar a cargadores de baterías, y la bomba de prueba hidrostática para mantener la inyección a sellos de las BRR o reponer inventario al sistema de refrigeración del reactor.

- Sumidero de calor

La central dispone de dos sumideros de calor: el sumidero primario está constituido por el mar Mediterráneo, con varios sistemas de bombeo que proporcionan agua de refrigeración para la extracción de las cargas térmicas en operación normal pero que también pueden ser utilizados en caso de accidente. El sumidero de calor alternativo (Sumidero final de Calor, UHS) está constituido por dos torres de refrigeración de tiro forzado con dos sistemas redundantes de bombeo y distribución del agua de refrigeración, y una balsa de almacenamiento de agua que proporciona autonomía durante 30 días. Este sumidero es Categoría Sísmica I y se encuentra protegido de las eventuales inundaciones marinas al estar situado al menos a más de 20 m por encima del nivel del mar.

- Edificio de contención

El edificio de contención es del tipo denominado “*Large Dry Containment*” con un volumen libre de 62.115 m<sup>3</sup>. El edificio está formado por una pared cilíndrica vertical (de 40 m de diámetro), cerrada en su parte superior por una cúpula semiesférica (63,40 m de altura interior) y está constituido por una estructura de hormigón armado, con un pretensado adicional de la pared cilíndrica y de la cúpula semiesférica mediante un sistema de tendones postesos. La losa de cimentación es de hormigón armado y dispone de una cavidad donde se aloja la vasija del reactor.

El paramento interior del edificio de contención está revestido de un liner (chapa de acero al carbono), para lograr la estanqueidad del recinto, dado que las fugas admisibles deben ser inferiores al 0,2 % del volumen del edificio por 24 horas, a la presión de pico que se alcanzaría en el peor accidente postulado.

La cavidad del reactor es de tipo “seca”, lo que significa que para lograr la entrada de agua en la misma es necesario descargar en contención un volumen de agua superior al del TAAR.

La presión y la temperatura de diseño del edificio de contención son 3,796 kg/cm<sup>2</sup> relativos (54 psig) y 148,9 °C (300 °F). En los análisis realizados en el marco del APS Nivel 2, se ha determinado que la capacidad última del edificio de contención, (presión a la que se produciría el fallo de estanqueidad) es de 8,667 kg/cm<sup>2</sup> relativos.

- Almacenamiento de combustible gastado

El combustible ya quemado se almacena bajo agua en la piscina de combustible gastado ubicada, en el Edificio de Combustible, anexo al Edificio de Contención. La estructura del Edificio, incluyendo la propia Piscina y su sistema de refrigeración, se han diseñado como Categoría Sísmica I. La piscina de combustible gastado es de hormigón, revestida de acero inoxidable, contiene agua borada, tiene una capacidad de 1.594 posiciones de almacenamiento, y las celdas están fabricadas en acero inoxidable borado.

- Diferencias significativas de seguridad entre las unidades

No aplica.

### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de licencia.

- APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia.
- APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación.
- APS de Nivel 1 de inundaciones internas a potencia.
- APS de Nivel 1 de incendios internos a potencia.
- APS de Nivel 2 de sucesos internos a potencia.

Se describen a continuación los resultados de los diferentes modelos antes mencionados.

*APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia:* la frecuencia de daño al núcleo obtenida es 7,60E-06 /año, siendo el disparo de reactor y turbina (30,84%) y la pérdida energía eléctrica exterior de 400 kV (14,68%) los principales contribuyentes al riesgo de la instalación.

*APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación:* el valor obtenido de la frecuencia de daño al núcleo (FDN) es de 3,14E-5/año, siendo las situaciones de inventario reducido de vasija (“media tobera”) las de mayor contribución al riesgo de la instalación.

*APS de Nivel 1 de inundaciones internas a potencia:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas calculada es de 5,69E-6/año, siendo las más significativas las inundaciones en el edificio de control y las producidas por roturas en el sistema de Protección Contra Incendios (PCI).

*APS de Nivel 1 de incendios internos a potencia:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a incendios internos calculada es de  $6,00E-6$ /año, siendo los más significativos los incendios en los edificios de control y auxiliar.

*APS de Nivel 2 de sucesos internos a potencia:* los resultados globales obtenidos son los siguientes:

- Frecuencia de Grandes Liberaciones Tempranas (FGLT): accidentes con emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo, en el intervalo de 12 horas tras el inicio del accidente:  $8,09E-08$ /año.
- Frecuencia de Grandes Liberaciones (FGL): accidentes que originen una emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo en el intervalo de 24 horas contado a partir del inicio del accidente:  $9,24E-08$ /año.

Los principales contribuyentes al riesgo de la instalación son las secuencias con penetración de la losa y las que implican la rotura de contención por sobrepresión.

### 3.3 Central nuclear de Cofrentes

La central nuclear de Cofrentes es propiedad al 100% de la compañía eléctrica Iberdrola Generación, S.A.U.

#### a. Emplazamiento

La central está situada en la margen derecha del río Júcar, cerca de la cola del embalse de Embarcaderos, término municipal de Cofrentes, provincia de Valencia.

Se trata de una plataforma apoyada por el Este en la cadena montañosa que cierra el Valle del Júcar y separada por el Oeste del cauce del río y de la cola del embalse por una península de casi 1 km de longitud. La altitud de la zona inmediatamente alrededor del emplazamiento es variable (Peña Lisa, Las Rochas, Loma de Serrano) pero está a más de 45 m sobre el nivel máximo del agua en el río y embalse (cota máxima 325,8 m).

El emplazamiento se encuentra a 2 km del pueblo de Cofrentes y a más de 3 km de Jalance. No existe población dispersa en los alrededores. La cota de explanación de la central se encuentra a una altitud de 372 m sobre el nivel del mar y está a unos 65 km de distancia de la costa del mar Mediterráneo.

#### b. Descripción de la unidad

En el emplazamiento funciona un único reactor de producción de energía eléctrica del tipo del tipo BWR 6 proyectado y suministrado por General Electric, cuya potencia térmica actualmente licenciada es de 3.237 MWt.

El inicio de la construcción tuvo lugar en septiembre de 1975, la primera criticidad del reactor en agosto de 1984 y la primera conexión a la red eléctrica en octubre de este mismo año, alcanzándose el 100% de potencia en el mes de enero de 1985. La central nuclear de Cofrentes comenzó su operación comercial en marzo de 1985, estando en la actualidad realizando el ciclo de operación nº 18.

- Sistema de Refrigeración del Reactor

El Sistema de Refrigeración del Reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del reactor, y dos lazos de recirculación, cada uno con una bomba de refrigeración.

- Sistemas de Salvaguardias (*Engineered Safeguards*)

- Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS).

- Sistema de rociado de la contención, que forma parte del LPCI.

- Sistema de enfriamiento de la piscina de supresión, que forma parte del LPCI.

- Sistema de aislamiento de la contención.

- Sistema de control del gases combustibles en contención.

- Sistemas de habitabilidad de la sala de control.

Todos los sistemas de salvaguardias constan de dos trenes redundantes, cada uno de los cuales es capaz de llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: Safe Shutdown Earthquake). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) está compuesto por los subsistemas de rociado del núcleo a alta presión (HPCS), de rociado del núcleo a baja presión (LPCS), de inyección a baja presión (LPCI) y de despresurización automática (ADS). La fuente de agua exterior para los sistemas de refrigeración de emergencia la constituye el tanque de almacenamiento de condensado.

Los sistemas de salvaguardias de la contención tienen como objetivo la reducción de presión y temperatura en el edificio de contención tras la ocurrencia de los accidentes base de diseño de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA) incluyendo la rotura de línea de vapor principal antes de sus válvulas de aislamiento, evitando que se alcance la presión y temperatura de diseño del edificio. Por su parte, el Sistema de Aislamiento de Contención provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la contención.

Los sistemas de salvaguardias requieren para su operación de sistemas soporte (refrigeración/suministro de energía), diseñados también como Categoría Sísmica I.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La central dispone de dos fuentes de alimentación eléctrica exterior independientes a través de las diversas líneas eléctricas que suministran energía a 400 kV y 138 kV, y que constituyen la fuente de energía preferente para el arranque y parada de la misma, así como para la alimentación de las barras normales de 6,3 kV (A1, A2, A3 y A4) y de salvaguardia (EA1 y EA2) cuando la unidad está parada.

Se dispone de un “interruptor de generación” (52G) que permite aislar al generador del resto del sistema permitiendo que en caso de disparo del grupo y alimentar los servicios eléctricos de la central desde el parque de 400 kv a través del transformador principal (T1) y transformadores auxiliares (T-A1 y T-A2).

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP: *Last of Off-site Power*) las barras de salvaguardias se alimentan mediante su correspondiente generador diesel de emergencia de 5.509 kVA. Además, se encuentra procedimentada la reposición preferente desde las centrales hidráulicas de C.H. Cofrentes, C.H. Millares II, C.H. Cortes II y C.H. La Muela, todas ellas con capacidad de arranque autónomo.

En caso de pérdida total de corriente alterna (SBO: *Station Blackout*), es decir pérdida de las fuentes exteriores y de los generadores diesel citados anteriormente, se dispone de un tercer generador diesel de 3.000 kVA, el cual alimenta a la bomba del HPCS y sus equipos auxiliares lo que permite mantener el inventario del sistema de refrigeración del reactor. Además, la central dispone de un sistema, el RCIC, dotado de una turbobomba que aspira del tanque de condensado y que también permite mantener el inventario del reactor.

- Sumidero de calor

La central dispone de dos sumideros de calor: el sumidero primario está constituido por una torre de refrigeración de tiro natural, que extrae el calor del condensador principal, y de una batería de torres de tiro forzado que permiten eliminar la carga térmica de los sistemas auxiliares durante la operación normal. El sumidero de calor alternativo (Sumidero Final de Calor, UHS) está constituido por una balsa, y tres subsistemas de bombeo y distribución del agua de refrigeración, cuyo retorno se hace a través de un conjunto de boquillas aspersoras que descargan sobre la propia balsa y que permite disipar las cargas térmicas en caso de accidente. La balsa proporciona autonomía durante 30 días. Este sumidero es Categoría Sísmica I y se encuentra protegido de las eventuales inundaciones del río Júcar al estar situado en una cota muy por encima del nivel normal del río.

- Edificio de contención

El edificio de contención es del tipo GE Mark III, con capacidad de supresión de presión, y dotado de doble contención con una estructura de acero autosustentada envuelta exteriormente por un edificio de hormigón armado.

- Almacenamiento de combustible gastado

El combustible ya quemado se almacena bajo agua en dos grandes piscinas (Piscina de Almacenamiento Este, PACE, y Piscina de Almacenamiento Oeste, PACO) situadas en el Edificio de Combustible anexo al Edificio de Contención. La estructura del Edificio, incluyendo las propias piscinas y su sistema de refrigeración, se han diseñado como Categoría Sísmica I. La Piscina de Combustible Gastado es de hormigón, revestida de acero inoxidable, tiene una capacidad de 5404 posiciones de almacenamiento tras haberse llevado a cabo dos procesos de reracking, para sustituir los bastidores originales por otros de tipo compacto.

- Diferencias significativas de seguridad entre las unidades

No aplica.

### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de licencia.

- APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia
- APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación
- APS de Nivel 1 de inundaciones internas a potencia
- APS de Nivel 1 de incendios internos a potencia
- APS de Nivel 2 de sucesos internos e inundaciones internas a potencia
- APS de la Piscina de combustible durante la parada.

*APS de Nivel 1 de sucesos internos a potencia:* la frecuencia de daño al núcleo (FDN) obtenida es  $1,186E-6$ /año, siendo los principales contribuyentes al riesgo de la instalación los transitorios “previstos” sin disparo de emergencia del reactor, ATWS (60,75%), seguidos de las secuencias de LOCA (11,04%), SBO (10,87%) y transitorios (10,56%).

*APS de Nivel 1 de sucesos internos en otros modos de operación:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenido es de:  $9.55E-7$  / año, siendo los estados de operación de planta siguientes los de mayor contribución al riesgo de la instalación:

- Reactor subcrítico con tapa de vasija colocada en Condición de Operación 4 (parada fría).
- Reactor subcrítico con temperatura inferior a  $100^{\circ}C$  y tapa de vasija colocada en Condición de Operación 4 (parada fría).
- Tapa de la vasija retirada y nivel de agua superior a 7 metros sobre la brida de la vasija. Condición de Operación 5 (recarga).

*APS de Nivel 1 de inundaciones internas:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas obtenida es de  $9,88E-07$ /año, siendo las más significativas las inundaciones producidas en el Edificio de Servicios (específicamente en la Sala de Control) por rociado de paneles situados en la zona S2-39 y en el edificio auxiliar, siendo las roturas de las tuberías del Sistema de Protección contra Incendios (PCI) en el primer caso y del sistema de Agua de Servicios Esenciales (ESW) por las que circula agua del sistema de agua de servicios de la central en operación normal los que más contribuyen al valor final de la frecuencia de daño al núcleo.

*APS de Nivel 1 de incendios internos:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a incendios internos calculada es de  $4,91E-07$ /año, siendo los más significativos los incendios en los edificios de Control, de Servicios (zonas de equipo eléctrico), Auxiliar (salas de equipo eléctrico).

*APS de Nivel 2 de sucesos internos e inundaciones internas a potencia:* los resultados globales obtenidos son los siguientes:

- Frecuencia anual de Grandes Liberaciones Tempranas (FGLT):  $1,44E-07$ /año, siendo los mayores contribuyentes: fallo de vasija y Contención y baipás del Pozo Seco (DW) tempranos, secuencias con Baipás de la Contención y fallo de vasija y de Contención y baipás del DW tempranos.
- Frecuencia anual de Grandes Liberaciones (FGL)= $2,62E-07$ /año, siendo los mayores contribuyentes: fallo de vasija con fallo temprano de contención y baipás tardío de DW y otros descritos previamente en FGLT.

la central nuclear de Cofrentes dispone de un análisis de la piscina de combustible realizado en el marco de un proyecto de I&D “Aplicación del APS a otras fuentes de material radiactivo en centrales nucleares”, el resultado de la frecuencia de daño al combustible en la piscina es  $7,62E-07$ /año y el mayor contribuyente es la descarga completa de núcleo durante las actividades de mantenimiento de una división eléctrica.

### 3.4 Central nuclear Ascó I y II

La unidad I de la central nuclear de Ascó es propiedad de la compañía eléctrica Endesa Generación, SA (100%). Por su parte, la unidad II es propiedad de las compañías eléctricas Endesa Generación, SA (85%) e Iberdrola Generación, SA (15%).

#### a. Emplazamiento

El emplazamiento en el que se ubica la central ocupa una extensión aproximada de 243 Ha y está situado en la orilla derecha del río Ebro, entre las localidades de Flix y Ascó, en la provincia de Tarragona y a 110 km de la desembocadura del río.

Los terrenos de la central están divididos en dos por la línea del ferrocarril. Entre el ferrocarril y la carretera se disponen la mayoría de las instalaciones de la central, a excepción de las estructuras de toma y descarga de agua de refrigeración, el parque de 380 kV y diversas torres de refrigeración de no seguridad.

Los terrenos circundantes son principalmente de aprovechamiento agrícola, con extensiones grandes de terreno no cultivado y la única instalación industrial destacable es una factoría electroquímica situada a unos 4 km de la central.

La población es muy reducida en las proximidades de la central. En un radio de 2 km se considera que la densidad es prácticamente nula. Hasta los 4 km de distancia, la densidad de población alcanza un valor de 130 habitantes por  $km^2$ , debido a las poblaciones de Flix, Ascó y Vinebre, pero en un radio superior a los 5 km la densidad decrece fuertemente, de modo que sobre un círculo de 40 km alcanza un valor cercano a los 26 habitantes por  $km^2$ . La población más importante dentro del radio de los 40 km, es Fraga con 14.539 habitantes.

La zona es de clima mediterráneo, con inviernos suaves y veranos algo calurosos. En el régimen de vientos dominan los húmedos y cálidos.

El río Ebro a su paso junto al emplazamiento tiene un ancho de aproximadamente 150 m, y su caudal medio durante el periodo de 68 años para el que se dispone de aforos, es de 500 m<sup>3</sup>/s. El valor mínimo inferior registrado es de 100 m<sup>3</sup>/s. El cauce del río discurre a través del fondo del valle y constituye, en más de la mitad de su longitud total (700 km), un cauce de inundación que lamina las puntas de las avenidas y las presas construidas en su cuenca aumentan este efecto. Existen tres presas importantes en el Ebro situadas a menos de 100 km aguas arriba del emplazamiento. Éstas son las presas de Flix, con un embalse de 11,4 Hm<sup>3</sup> (actualmente reducido a 6 Hm<sup>3</sup>) y situado a unos 10 km aguas arriba; la presa de Ribarroja, con un embalse de 267 Hm<sup>3</sup> y a 30 km aguas arriba y la presa de Mequinenza, con un embalse de 1.530 Hm<sup>3</sup> y 70 km aguas arriba.

#### **b. Descripción de las unidades**

En el emplazamiento funcionan dos reactores de producción de energía eléctrica del tipo “Pressurized Water Reactor” (PWR) de tres lazos, diseño Westinghouse, de potencia térmica nominal 2.940,6 MWt cada uno que presentan pequeñas diferencias, las cuales no son relevantes desde el punto de vista de la seguridad.

La unidad I alcanzó su primera criticidad el 17 de junio de 1983, y la operación comercial el 10 de diciembre de 1984. La unidad II alcanzó su criticidad inicial el 11 de septiembre de 1985, y la operación comercial el 31 de marzo de 1986.

La descripción siguiente aplica a ambas unidades:

- Sistema de Refrigeración del Reactor

El Sistema de Refrigeración del Reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del reactor, y tres lazos de refrigeración, cada uno con una Bomba de Refrigeración y un Generador de Vapor. Uno de los lazos incorpora, en la rama caliente, el Presionador.

- Sistemas de Salvaguardias (Engineered Safeguards)

Los principales sistemas de salvaguardias son los siguientes:

- Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo.
- Sistemas de Despresurización y Extracción de Calor de la Contención (Rociado y Unidades de Enfriamiento).
- Sistema de Aislamiento de la Contención.
- Sistema de Control del Gases Combustibles en Contención.
- Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar.
- Sistemas de Habitabilidad de la Sala de Control.

Todos los sistemas de salvaguardias constan de dos trenes redundantes, cada uno de los cuales es capaz de llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: *Safe Shutdown Earthquake*). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) comprende un Sistema de Inyección de Alta Presión, un Sistema Pasivo (3 acumuladores) de Inyección a Media Presión y un Sistema de Inyección de Baja Presión. Estos sistemas garantizan la integridad del combustible ante el accidente postulado de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA: Loss of Coolant Accident). La actuación del ECCS junto con el Edificio de Contención y sus sistemas de salvaguardias (Sistema de Rociado y Unidades de Refrigeración de Contención) garantizan que no se superan los límites de dosis establecidos.

La fuente de agua borada para los sistemas activos de refrigeración de emergencia la constituye el Tanque de Almacenamiento de Agua de Recarga (TAAR), cuyo inventario de agua es de 1.506 m<sup>3</sup> (Alto Nivel).

Los Sistemas de Salvaguardias de la Contención tienen como objetivo la reducción de presión y temperatura en el Edificio de Contención tras la ocurrencia de los accidentes base de diseño de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA) y rotura de Línea de Vapor Principal (MSLB), evitando que se alcance la presión y temperatura de diseño del edificio, y garantizando que los valores alcanzados se reducen a menos de la mitad en un intervalo de 24 horas. Por su parte, el Sistema de Aislamiento de Contención provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la Contención.

El Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar se diseña para inyectar agua a los Generadores de Vapor ante cualquier suceso que provoca la parada del Reactor, permitiendo la extracción del calor sensible y residual del núcleo del Reactor. Dispone de dos bombas accionadas eléctricamente y una turbobomba accionada por vapor. Cada una de las tres bombas por sí sola es capaz de proporcionar a los Generadores de Vapor, el caudal necesario para la extracción de la potencia residual del núcleo del Reactor. La fuente preferente de agua para el Sistema la constituye el Tanque de Condensado (908 m<sup>3</sup>). Como alternativa se dispone de la Balsa de Almacenamiento de Agua de Reposición a las Torres (29774 m<sup>3</sup>).

Los sistemas de salvaguardias requieren para su operación de sistemas soporte (refrigeración/suministro de energía), diseñados también como Categoría Sísmica I.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La energía eléctrica para el arranque y para cargas de emergencia se toma del parque de 110 kV, el cual está interconectado a la red exterior de 220 kV y, mediante un transformador de 200 MVA, al parque de 400 kV. La alimentación exterior para los sistemas de salvaguardias se toma desde la red de 110 kV, a través de los Transformadores Auxiliares de Arranque (TAA) de 62 MVA de los que existen 2 transformadores por cada unidad.

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP: *Lost of Off-site Power*) en una unidad las 2 barras de salvaguardias se alimentan mediante su correspondiente Generador Diesel de Emergencia de 5.625 KVA.

En caso de pérdida total de corriente alterna (SBO: Station Blackout), es decir pérdida de las fuentes exteriores y de los Generadores Diesel citados anteriormente, se dispone de un tercer Gene-

rador Diesel (compartido por ambos grupos) de 2600 KVA, el cual puede conectarse de forma manual a una de las barras de salvaguardia de cada uno de los grupos nucleares.

- Sumidero de Calor

La central dispone de dos sumideros de calor: el sumidero primario está constituido por el río Ebro, con varios sistemas de bombeo que proporcionan agua de refrigeración para la extracción de las cargas térmicas en operación normal, aunque también pueden ser utilizados en caso de emergencia. El sumidero de calor alternativo (Sumidero Final de calor, UHS) está constituido, para cada una de las dos unidades de la central, por dos torres de refrigeración, dos subsistemas redundantes de bombeo y distribución del agua de refrigeración y una balsa de almacenamiento de agua, esta última común para ambas unidades, que proporciona autonomía durante 30 días. Este sumidero es Categoría Sísmica I y se encuentra protegido de las eventuales inundaciones del río Ebro al estar situado al menos a 18 m por encima del nivel normal del río.

- Edificio de Contención

El Edificio de Contención es del tipo denominado “*Large Dry Containment*” con un volumen libre de 62.015 m<sup>3</sup>. La estructura externa del edificio está constituida por un cilindro recto vertical (de 40 m de diámetro interior y 59.060 m de altura interior) y una cúpula tórico-esférica con un anillo de refuerzo, ambos de hormigón armado con tendones para el postensado de la estructura. La losa de cimentación es de hormigón armado y dispone de una cavidad donde se aloja la vasija del Reactor.

El paramento interior del Edificio de Contención está revestido de un liner (chapa de acero al carbono), para lograr la estanqueidad del recinto, dado que las fugas admisibles deben ser inferiores al 0,2 % del volumen del recinto en 24 horas, a la presión de pico que se alcanzaría en el peor accidente postulado.

La cavidad del Reactor es de tipo “seca”, lo que significa que para lograr la entrada de agua en la misma es necesario descargar en contención un volumen de agua superior al del TAAR.

La presión y la temperatura de diseño del Edificio de Contención son 3.796 kg/cm<sup>2</sup> relativos (54 psig) y 148,9 °C (300 °F). En los análisis realizados en el marco del APS Nivel 2, se ha determinado que la capacidad última del Edificio de Contención, (presión a la que se produciría el fallo de estanqueidad) es de 7.230 kg/cm<sup>2</sup> relativos.

- Almacenamiento de Combustible Gastado

El combustible ya quemado se almacena bajo agua en la Piscina de Combustible Gastado ubicada, para cada unidad, en el Edificio de Combustible, anexo al Edificio de Contención. La estructura del Edificio, incluyendo la propia Piscina y su sistema de refrigeración, se han diseñado como Categoría Sísmica I. La Piscina de Combustible Gastado es de hormigón, revestida de acero inoxidable, contiene agua borada, tiene una capacidad de 1.421 posiciones de almacenamiento, y las celdas están fabricadas en acero inoxidable borado.

- Diferencias significativas de seguridad entre las unidades

Las dos unidades presentan pequeñas diferencias que, como ya se ha mencionado, no son relevantes desde el punto de vista de la seguridad.

### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de licencia.

- APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Sucesos en Otros Modos de Operación.
- APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas.
- APS de Nivel 1 de Incendios Internos.
- APS de Nivel 2 de Sucesos Internos a Potencia.

Se describen a continuación los resultados de los diferentes modelos antes mencionados.

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia:* la frecuencia de daño al núcleo obtenida es  $1.218E-5$ /año, siendo los principales contribuyentes al riesgo de la instalación: el disparo de reactor y turbina (25,73%), el LOCA pequeño (18,31%), la rotura de tubos de generador de vapor (12,81%) y la pérdida agua de alimentación principal (10,42%).

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos en Otros Modos de Operación:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenido es de:  $4.18E-6$  / año, siendo los sucesos de sobrepresurización y la pérdida de potencia exterior en modos de operación 4 (parada caliente) y los sucesos de sobrepresurización y LOCA pequeño en RHR en modo 5 (parada fría) los de mayor contribución al riesgo de la instalación.

*APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas calculada es de  $4.53E-6$ /año, siendo las más significativas las inundaciones en el edificio de Control.

*APS de Nivel 1 de Incendios Internos:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a incendios internos calculada es de  $9.83E-6$ /año, siendo los más significativos los incendios en los edificios de Control, de Contención y Auxiliar.

*APS de Nivel 2 de Sucesos Internos a Potencia:* los resultados globales obtenidos son los siguientes:

- Frecuencia de Grandes Liberaciones Tempranas (FGLT): accidentes con emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo, en el intervalo de 12 horas tras el inicio del accidente:  $3,30E-07$ /año.
- Frecuencia de Grandes Liberaciones (FGL): accidentes que originen una emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo en el intervalo de 24 horas contado a partir del inicio del accidente:  $2,75E-06$ /año.

Los principales contribuyentes al riesgo de la instalación son las secuencias con penetración de la losa y los LOCA de interfase (bypass de contención).

### 3.5 Central nuclear de Almaraz

La central nuclear de Almaraz es propiedad de las compañías Iberdrola Generación, S.A., Endesa Generación S.A. y Gas Natural SDG, S.A.

#### a. Emplazamiento

La central nuclear de Almaraz está localizada en la margen izquierda del embalse del arroyo Arrocampo, en el término municipal de Almaraz (Cáceres), a 16,4 km al oeste-suroeste de Navalморal de la Mata, a 68,8 Km al este-noreste de la capital, Cáceres, y a 180 km al oeste-suroeste de Madrid. La altitud de la central respecto al nivel del mar es de 258 metros.

#### b. Descripción de la unidad

En el emplazamiento funcionan dos Reactores de producción de energía eléctrica del tipo “Pressurized Water Reactor” (PWR) de tres lazos, diseño Westinghouse, de potencia térmica nominal 2956,6 (unidad I) y 2955,8 MWt (unidad II) que presentan pequeñas diferencias en su diseño, las cuales no son relevantes desde el punto de vista de la seguridad. La primera criticidad se alcanzó el 5 de Abril de 1981 en la Unidad 1 y el 19 de Septiembre de 1983 en la Unidad 2.

La descripción siguiente aplica a ambas unidades:

- Sistema de Refrigeración del Reactor

El Sistema de Refrigeración del Reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del Reactor, y tres lazos de refrigeración, cada uno con una Bomba de Refrigeración y un Generador de Vapor. Uno de los lazos incorpora, en la rama caliente, el Presionador.

- Sistemas de Salvaguardias (Engineered Safeguards)

Los principales sistemas de salvaguardias son los siguientes:

- Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo.
- Sistema de Despresurización y Extracción de Calor de la Contención (Rociado).
- Sistema de Aislamiento de la Contención.
- Sistema de Control del Gases Combustibles en Contención.
- Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar.
- Sistemas de Habitabilidad de la Sala de Control.

Todos los sistemas de salvaguardias constan de dos trenes redundantes, cada uno de los cuales es capaz de llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: *Safe Shutdown Earth-*

*quake*). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) comprende un Sistema de Inyección de Alta Presión, un Sistema Pasivo (3 acumuladores) de Inyección a Media Presión y un Sistema de Inyección de Baja Presión. Estos sistemas garantizan la integridad del combustible ante el accidente postulado de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA: Loss of Coolant Accident). La actuación del ECCS junto con los sistemas de salvaguardias de la Contención garantizan que no se superan los límites de dosis establecidos.

La fuente de agua borada para los sistemas activos de refrigeración de emergencia la constituye el Tanque de Almacenamiento de Agua de Recarga (TAAR).

Los Sistemas de Salvaguardias de la Contención tienen como objetivo la reducción de presión y temperatura en el Edificio de Contención tras la ocurrencia de los accidentes base de diseño de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA) y rotura de Línea de Vapor Principal (MSLB), evitando que se alcance la presión y temperatura de diseño del edificio, y garantizando que los valores alcanzados se reducen a menos de la mitad en un intervalo de 24 horas. Por su parte, el Sistema de Aislamiento de Contención provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la Contención.

El Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar se diseña para inyectar agua a los Generadores de Vapor ante cualquier suceso que provoca la parada del Reactor, permitiendo la extracción del calor sensible y residual del núcleo del Reactor. Dispone de dos bombas accionadas eléctricamente y una turbobomba accionada por vapor. Cada una de las tres bombas por sí sola es capaz de proporcionar a los Generadores de Vapor, el caudal necesario para la extracción de la potencia residual del núcleo del Reactor. La fuente preferente de agua para el Sistema la constituye el Tanque de Agua de Alimentación y, tras su agotamiento, se puede alinear manualmente al Tanque de Condensado, o al sistema de agua de servicios esenciales.

Los sistemas de salvaguardias requieren para su operación de sistemas soporte (refrigeración/suministro de energía), diseñados también como Categoría Sísmica I.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La energía eléctrica para el arranque y para situaciones de emergencia se toma del parque de 220 Kv, el cual está interconectado a la red exterior de 220 Kv mediante dos líneas. Un autotransformador enlaza el parque de 220 Kv con el parque de intermedia de 400 Kv del emplazamiento, al que llegan 8 líneas exteriores. La configuración del parque de 220 Kv es “en anillo” y, en el caso de producirse un defecto en cualquiera de estos circuitos, se puede aislar la línea averiada sin que ello afecte al suministro de energía a los transformadores de arranque.

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP: Lost of Off-site Power) en una unidad las 2 barras de salvaguardias se alimentan mediante su correspondiente Generador Diesel de Emergencia. Además se dispone de diversas líneas que permiten proporcionar suministro desde las centrales hidráulicas de Valdecañas, J. M. Oriol, Gabriel y Galán, Torrejón, Cedillo y Guijo.

En caso de pérdida total de corriente alterna (SBO: *Station Blackout*), es decir pérdida de las fuentes exteriores y de los 4 Generadores Diesel citados anteriormente, se dispone de un quinto Generador Diesel, el cual puede conectarse de forma manual para reemplazar a cualquiera de los otros cuatro. Este generador tiene todos sus servicios autónomos, incluyendo la refrigeración por aire y baterías, y con la misma capacidad, requisitos de diseño y cualificación que el resto de los generadores diesel de emergencia. No obstante, la central está licenciada para ser capaz de hacer frente a un SBO durante al menos 4 horas.

- Sumidero de Calor

La central dispone de dos sumideros de calor: el embalse de Arrocampo y el estanque de esenciales. El sumidero primario está constituido por el embalse de Arrocampo y dispone de varios sistemas de bombeo que proporcionan agua de refrigeración para la extracción de las cargas térmicas en operación normal, aunque también pueden ser utilizados en caso de emergencia como alternativa al UHS. El sumidero de calor alternativo (Sumidero Final de calor, UHS) está constituido por el estanque de esenciales que dispone de aspersores, y es común para ambas unidades de la central. Este sumidero es Categoría Sísmica I y se encuentra situado aproximadamente en la misma cota que el resto de edificios de la central.

- Edificio de Contención

El Edificio de Contención es del tipo denominado “Large Dry Containment” con un volumen libre cercano a 60.000 m<sup>3</sup>. La estructura externa del edificio está constituida por un cilindro recto vertical y una cúpula semiesférica ambos de hormigón armado. La losa de cimentación es de hormigón armado y dispone de una cavidad donde se aloja la vasija del Reactor.

El paramento interior del Edificio de Contención está revestido de un liner (chapa de acero al carbono), para lograr la estanqueidad del recinto, dado que las fugas admisibles deben ser inferiores al 0,1 % del volumen del recinto en 24 horas, a la presión de pico que se alcanzaría en el peor accidente postulado.

La cavidad del Reactor es de tipo “seca”, lo que significa que para lograr la entrada de agua en la misma es necesario descargar en contención un volumen de agua superior al del TAAR.

La presión y la temperatura de diseño del Edificio de Contención son 3.796 kg/cm<sup>2</sup> relativos (54 psig) y 148,9 °C (300 °F). En los análisis realizados en el marco del APS Nivel 2, se ha determinado que la capacidad última del Edificio de Contención, (presión a la que se produciría el fallo de estanqueidad) es de 8.48 kg/cm<sup>2</sup> relativos.

- Almacenamiento de Combustible Gastado

El combustible ya quemado se almacena bajo agua en la Piscina de Combustible Gastado ubicada, para cada unidad, en el Edificio de Combustible, anexo al Edificio de Contención. La estructura del Edificio, incluyendo la propia Piscina y su sistema de refrigeración, se han diseñado como Categoría Sísmica I. La Piscina de Combustible Gastado es de hormigón, revestida de acero inoxidable, contiene agua borada y tiene una capacidad de 1804 posiciones de almacenamiento.

Los bastidores de almacenamiento de combustible son de alta densidad y están diseñados para asegurar que se tenga una constante de multiplicación efectiva (Keff) igual o menor a 0,95 incluso con los bastidores totalmente llenos de elementos combustibles con la reactividad más alta estimada, con el agua de la piscina con contenidos de boro inferiores a los requeridos en las Especificaciones de Funcionamiento y con una temperatura correspondiente a la más alta reactividad.

- Diferencias significativas de seguridad entre las unidades

Las dos unidades son esencialmente iguales. Las diferencias existentes entre unidades no resultan significativas desde el punto de vista de la seguridad. Las más destacables son:

En la Unidad 1 se dispone de una conexión al sistema de agua de servicios esenciales por donde poder inyectar agua al Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar (AFW) o a la piscina de combustible gastado desde medios externos o conectando equipos existentes en la central, estando previsto realizar lo mismo en la Unidad 2 en la próxima recarga.

Unidad 2: uno de los dos Generadores Diesel de emergencia es de un diseño diferente a los otros de la y los paneles de parada remota están ubicados actualmente en salas diferentes, aunque estos paneles están siendo objeto actualmente de una importante modificación de diseño.

### **c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad**

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de licencia.

- APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Sucesos Internos en Otros Modos de Operación.
- APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Incendios internos.
- APS de Nivel 2 de sucesos internos a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Otros Sucesos Externos.
- APS de la Piscina de Combustible con la unidad en parada.

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia:* la frecuencia de daño al núcleo obtenida es  $3,11E-6$ /año, siendo los sucesos iniciadores que presentan mayor contribución los transitorios genéricos (26,70%), los LOCAs pequeños (16,24%) y la Pérdida del Sistema de Agua de Refrigeración de Componentes (14,99%).

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos en Otros Modos de Operación:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenido es de  $2,52E-06$ /año, siendo los sucesos iniciadores que presentan mayor contribución las Pérdidas del Sistema de Evacuación de Calor Residual (RHR) por fallo de sus sistemas soporte con el RCS lleno y por causas propias o por fallos de sus sistemas soporte con RCS parcialmente

llo, la Pérdida de Energía Eléctrica Exterior con RCS lleno y con RCS parcialmente lleno, y las pérdidas de inventario del RCS en condiciones de inventario reducido. El riesgo normalizado por unidad de tiempo es ligeramente superior en los Estados Operacionales (EOPs) con el RCS parcialmente lleno o drenándose que en el resto de los estados, y significativamente menor cuando la cavidad de recarga está llena.

*APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas calculada es de  $3,66E-06$  / año, siendo las más significativas las inundaciones por roturas de líneas del Sistema de Refrigeración de Componentes (CC) y en menor medida las roturas de líneas de otros sistemas que pueden afectar a las bombas del mismo sistema anterior (CC) en la planta inferior del Edificio Auxiliar y/o a las lógicas de funcionamiento de las bombas del Sistema de Agua de Servicios Esenciales (SW).

*APS de Nivel 1 de Incendios Internos:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a incendios internos calculada es de  $1,98E-05$  / año, siendo los más significativos los incendios en la barra de salvaguardias de Tren B y en la sala de control (aunque se espera que el riesgo en esta zona disminuya de manera significativa tras la implantación de la modificación de diseño, actualmente en curso, de un Panel de Parada Alternativo) y la zona de la barra de salvaguardias de Tren A.

Como resultado del APS de Incendios la central tiene prevista la realización de una serie de modificaciones de diseño encaminadas a mejorar la respuesta de la planta ante un incendio. Con estas modificaciones y la implantación del Panel de Parada Alternativa indicada, se espera que el riesgo de la central como consecuencia de incendios disminuya de forma significativa.

*APS de Nivel 2 de Sucesos Internos a Potencia:* los resultados globales obtenidos son de una frecuencia de grandes liberaciones tempranas de contención (FGLT) de  $2,51E-07$ /año. Las categorías de liberación que más contribuyen a dicha frecuencia son las asociadas a los sucesos iniciadores de LOCAs en interfase y, en mucha menor medida, las asociadas a fallos del aislamiento de contención y los fallos tempranos de contención.

*APS de otros sucesos externos:* la frecuencia global de daño al núcleo asociada a sucesos externos, resultante de este análisis es de  $1,54E-06$ /año.

*APS de la Piscina de Combustible con la unidad en parada:* el valor obtenido de la frecuencia de daño a los elementos almacenados en la piscina de combustible gastado es de  $3,11E-08$ /año.

### 3.6 Central nuclear Santa María de Garoña

La central nuclear de SM de Garoña es propiedad de la compañía eléctrica Nuclenor S.A., empresa participada al 50% por las compañías Iberdrola Generación, SA y Endesa Generación, SA..

#### a. Emplazamiento

La central de Garoña está situada en la orilla del río Ebro, en un meandro del mismo que forma una península con una superficie aproximada de 37 Ha. Este meandro está a su vez situado en la cola del embalse de Sobrón, y próximo a los núcleos de población de Garoña y Santa María de Garoña, al Nordeste de la provincia de Burgos.

La central se encuentra a una altitud de 518 m. sobre el nivel del mar y a una distancia superior a 100 Km de la costa más próxima.

#### **b. Descripción de la unidad**

En el emplazamiento funciona un único Reactor de producción de energía eléctrica del tipo del tipo BWR 3 proyectado y suministrado por General Electric, cuya potencia térmica actualmente licenciada es de 1381 MWt.

La central alcanzó la primera criticidad del reactor el 5 de noviembre de 1970 y comenzó su operación comercial el 2 de marzo de 1971.

- Sistema de Refrigeración del Reactor

El Sistema de Refrigeración del Reactor está constituido por la vasija a presión, que alberga el núcleo del Reactor, y dos lazos de recirculación, cada uno con una Bomba de Refrigeración.

- Sistemas de Salvaguardias (*Engineered Safeguards*)

Los principales sistemas de salvaguardias tecnológicas son los siguientes:

- Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS).
- Sistema de rociado de la contención, que forma parte del LPCI.
- Sistema de enfriamiento de la piscina de supresión, que forma parte del LPCI.
- Sistema de Aislamiento de la Contención.
- Sistemas de Habitabilidad de la Sala de Control.

Todos los sistemas de salvaguardias constan de dos trenes redundantes, cada uno de los cuales es capaz de llevar a cabo la función de seguridad asignada y están diseñados como sistemas Categoría Sísmica I, que soportan las cargas del Terremoto Base de Diseño (SSE: *Safe Shutdown Earthquake*). Estos sistemas se albergan en estructuras Categoría Sísmica I, que los protegen de los sucesos externos postulados en el emplazamiento.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS) está compuesto por los subsistemas de inyección a alta presión (HPCI), de rociado del núcleo a baja presión (LPCS), de inyección a baja presión (LPCI) y de despresurización automática (ADS).

La fuente de agua exterior para los sistemas de refrigeración de emergencia la constituye el Tanque de Condensado.

Los Sistemas de Salvaguardias de la Contención tienen como objetivo la reducción de presión y temperatura en el Edificio de Contención tras la ocurrencia de los accidentes base de diseño de rotura del Sistema de Refrigeración del Reactor (LOCA) incluyendo la rotura de Línea de Vapor Principal antes de sus válvulas de aislamiento, evitando que se alcance la presión y temperatura de diseño del edificio. Por su parte, el Sistema de Aislamiento de Contención provoca el cierre de todas las líneas de transporte de fluidos que atraviesan la Contención.

Los sistemas de salvaguardias requieren para su operación de sistemas soporte (refrigeración/suministro de energía), diseñados también como Categoría Sísmica I.

- Sistemas de alimentación eléctrica

La central dispone de 3 fuentes de alimentación eléctrica exterior independientes a través de las diversas líneas eléctricas que suministran energía a 400 Kv, a 220 KV y a 138 Kv, y que constituyen la fuente de energía preferente para el arranque y parada de la misma, así como para la alimentación de las barras normales y de salvaguardia cuando la unidad está parada.

Ante pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP: *Lost of Off-site Power*) las barras de salvaguardias se alimentan mediante su correspondiente Generador Diesel de Emergencia de 2100 KW de potencia nominal cada uno. Además, se encuentra procedimentada la reposición preferente desde las centrales hidráulicas de C.H. Sobrón, C.H. Trespaderne y C.H. Quintana.

En caso de pérdida total de corriente alterna (SBO: Station Blackout), dispone del subsistema del ECCS-HPCI dotado de turbobomba que aspira del Tanque de Condensado y que, permite mantener el inventario del reactor, y de un Condensador de Aislamiento, dotado de diversidad en sus sistemas de reposición, que permite extraer el calor residual del núcleo sin pérdida de inventario.

- Sumidero de Calor

El sumidero de calor de la central es el río Ebro que, mediante diversos sistemas de bombeo y distribución de agua, permiten extraer el calor del condensador principal, y de las cargas auxiliares durante la operación normal y del calor residual y cargas auxiliares en caso de accidente. Está garantizada la capacidad de refrigeración del río durante 30 días, incluso en el caso de rotura de la presa del embalse de Sobrón, situada aguas debajo de la central. Los sistemas de emergencia que aspiran del río son de Categoría Sísmica I y se encuentran protegidos de las eventuales inundaciones del río Ebro al estar situados en un cubículo de hormigón cuyo objetivo es protegerlo de subidas del nivel del agua.

- Edificio de Contención

La Contención es del tipo GE Mark I, dotada de doble contención y con capacidad de supresión de presión, siendo su presión de diseño  $4,36 \text{ Kg/cm}^2_{\text{rel}}$ . La contención primaria se encuentra inertizada con gas Nitrógeno durante la operación a potencia y consta de dos volúmenes separados: el Pozo Seco, es una vasija de acero, rodeada por una estructura de hormigón armado, y el Pozo Húmedo, que alberga la piscina de supresión, y que está constituido por un recinto toroidal de acero al carbono.

- Almacenamiento de Combustible Gastado

El combustible gastado de la central se almacena en una piscina situada dentro del Edificio del Reactor (Contención Secundaria) a una altura tal que es posible comunicarla directamente con la cavidad de recarga una vez que ésta se inunda. La estructura del Edificio, incluyendo las propias piscinas y su sistema de refrigeración, se han diseñado como Categoría Sísmica I. La Piscina de Combustible Gastado es de hormigón, revestida de acero inoxidable; su capacidad de almacenamiento de combustible gastado se vio incrementada tras el racking realizado en 1997.

- Diferencias significativas de seguridad entre las Unidades

No aplica.

### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

De acuerdo con los requisitos establecidos por el CSN, la central dispone de los modelos de APS que se indican a continuación. Estos modelos se actualizan periódicamente y, en particular, lo han sido recientemente dentro del proceso de renovación de licencia.

- APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia.
- APS de Nivel 2 de sucesos internos e inundaciones internas a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Sucesos Internos en Otros Modos de Operación.
- APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Incendios Internos a Potencia.
- APS de Nivel 1 de Otros Sucesos Externos.

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos a Potencia:* la frecuencia de daño al núcleo (FDN) obtenida es  $1,61E-06$ /año. El principal contribuyente a esta frecuencia son los transitorios previstos sin disparo de emergencia del reactor (ATWS) que suponen un 50%, las pérdidas de energía eléctrica exterior (25%) y las pérdidas de agua de servicios (11%).

*APS de Nivel 2 de Sucesos Internos e inundaciones a Potencia:* los resultados globales obtenidos de la Frecuencia de Grandes Liberaciones Tempranas (FGLT): accidentes con emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo, en el intervalo de 12 horas tras el inicio del accidente es:

- Sucesos internos:  $4,93E-08$  / año.
- Inundaciones internas: menor de  $1,0E-10$  / año.

*APS de Nivel 1 de Sucesos Internos en Otros Modos de Operación:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo obtenido es de:  $7,41E-07$ /año. La mayor contribución se debe (70%) a un escenario en el que se producen roturas pequeñas en las líneas de recirculación o pérdidas de inventario por actuaciones de mantenimiento con la cavidad llena y comunicada con las piscinas de almacenamiento de combustible.

*APS de Nivel 1 de Inundaciones Internas:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a inundaciones internas calculada es de  $4,62E-07$ /año cuyo principal contribuyente son las inundaciones producidas por roturas de líneas situadas en la estructura de toma.

*APS de Nivel 1 de Incendios Internos:* el valor de la frecuencia de daño al núcleo debida a incendios internos calculada es de  $8,31E-06$ /año.

### 3.7 Central nuclear José Cabrera (en fase de desmantelamiento)

En febrero de 2010 la titularidad del emplazamiento de la central nuclear de José Cabrera, actualmente en fase de desmantelamiento, fue transferida por la compañía eléctrica Gas Natural S.A. a la Empresa Nacional de Residuos, SA (Enresa).

#### a. Emplazamiento

La Central Nuclear de José Cabrera está situada en la localidad de Almonacid de Zorita (Guadalajara), a orillas del río Tajo, siendo la cota de operación la 604 m. En el emplazamiento funcionó hasta el 30 de abril de 2006 a un Reactor de producción de energía eléctrica del tipo “Pressurized Water Reactor” (PWR) de un lazo y cuya potencia eléctrica bruta era de 160 MW.

#### b. Descripción de la instalación

La única instalación existente dentro del emplazamiento y que es objeto de las pruebas de resistencia previstas en el contexto de la Unión Europea es el almacenamiento del combustible gastado.

- Almacenamiento de Combustible Gastado

La central dispone de un único almacenamiento de combustible gastado: el Almacén Temporal Individualizado (ATI) de Contenedores de Combustible Gastado, localizado dentro de la zona bajo control del titular.

Entre enero y septiembre de 2009 la totalidad del combustible gastado existente en el emplazamiento (100,3 toneladas de metal pesado) fue transferida a un sistema de almacenamiento en seco, en doce contenedores tipo Holtec International HI-STORM 100Z. Este sistema consta de una cápsula multipropósito (MPC) interior, de cierre doble, soldado, con capacidad para hasta 32 elementos combustibles, con una potencia térmica residual en el conjunto de la MPC de hasta 30 KW.

Estas MPC están situadas dentro de un módulo exterior de blindaje, dejando un espacio anular con la cápsula para la circulación del aire de refrigeración. Este módulo consta de una virola exterior y otra interior de acero, que protegen una capa de 0,7 metros de espesor de hormigón de alta densidad. Teniendo en cuenta el enfriamiento progresivo del combustible nuclear gastado, la potencia térmica residual por contenedor a 30 de junio de 2011 varía entre 8,52 y 12,34 KW. Se trata por tanto de una instalación en la que las funciones de seguridad se aseguran de forma pasiva.

Estos contenedores están depositados en una instalación de almacenamiento temporal individualizado (ATI), situada en el emplazamiento de la central, en la cota 628 metros, que consta de una losa de diseño sísmico en la que se apoyan los contenedores, no existiendo en su cercanía otras estructuras cuyo colapso pudiera afectar a los contenedores.

#### c. Alcance y resumen de los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad

No aplica.

## 4. INFORMES DE PROGRESO DE LOS TITULARES Y EVALUACIÓN DEL CSN

El 15 de agosto de 2011 los titulares de las centrales nucleares españolas enviaron al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) sus informes preliminares en respuesta a las Instrucciones Técnicas Complementarias a las autorizaciones de explotación, emitidas por este organismo, en las que se requería la realización del programa de pruebas de resistencia acordado a nivel europeo tras los sucesos de la central nuclear de Fukushima (Japón). Estas “pruebas de resistencia” consisten en la reevaluación de los márgenes de seguridad de las centrales nucleares, a la luz de los sucesos ocurridos en dicha central. Las instalaciones a las que van dirigidas estas instrucciones son las seis centrales nucleares actualmente en operación y una central nuclear que, aunque se encuentra actualmente en fase de desmantelamiento, mantiene en su emplazamiento un almacenamiento temporal de combustible gastado (ATI).

El parque español actual de centrales nucleares en operación incluye 6 emplazamientos con un total de 8 unidades.

Es de destacar en primer lugar que los informes presentados el 15 de agosto por los titulares constituyen únicamente un estado de avance del conjunto de evaluaciones y comprobaciones que los mismos están realizando actualmente, estando previsto el envío del informe final antes del 31 de octubre de este año. A pesar de lo anterior, los informes presentados abordan ya casi todos los aspectos requeridos, lo que ha permitido identificar fortalezas y anticipar medidas a adoptar para reforzar la respuesta de las centrales frente a sucesos extremos.

De acuerdo con lo acordado a nivel europeo, el alcance de las evaluaciones de los titulares debía incluir lo siguiente:

- Sucesos naturales extremos: terremotos, inundaciones y otros sucesos naturales
- Sucesos con pérdida de las funciones de seguridad, por pérdida de los diferentes medios de suministro de energía eléctrica o del sumidero final de calor
- Gestión de accidentes severos en el núcleo del Reactor, y accidentes con pérdida de inventario y/o refrigeración en las Piscinas de Combustible Gastado.

En caso de que en el emplazamiento existiera algún otro tipo de almacenamiento de combustible gastado, se debe analizar su robustez frente a los sucesos mencionados.

### 4.1. Aspectos genéricos

En primer lugar se abordan los aspectos más destacables que los titulares han incluido en sus estudios y que son comunes a todas las instalaciones.

#### **Sucesos naturales extremos**

##### **Terremotos:**

Todas las centrales han revisado sus bases de diseño de estructuras, sistemas y componentes ante terremotos. Las conclusiones preliminares obtenidas por los titulares, y ya verificadas por la evaluación

del CSN, indican que se cumplen adecuadamente dichas bases de diseño. Adicionalmente, los titulares han revisado los datos de los terremotos ocurridos en el entorno de las centrales, desde la fecha de corte considerada en los estudios para la definición del terremoto base de diseño y hasta mayo de 2011 y han concluido que, usando la metodología aplicada en los estudios iniciales, sigue siendo válido el valor adoptado. Dados los avances habidos en los métodos de caracterización sísmica, el CSN está considerando iniciar un programa de actualización de dichos estudios, siguiendo la normativa más reciente del OIEA.

En cuanto a márgenes de seguridad frente a este tipo de sucesos, se ha partido del hecho de que ya se disponía en España de análisis IPEEE (Individual Plant Examinations for External Events) sísmicos para todas las centrales en operación y se han ampliado para asegurar un margen mayor. Los análisis IPEEE están orientados a la identificación de vulnerabilidades de las Plantas frente a sucesos externos más allá de las bases de diseño. De acuerdo con la metodología aplicada de márgenes sísmicos (de EPRI y de la NRC), se trata de determinar la capacidad sísmica de la central denominada de “alta confianza de baja probabilidad de fallo”. Para ello, ya fue establecido en su inicio un Terremoto Base de Comparación, correspondiente a una aceleración horizontal máxima del terreno de 0.3g, y, en la ampliación ya realizada por algunas centrales y que se está llevando a cabo en otras, se está verificando si las estructuras y componentes necesarios para alcanzar y mantener la parada segura son capaces de soportarlo. Además de lo anterior, también se ha verificado o se está en el proceso de verificación de si ante este suceso la central sería capaz de mantener sus funciones básicas de confinamiento, entendidas éstas como la integridad del Edificio de Contención, de su sistema de aislamiento y de la Piscina de Combustible Gastado. Algunas centrales han propuesto revisar los márgenes sísmicos de los equipos necesarios para hacer frente a una pérdida completa de alimentación eléctrica (SBO) y a accidentes severos, así como los que mantienen la refrigeración de la piscina de almacenamiento de combustible gastado. El planteamiento realizado por los titulares se considera adecuado por el CSN. Respecto a la iniciativa de ampliar los análisis de márgenes sísmicos a los equipos de SBO y accidentes severos, sería deseable que todas las centrales incluyeran estos aspectos en el informe final.

En aquellos casos en que la central se encuentra en una cuenca fluvial con presas situadas aguas arriba del emplazamiento, los titulares han realizado un análisis de la resistencia estructural de las mismas con el fin de verificar, en primer lugar, que resisten un sismo de la misma intensidad que el sismo de parada segura de la central. En todos los casos se ha comprobado que dichas presas resisten terremotos superiores a los adoptados como base de diseño sísmico en el emplazamiento de cada central. Los titulares están realizando análisis específicos para cuantificar los márgenes sísmicos disponibles en cada presa. Adicionalmente, y de manera conservadora se han realizado análisis de rotura de presas por causa sísmica y una evaluación de la propagación de la avenida que podría causar la rotura hasta alcanzar el emplazamiento de la central nuclear, con el fin de determinar la cota máxima de inundación creíble en la central por esta causa y el tiempo que tardaría en llegar el pico máximo de caudal. El CSN está actualmente evaluando estos estudios, para lo que cuenta con el apoyo específico de un centro de ámbito nacional de reconocida solvencia en los análisis de presas.

En cuanto a posibles efectos inducidos internamente por un terremoto (inundaciones e incendios), los informes de los titulares incluyen un análisis preliminar de estos fenómenos que deberá ser completado en su informe final.

## **Inundaciones**

Todas las centrales han revisado la base de diseño de la instalación ante inundaciones provocadas por sucesos naturales externos. Las conclusiones preliminares obtenidas por los titulares, y verificadas por la evaluación del CSN, indican que se cumplen adecuadamente dichas bases. Adicionalmente los titulares han valorado su adecuación al estado del conocimiento actual acerca de estos fenómenos, concluyendo que la magnitud de la inundación base de diseño elegida (DBF, Design Bases Flooding) sigue siendo válida.

Además de los análisis de inundaciones por rotura de presas que se abordan en el apartado anterior, los análisis contemplan inundaciones producidas por precipitaciones locales intensas, avenidas en ríos y barrancos, maremotos, oleaje y sobreelevación del nivel del mar, aguas subterráneas, etc. En ellos se analiza el máximo suceso esperado y los márgenes resultantes, estableciéndose diversas propuestas de mejora.

## **Otros sucesos naturales**

Los análisis realizados por los titulares son de tipo probabilista y han partido de un proceso de cribado previo, en el que se ha hecho uso de los resultados disponibles de los IPEEE para tratar de establecer los sucesos externos, como vientos fuertes, nevadas o temperaturas extremas, que pudieran tener algún impacto de seguridad en cada emplazamiento. Se han descartado aquellos sucesos cuya probabilidad de ocurrencia es menor que una vez en cada cien mil años.

Para cada uno de estos sucesos los titulares han revisado la base de diseño original y comprobado que las estructuras de la central y los componentes en áreas exteriores están adecuadamente diseñados. Adicionalmente se ha tratado de verificar la existencia de márgenes de seguridad más allá de las bases de diseño en los sucesos que resultan creíbles en cada emplazamiento. En este tema los titulares deberán realizar análisis adicionales y considerar posibles medidas de refuerzo.

## **Pérdida de funciones de seguridad**

### **Pérdida de energía eléctrica (exterior e interior)**

Los informes presentados por las centrales contienen, en primer lugar, un resumen detallado de los sistemas de suministro eléctrico de corriente alterna, incluyendo las redes de distribución y las fuentes de energía exteriores e interiores. Así mismo se describen de modo ordenado las secuencias previsibles en caso de pérdida sucesiva de la alimentación exterior (LOOP) y de las fuentes interiores (SBO), tanto de emergencia como auxiliares, y los procedimientos de actuación aplicables. En todos los casos se incluye también el análisis de agotamiento de batería. En todos los informes se proponen medidas adicionales para mejorar la robustez de las plantas, con el objetivo de disponer de autonomía total para hacer frente a este tipo de sucesos durante 24 horas, con los equipos existentes en el emplazamiento, y 72 horas recurriendo sólo a equipos ligeros aportados desde el exterior. Como aspecto más destacable se incluyen medidas para mantener la alimentación de corriente continua a los controles e instrumentación necesarios para mantener las condiciones de seguridad de la planta en tal situación. Adicionalmente son relevantes las medidas para recuperar el suministro eléctrico exterior a partir de

centrales hidráulicas cercanas y el refuerzo con equipos autónomos. Además, se desarrollarán los procedimientos de actuación correspondientes y se impartirá la formación del personal para la ejecución de los mismos.

Aunque no está explícitamente contemplado en el documento de WENRA /ENSREG, y teniendo en cuenta la situación que se produjo en alguna de las unidades de Fukushima, algunos titulares han analizado adicionalmente el escenario de pérdida de corriente continua. El CSN considera conveniente que todos los titulares completen sus informes incluyendo este aspecto en el informe final.

Las descripciones y valoraciones aportadas por los titulares se consideran, en líneas generales, correctas, aunque se han identificado aspectos en los que la información deberá ser ampliada en el informe final.

### **Pérdida del sumidero de calor**

Los informes de los titulares identifican, en primer lugar, los diversos sumideros de calor existentes en las instalaciones y sus características de diseño más relevantes. A continuación los informes analizan la pérdida sucesiva de los mismos y sus posibles consecuencias, incluyendo los sistemas disponibles para mantener la planta segura y los tiempos disponibles. Los análisis realizados concluyen que estos escenarios están envueltos por el de pérdida total de corriente alterna (exterior e interior). También se incluyen algunas propuestas para mejorar las capacidades de la instalación ante este tipo de sucesos.

El CSN ha verificado la consistencia de estos análisis. Las descripciones y valoraciones aportadas por los titulares se consideran, en líneas generales, correctas, aunque se han identificado aspectos en los que la información deberá ser ampliada en el informe final.

### **Pérdida simultánea del suministro eléctrico y del sumidero de calor**

Todos los titulares analizan en sus informes esta situación. Una conclusión que, en general, han obtenido los titulares es que esta situación es equivalente a las cubiertas en los dos epígrafes anteriores y, por tanto, las acciones de mejora ante posibles situaciones límite son las mismas descritas anteriormente.

### **Gestión de accidentes**

En este campo, las centrales detallan los aspectos organizativos y los medios materiales de que disponen, de acuerdo con sus respectivos Planes de Emergencia Interior (PEI). Algunos titulares indican que van a analizar la conveniencia de aumentar los medios humanos disponibles. También se presentan los diferentes procedimientos de operación disponibles en cada central para hacer frente a situaciones accidentales y, en concreto, los Procedimientos de Operación de Emergencia (POEs) y las Guías de Gestión de Accidentes Severos (GGAS). Los titulares anuncian la creación de un Centro de Apoyo en Emergencia, común para todas las centrales, que dispondrá de medios humanos y materiales con capacidad de intervención en cualquiera de las centrales en menos de 24 horas.

En el primero de estos aspectos el CSN ha identificado la necesidad de revisar la capacidad de respuesta ante emergencia, tanto en lo relativo a medios materiales como humanos, y los Planes de Emer-

gencia Interior (PEI) correspondientes, con el fin de tener en cuenta las lecciones aprendidas de Fukushima y, en concreto, la capacidad de poder hacer frente a situaciones extremas en centrales con más de una unidad, así como la verificación de la disponibilidad de centros de gestión de emergencias adecuados para situaciones de accidente severo.

La implantación de las “Guías de Gestión de Accidentes Severos” en las centrales españolas de diseño americano, tanto para Reactores de Agua a Presión (PWR) como Reactores de Agua en Ebullición (BWR), ha seguido un proceso paralelo en el tiempo, de modo que todas estas centrales disponen de Guías vigentes de actuación frente a hipotéticos accidentes severos desde el año 2001. La implantación de las Guías en centrales de diseño americano se realizó siguiendo las prácticas del país de origen del proyecto, sin la instalación de nuevos equipos en las centrales, ya que para la gestión de posibles accidentes severos se preveía, en principio, utilizar los equipos disponibles en cada central. De forma análoga, en el caso de CN Trillo, la única de diseño alemán, la implantación de estos procedimientos (Manual de Operación y Manual de Accidentes Severos) se realizó contando con el apoyo del suministrador principal.

Tanto los POEs como las GGAS, han sido objeto de requisitos específicos del CSN, incluyendo la formación y entrenamiento del personal actuante según lo establecido en la Instrucción del Consejo IS-12. Su desarrollo y mantenimiento se encuentra incluido dentro de los procesos de supervisión habituales de este organismo.

Respecto a la capacidad de acceso al emplazamiento en caso de desastres naturales, tanto de personas como de equipos auxiliares, algunos titulares deberán completar la información y los análisis incluidos en el informe preliminar sobre estos temas. Los titulares también incluyen un análisis de la disponibilidad de comunicaciones, tanto internas como externas, de voz y datos ante sucesos como los considerados en estos “stress test”; en este aspecto los análisis presentados deberán ser completados al observarse que no se incluyen en dichos análisis todas las situaciones que deberían ser consideradas.

### **Gestión de accidentes severos (en el reactor)**

En relación con el **control de hidrógeno en contención**, los titulares indican que para realizar una gestión del hidrógeno que cubra los rangos de concentración esperables en un accidente severo y mejorar la robustez de la planta, considerarán la instalación de recombinadores autocatalíticos pasivos en aquellas zonas de contención que pueden presentar riesgo de acumulación de hidrógeno (salvo CN Sta. M<sup>a</sup> de Garoña que tiene la contención primaria inertizada y analizará la instalación de recombinadores en la contención secundaria, y de CN Trillo que ya tiene incorporados estos recombinadores en contención).

Con relación a la **prevención de la sobrepresión en la contención**, los titulares indican que analizarán la posibilidad de instalar un venteo filtrado, o la viabilidad de esta medida, como mejora adicional para proteger la contención o como complemento a la acción de lavado de los productos de fisión que ya realiza la piscina de supresión (en el caso de CN Cofrentes y Sta. M<sup>a</sup> de Garoña).

Estas medidas se consideran positivas dado que contribuyen a mejorar la capacidad para mantener las funciones de la refrigeración del núcleo y de la integridad de la contención en las situaciones de ac-

cidentes severos. En el informe final, los titulares deberán describir con detalle las mejoras mencionadas y, en su caso, aquellas mejoras adicionales que no están incluidas en los informes de progreso, indicando su plan de implantación. Además, en sus análisis deberán considerar asimismo los efectos beneficiosos de instalar un filtrado en el venteo de contención como, por ejemplo la reducción de vertidos al exterior en caso de accidente severo o la reducción de dosis en otros edificios que dificulten la ejecución de medidas de recuperación o mitigación.

### **Gestión de accidentes con pérdida de inventario y/o refrigeración en la Piscina de Combustible Gastado**

En este caso, los titulares identifican los medios disponibles para la refrigeración y aporte de agua a las piscinas y analizan los rangos de tiempo disponible para llevar a cabo las necesarias acciones de reposición.

Las descripciones y valoraciones aportadas por los titulares se consideran, en líneas generales, correctas, aunque se han identificado aspectos en los que la información deberá ser ampliada en el informe final.

### **Otras instalaciones de almacenamiento de combustible gastado**

Actualmente existen en España dos emplazamientos en los que se cuenta con un almacenamiento temporal de combustible gastado. En ambos casos se trata de almacenamientos en seco basados en un concepto de refrigeración pasiva, para los que se dispone de contenedores de acero. En sus análisis los titulares identifican las bases de diseño aplicables frente a sucesos externos y los márgenes de seguridad existentes, así como las medidas adicionales que se deben implantar para mejorar la seguridad de estas instalaciones frente a este tipo de sucesos. En la descripción de los temas específicos de CN Trillo y CN José Cabrera, que se incluye en el apartado correspondiente se desarrollan con más detalle estos temas.

## **4.2 Aspectos específicos de cada una de las instalaciones**

### **4.2.1. Central nuclear de Trillo**

#### **Sucesos naturales extremos**

##### **Terremotos**

##### *Posición del Titular*

En el informe de C.N. Trillo se indica que la central dispone de un amplio margen por encima del terremoto de seguridad (SE), establecido según la normativa alemana, como base de diseño (0,12 g), considerando los efectos simultáneos de la onda de presión que produciría la rotura del tanque de agua de alimentación, depósito de alta energía situado en el Edificio de Turbina, y que se postula en coincidencia con el sismo. Se indica, además, que dispone de procedimientos con los que hacer frente a las potenciales consecuencias del sismo, y que, incluso considerando la pérdida del suministro eléctrico ex-

terior durante las 72 horas siguientes al terremoto, no hay necesidad de recurrir a equipos exteriores al emplazamiento.

Tras los análisis ahora ampliados por el titular, éste ha asignado a la planta un margen sísmico de 0,20 g, e indica que la posibilidad de que ocurra un sismo de esta magnitud es inferior a un suceso cada 220000 años. No obstante, el titular propone realizar las reevaluaciones, o cambios sobre los equipos, que razonablemente sean factibles para elevar este margen hasta el entorno de 0,3 g.

Respecto a las inundaciones internas causadas por sismos, C.N. Trillo indica que están identificados los riesgos de inundaciones por rotura de tuberías a consecuencia de un terremoto, la instrumentación y sistemas de control automáticos de detección y prevención de inundaciones, las pruebas y verificaciones sobre dichos sistemas de monitorización y control, y las medidas compensatorias y planes de contingencias para hacer frente a la pérdida de equipos de monitorización o mitigación, concluyendo que está garantizada adecuadamente la protección de la planta frente a tales sucesos. Pese a ello el titular va a analizar los márgenes sísmicos de aquellos elementos que constituyen una barrera frente a posibles grandes inundaciones internas.

Finalmente, el titular también ha analizado el posible impacto de la rotura de presas cercanas como consecuencia de un sismo y ha concluido que no suponen riesgo de inundación externa para la planta.

#### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño sísmico de la central son las mismas que las licenciadas para el diseño original. Su aceptabilidad respecto a los requisitos exigidos por el CSN a lo largo del tiempo ha sido comprobada en los procesos de evaluación sísmica desarrollados antes de conceder las sucesivas autorizaciones de explotación, mediante análisis específicos efectuados en las revisiones periódicas de seguridad, y también a través de las diversas inspecciones realizadas, unas periódicas y otras puntuales, dentro de los procesos de supervisión y control del CSN.

Antes de las “pruebas de resistencia”, el titular ya había acreditado un margen sísmico (HCLPF capacity) de su planta de 0,20 g, limitación debida a la capacidad de algunos componentes. La ampliación de los análisis de márgenes sísmicos para incluir la piscina de combustible gastado resulta necesaria de acuerdo con el alcance de las “pruebas de resistencia”. Según el titular el margen sísmico real de la planta para mantener la integridad del combustible es al menos 0,24 g, y con una serie de modificaciones y reanálisis, podría aproximarse a 0.3 g. Estos resultados requieren ser verificados por parte del CSN mediante las comprobaciones oportunas. La metodología de análisis de márgenes sísmicos aplicada no permite cuantificar un margen mayor de 0.3 g.

Se considera que las actuaciones propuestas resultan eficaces para mejorar la robustez de la planta frente a la ocurrencia de terremotos más allá de la base de diseño. Los resultados que se obtengan y la concreción de las acciones de detalle deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En lo que se refiere a la protección contra inundaciones como consecuencia de un sismo, el titular en su informe identifica las bases de diseño y licencia así como el cumplimiento de las mismas. Los análisis de diseño, tal y como se identifican en el informe, cumplen con la revisión más actualizada de la normativa.

Además el titular propone analizar de forma explícita, dentro del reanálisis de márgenes sísmicos, un conjunto de elementos que constituyen barrera de inundación y que a priori identifica como importantes. La evaluación del CSN considera adecuada la propuesta del titular para identificar potenciales vulnerabilidades frente a inundaciones internas inducidas por sismos. En este análisis no se deberían descartar, a priori, tuberías, fuentes de inundación y barreras no categoría sísmica I, identificadas en el análisis de inundaciones como susceptibles de generar sucesos iniciadores y afectar a sistemas de mitigación.

El titular no ha incluido en su informe preliminar el análisis de los incendios potenciales inducidos por un sismo, por lo que deberá incluirse en el informe final. El CSN considera que, al menos se deberían identificar los principales almacenamientos de material combustible o explosivo en la planta, llevando a cabo un análisis de su capacidad sísmica mediante inspección, y definiendo actuaciones viables para mejorar su comportamiento sísmico donde sea posible.

## **Inundaciones**

### *Posición del Titular*

Los nuevos análisis realizados por el titular, con datos actualizados, indican que el nivel máximo de avenidas con periodos de retorno de un millón de años, estaría muy alejado de la cota de explanación de la central (margen superior a los 100 m). Respecto de la posibilidad de inundaciones debidas a obstrucciones por hielo, CN Trillo concluye que es muy improbable que se pudiera formar suficiente hielo como para producir una obstrucción o inundación.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño de inundaciones son las mismas que las licenciadas para el diseño original y han sido aceptadas por el CSN. Además, las protecciones existentes para estos fenómenos han sido objeto de inspección repetidas veces en los programas de supervisión del CSN.

Los análisis de márgenes realizados deberían completarse en el informe final junto con la consideración de posibles inundaciones por ascenso del nivel freático y sus efectos en galerías subterráneas y otras ESC.

## **Otros sucesos naturales extremos**

### *Posición del Titular*

Los sucesos naturales que han pasado el proceso de cribado, para descartar aquellos cuyo impacto fuera despreciable, son las lluvias torrenciales, las cargas de nieve y los vientos fuertes:

En el primer caso, se dispone de amplios márgenes frente a potenciales inundaciones por lluvias torrenciales.

En cuanto a vientos fuertes, la velocidad del viento considerada para el diseño de los edificios y estructuras de la central fue de 144 km/h; se ha reevaluado la carga debida a vientos con datos meteorológicos actualizados y con la normativa actualmente vigente, concluyéndose que existen márgenes

superiores al 100% en las estructuras de seguridad.

Respecto de las cargas por nieve, en el diseño se consideró una carga de nieve sobre superficie horizontal de 100 kg/m<sup>2</sup>; la carga que podría afectar a la capacidad de la cubierta está por encima de 184 kg/m<sup>2</sup>, que equivale a una capa de 1,53 m de nieve, lo que el titular considera impensable en este emplazamiento.

#### *Evaluación del CSN*

El cribado de sucesos externos realizado para establecer las bases de diseño se basa en una probabilidad muy baja de ocurrencia (10<sup>-5</sup> por año), de acuerdo con las metodologías probabilistas que recoge la normativa aplicable del IPEEE.

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento, como tormentas eléctricas, temperaturas extremas, ascensos de nivel en aguas subterráneas o incendios externos que deberán incluirse en el informe final.

### **Pérdida de funciones de seguridad**

#### **Pérdida de energía eléctrica exterior (LOOP)**

##### *Posición del titular*

la central nuclear de Trillo describe todas las vías de alimentación eléctrica de que dispone la central y la posibilidad de funcionar “en isla”, alimentando a sus propios auxiliares. En su análisis concluye que las alimentaciones eléctricas exteriores tienen alta fiabilidad y proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. La indisponibilidad de las vías de alimentación externas, junto con la pérdida de la capacidad de funcionar “en isla”, lleva a una situación de pérdida de energía eléctrica exterior (LOOP).

En esta situación, la alimentación a los equipos de salvaguardia y emergencia se realiza mediante el arranque automático de los cuatro Generadores Diesel de Salvaguardias. Como medida de respaldo se dispone de otros cuatro Generadores Diesel de Emergencia, que permiten mantener la alimentación eléctrica a los equipos requeridos para llevar la planta a parada segura. Todos estos generadores Diesel están diseñados como Clase de Seguridad y Categoría Sísmica I. Además, es importante señalar que existe una clara separación física, y funcional, entre los sistemas de generación y distribución de salvaguardia y los de emergencia, ya que están situados en distintos edificios, separados entre sí por una distancia de unos 200 metros, siendo independientes asimismo sus sistemas de apoyo.

Las capacidades de funcionamiento de los Generadores Diesel de salvaguardia, sin necesidad de apoyo externo a la central, son superiores a 72 horas. Además, se dispone de equipos portátiles para el trasvase de combustible entre los diversos tanques de almacenamiento de combustible.

Como respaldo adicional, se dispone de procedimientos que contemplan el arranque de los grupos hidráulicos cercanos para reponer la alimentación exterior.

### *Evaluación del CSN*

La eventualidad de un LOOP está dentro de las bases de diseño de la central. Las líneas exteriores tienen orígenes y recorridos diferentes; esta independencia aporta fiabilidad al suministro frente a eventualidades como la postulada (LOOP). Cabe destacar que la central tiene alimentaciones, hacia sus auxiliares de seguridad, vía las redes de 400 kV (mediante apertura del interruptor de generación), de 220 kV y de 132 kV. El operador de la red dispone de procedimientos de recuperación por zonas que tienen en cuenta la alimentación preferente para las centrales nucleares.

Como garantía frente a dicha situación de LOOP, los cuatro generadores Diesel de salvaguardia y los cuatro de emergencia, sin aparentes fallos de modo común, todos ellos diseñados sísmicamente, aportan un nivel de seguridad muy significativo.

La central hace una detallada justificación de la autonomía de los generadores Diesel, que demuestra satisfactoriamente que iría mucho más allá de las 72 horas consideradas. La refrigeración de los generadores diesel de salvaguardia se realiza a través del agua de servicios esenciales, cuyas funciones pueden realizarse sin necesidad de aporte externo durante 30 días.

Los aspectos indicados por la central, aquí resumidos, aparecen expuestos en los documentos de licencia aplicables, y han sido inspeccionados repetidas veces por el CSN a lo largo de la vida de la central, por lo que no existen objeciones reguladoras a los mismos. La central incluye previsiones sobre la posibilidad de derivar gas-oil, hacia los generadores Diesel, procedente de las calderas de generación de vapor auxiliar, y de incluir en zona asegurada reserva de aceite adicional para los generadores diesel de salvaguardia, lo que aportaría un margen de garantía adicional.

### **Pérdida total de corriente alterna (SBO)**

#### *Posición del Titular*

En caso de una pérdida total del suministro eléctrico de corriente alterna (esto es, tanto de los generadores de salvaguardia como de los de emergencia) se produciría la siguiente situación: desde el punto de vista de la refrigeración del núcleo, la principal característica es la de pérdida de la función de alimentación a los generadores de vapor. Sin la adopción de ninguna medida, este escenario conduciría a una situación de daño al núcleo en condiciones de alta presión. Para evitarlo, se dispone de varios modos de recuperar la alimentación a los generadores de vapor: con despresurización, manual del lado secundario se consigue restablecer parcialmente la refrigeración mediante la utilización del contenido de agua existente en las líneas de agua de alimentación principal; en paralelo se llevaría a cabo la inyección con la motobomba Diesel, instalada permanentemente con este fin, y que puede utilizar el inventario de agua del sistema de agua de alimentación de emergencia. Los análisis realizados por la central de Trillo indican que esta estrategia permitiría la refrigeración del núcleo durante más de 24 horas.

La central expone que dispondrá de procedimientos para alargar la autonomía de las baterías. Y que el correcto alineamiento de la alimentación al secundario estaría garantizado con las autonomías existentes, permaneciendo desde entonces todas las válvulas alineadas correctamente.

La central, en una primera valoración, ha previsto las acciones de mejora siguientes: 1) Dotar a la central de equipos portátiles (Generador Diesel para funcionamiento tras SBO con punto de conexión a 380 Vca de emergencia para poder alimentar a equipos del tipo de baterías, ventilación y actuadores de válvulas; y Motobomba para la inyección a circuito primario y medios de boración); 2) Mejorar la resistencia al sismo de la motobomba diesel de aporte alternativo a GGVV, y de la estructura adyacente; 3) Analizar medios portátiles de iluminación y comunicaciones; 4) Analizar la posibilidad de utilizar alimentaciones portátiles para la I&C relevante para el “bleed and feed” del secundario y sistema primario; y 5) Procedimentar la prueba sistemática de la alimentación exterior desde centrales hidráulicas.

### *Evaluación del CSN*

El escenario de un LOOP con pérdida de los generadores diesel de salvaguardia está dentro de las bases de diseño de la central, es el fundamento principal de disponer de los generadores diesel de emergencia. En el apartado relativo al LOOP, la central incluye las previsiones tendentes a garantizar la autonomía de los generadores diesel de emergencia.

La operación de estos generadores en cuanto a disponibilidades de combustible, teniendo en cuenta que en el escenario considerado no se estarían utilizando los generadores diesel de salvaguardia, y teniendo en cuenta las operaciones de trasvase (procedimentadas), permitiría llegar a los 21 días.

La situación de LOOP con pérdida de los generadores de salvaguardia está considerada en los documentos de licencia aplicables (son base de diseño de la central) y por lo tanto ya han sido evaluados por el CSN con anterioridad, y han sido inspeccionadas en numerosas ocasiones. Por tanto, no existen objeciones reguladoras a los mismos.

De acuerdo con el diseño del sistema, para garantizar el suministro durante al menos 10 horas, son necesarias dos balsas del sistema. Existe un colector de interconexión entre las cuatro (permite aprovechar el contenido completo de las cuatro en caso de fallo en algún tren) y dispone de conexiones para reponer agua a las balsas desde otros sistemas.

Las acciones de mejora propuestas por la central para una situación de pérdida adicional de los generadores diesel de emergencia, se consideran adecuadas.

La evaluación del CSN concluye que el análisis realizado por la central, en esta fase de informe de progreso, es aceptable, si bien en el informe final deberán analizarse con mayor detalle las situaciones límite expuestas por la central junto con las mejoras propuestas. Entre las medidas propuestas por la central, resulta destacable la de mejorar la capacidad sísmica de la motobomba diesel y las estructuras adyacentes.

### **Pérdida del sumidero final de calor (UHS)**

#### *Posición de Titular*

La central nuclear de Trillo describe los sumideros de calor existentes en la central y la secuencia que se produciría en caso de su pérdida total. En este caso se mantendría la refrigeración del núcleo con

los generadores de vapor y contando con el sistema de agua de alimentación de emergencia.

#### Pérdida del sumidero final de calor combinado con SBO

En este caso, y si no fuera posible recuperar la alimentación a los generadores de vapor mediante las bombas de arranque y parada, se podría mantener también la refrigeración del núcleo con los generadores de vapor, mediante la alimentación con la motobomba Diesel.

Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a posibles pérdidas del sumidero final de calor, el titular propone implantar las siguientes mejoras y realización de análisis:

- Implantar medidas que permitan utilizar otras fuentes de agua ante la pérdida del sistema de agua de servicios esenciales mediante conexiones embridadas, bombas portátiles y mangueras.
- Teniendo en cuenta la dependencia funcional de los generadores Diesel de Salvaguardia con respecto al sistema de agua de servicios esenciales, y que éste podría ser un foco potencial de inundación de las salas de los generadores Diesel de Emergencia:
  - Incluir dentro del reanálisis de márgenes sísmicos los elementos que constituyen barrera para evitar una inundación en el edificio de agua de alimentación de emergencia (ZX) procedente de las balsas de servicios esenciales.
  - Prever en los procedimientos la posibilidad de actuación local de las válvulas situadas en salas del edificio del anillo (ZB).
- Incluir dentro del reanálisis de márgenes sísmicos los elementos que constituyen barrera para evitar una inundación en el edificio del anillo ZB con agua procedente de las balsas de servicios esenciales.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas. Las medidas propuestas por el titular se consideran positivas para reforzar la robustez de la central frente a los escenarios de pérdida de ambos sumideros finales de calor con y sin SBO.

Adicionalmente a lo indicado por el titular en este apartado, la pérdida del sumidero final de calor conduciría a la pérdida de refrigeración de la piscina de combustible gastado. Esta problemática, se describe en otro apartado de este informe, correspondiente a “medidas de gestión de accidentes actualmente disponibles en escenarios de pérdida de la función de refrigeración de la Piscina de Combustible Gastado”.

Se considera que el titular debería detallar en el informe final la estrategia operativa para situación en que solo exista una cadena de emergencia disponible para la refrigeración del reactor y de la piscina de combustible gastado.

#### **Gestión de accidentes**

## Medidas de Gestión de Accidentes en el reactor

### *Posición del Titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos. El titular analiza para ello las diversas estrategias contenidas en su Manual de Operación y en su Manual de Accidentes Severos, que tratan de mantener o recuperar la función de refrigeración del núcleo. Además C.N. Trillo señala que actualmente está en la fase de diseño para la implantación de un sistema de despresurización y alimentación del primario (*Bleed&Feed*), que permitirá la realización de esta acción. Finalmente Trillo indica que dispone de un sistema de recombinadores de hidrógeno pasivos instalados en el interior de la contención.

Para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso, CN Trillo propone diversas actuaciones. Así, y además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, anuncia que aunque considera suficientes la organización y los medios de que dispone actualmente para hacer frente a emergencias, analizará posibles actuaciones que refuercen la capacidad de respuesta de la central en este campo. Adicionalmente, expone que ha comenzado el desarrollo de las Guías de Gestión de Accidentes Severos (GGAS), que contemplan las estrategias para hacer frente a situaciones que han dado lugar a daño al núcleo y propone la instalación de un sistema de venteo filtrado de la contención. Finalmente, para aumentar la robustez de la instalación, propone analizar la incorporación de equipos portátiles (generador diesel portátil, motobomba para aporte de agua al circuito primario, medios portátiles de iluminación y comunicaciones y mejoras en la instrumentación) de apoyo para la gestión de este tipo de accidentes.

### *Evaluación del CSN*

Tanto el Manual de Operación que contiene estrategias para los accidentes dentro de la base de diseño, como las guías o instrucciones contenidas en el Manual de Accidentes Severos (MAS.) han sido objeto de comprobaciones por parte del CSN a través de inspecciones y evaluaciones considerándose adecuadas para llevar a cabo su función en relación con los accidentes.

La evaluación concluye que el análisis y las medidas para prevenir el daño al combustible consideradas por el titular son adecuadas. Para la puesta en práctica de las medidas adicionales de equipos portátiles deberá analizarse y tenerse en cuenta el tiempo necesario para su implantación.

En relación con la prevención de la deflagración y la detonación de hidrógeno, CN Trillo cuenta con un sistema pasivo de recombinación de hidrógeno que ha sido diseñado específicamente para el control de la concentración de hidrógeno en accidentes severos. CN Trillo indica que ha verificado, dentro del reanálisis realizado en junio de 2011, que los anclajes de este sistema son iguales o superiores al terremoto de comparación (0,3 g) y propone como medida adicional verificar los márgenes sísmicos de los componentes internos de estos recombinadores pasivos. Esta medida se considera adecuada.

En relación con la protección de la sobrepresión en la contención, CN Trillo propone como medida adicional la instalación de un venteo filtrado de la contención, cualificado para accidente severo.

CN Trillo también propone llevar a cabo una mejora de la instrumentación para vigilar el estado de la contención en accidente severo. Estas mejoras se consideran positivas, aunque para valorarlas con mayor precisión será necesario disponer de más detalle sobre las mismas.

Respecto a los medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención, el titular debe desarrollar más en detalle este análisis.

En cuanto a las potenciales acumulaciones de hidrógeno fuera de la contención en caso de accidente severo, la evaluación del CSN considera que la conclusión provisional del titular (no son esperables acumulaciones significativas de hidrógeno fuera de la contención en caso de accidente severo) no está suficientemente sustentada por lo que deberá ser objeto de clarificación adicional por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

Adicionalmente, la evaluación del CSN ha identificado diversos aspectos de detalle que deberán completarse en el informe final como el tratamiento de accidentes severos en otros modos de operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y repuesta a la emergencia, la disponibilidad de la instrumentación en estos escenarios, los medios de protección y de control dosimétrico, y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de los equipos que participen en las estrategias de GGAS para cumplir su función en caso de sismo y/o inundación y la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales recriticidades en las medidas que se adopten finalmente.

## **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

### *Posición del Titular*

El análisis presentado detalla los diferentes sistemas disponibles en la central para refrigerar las piscinas y poder reponer inventario en caso necesario, y señala además que la evacuación de calor de la piscina está garantizada, sin toma de acciones y en el peor de los casos, por un tiempo superior a 24 horas.

El titular resalta que la ubicación de la piscina dentro del edificio de contención, permite que la potencial liberación de productos de fisión e hidrógeno como consecuencia del descubrimiento y daño del combustible gastado quedaría confinada dentro del mismo, y añade que el sistema pasivo de recombinación de hidrógeno de la contención tiene márgenes de diseño suficientes para acomodar el potencial hidrógeno liberado en la piscina de combustible gastado.

A pesar de ello, y con el fin de aumentar la robustez de la central, el titular propone dotarse de equipos portátiles adecuados para reponer el inventario de agua a la piscina, así como de instrumentación portátil y medios de aspersion sobre los elementos de combustible gastado de la piscina. Las medidas previstas son las siguientes:

Analizar la viabilidad de establecer un camino de flujo de inyección a la piscina de combustible gastado que no requiera el acceso de personal al interior de contención.

Disponer de una bomba portátil autónoma para aportar agua a la piscina de combustible gastado a través del sistema de protección contra incendios, así como medios de aspersión sobre los elementos de combustible gastado en la piscina.

Disponer de un generador portátil para la recuperación de la corriente continua de emergencia y parte de la corriente alterna de emergencia con el objetivo de disponer de la instrumentación de la piscina y posibilitar accionamiento remoto de válvulas e instrumentación portátil para monitorización (temperatura, nivel).

Dotar de alimentación desde servicio ininterrumpido a la válvula de aislamiento del tercer lazo del sistema de refrigeración de la piscina de combustible gastado.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas. Las medidas propuestas se consideran positivas y se espera que el titular las presente con más detalle en el informe final.

En cuanto al fenómeno del “*sloshing*” (movimiento que se produce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) la evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos. Estos resultados deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de control dosimétrico de los trabajadores

### **Almacén Temporal Individualizado de Contenedores de Combustible Gastado**

#### *Posición del Titular*

El titular describe las características del almacenamiento donde se ubican los contenedores. El Edificio es de categoría sísmica I, ya que debe mantener su integridad estructural durante o con posterioridad a la ocurrencia del terremoto de seguridad. La evaluación del titular concluye que le sería aplicable un margen sísmico de 0,3 g. Dentro del almacenamiento, el único componente que cumple funciones de seguridad nuclear es el contenedor cuyo margen sísmico viene determinado por la capacidad de vuelco, estableciéndose según cálculos conservadores en una aceleración máxima del suelo resultante de 0,36g.

#### *Evaluación del CSN*

La estructura del ATI, aunque efectivamente es de categoría sísmica I, no fue incluida dentro del alcance original de los análisis de IPEEE sísmico. Según la metodología seguida en estos análisis y los

criterios de EPRI aplicados, como se ha hecho en el análisis de respuesta de planta, resulta válido asignarle un margen sísmico de 0,3 g. Ahora bien, el valor asignado por el titular al propio contenedor de almacenamiento como único componente de seguridad, así como la revisión en su conjunto efectuada por el mismo, debe ser comprobada por el CSN mediante los procesos correspondientes de evaluación e inspección.

## 4.2.2 Central nuclear Vandellós II

### Sucesos naturales extremos

#### **Terremotos:**

##### *Posición del Titular*

En el informe de C.N. Vandellós II se concluye que la central dispone de un margen suficiente por encima del terremoto establecido como base de diseño, SSE (0.2g), por lo que en caso de terremoto se garantiza la capacidad para la parada segura del Reactor y el mantenimiento de la función de confinamiento tanto de la Contención como de la Piscina de Combustible. Tras los análisis realizados dentro del proyecto IPEEE-Sísmico y revisados en 2009 con ocasión de la Revisión Periódica de la Seguridad de la central, el margen sísmico de la planta (HCLPF capacity) es superior a 0.3g. Se están realizando análisis complementarios de margen sísmico del Sistema de Refrigeración de la Piscina de Combustible Gastado, de los equipos de Station Blackout y de los equipos relevantes incluidos en las Guías de Accidentes Severos, que hasta ahora no se habían incluido dentro de ese programa.

Respecto a potenciales efectos del sismo, el titular analiza el efecto sobre tuberías sin diseño sísmico. Como conclusión de su análisis el titular no considera necesario realizar un análisis sistemático de todas las tuberías no sísmicas. Sin embargo considera que se deben analizar las tuberías que pudieran producir la inundación de algunos recintos de la central que contienen equipos importantes y que podrían dar lugar a situaciones de riesgo significativo. Estas tuberías se han identificado en los análisis de riesgos (APS de Inundaciones) realizados, por lo que el titular propone como acción de mejora, la evaluación documentada del comportamiento sísmico de estas líneas, al objeto de tomar acciones para eliminar las posibles vulnerabilidades que fuesen identificadas.

Otro aspecto que considera el titular son los potenciales incendios provocados por la acción sísmica. El diseño de la planta cuenta con características pasivas para evitar la propagación de incendios entre equipos de parada segura de ambos trenes, sistemas de extinción automática para mitigar las consecuencias de incendios y una organización y medios técnicos destinados a la lucha contra incendios en el emplazamiento.

Como medida adicional y de cara a sucesos de origen sísmico, se llevará a cabo un inventario de las fuentes potencialmente significativas de incendio por almacenamiento de productos inflamables o explosivos, y se realizará una inspección desde el punto de vista sísmico. Se implantarán las modificaciones viables necesarias para proporcionar a estos equipos mayor robustez sísmica.

En cuanto a los potenciales efectos de la acción sísmica sobre industrias próximas, ya se había analizado antes de estas “pruebas de resistencia” y en el contexto de los estudios IPEEE para Otros Sucesos Externos, la vulnerabilidad de C.N. Vandellós II ante accidentes en instalaciones industriales próximas. A la fecha del informe de progreso la única instalación relevante es la Central Térmica de Ciclo Combinado (CTCC) de Plana del Vent, a unos 800 m de la central. De acuerdo con la información facilitada por su propietario, no se almacenan en la CTCC sustancias susceptibles de generar una explosión. Las explosiones podrían llegar a producirse en caso de formación de nubes explosiva. Los análisis de riesgo realizados determinaron que, para la rotura más limitativa y sobrepresión inducida por la deflagración de la nube inflamable a la distancia que se produce, el más limitativo de los sucesos analizados no tiene afectación a C.N. Vandellós II.

En cuanto al riesgo de liberación de tóxicos en la CTCC, se determinó que en dicha instalación sólo se almacenan cinco sustancias tóxicas y que, en caso de liberación accidental, sólo una de ellas podría llegar con concentraciones relevantes a las tomas de aire de la Sala de Control de C.N. Vandellós II: el hidróxido amónico. Sin embargo, la cantidad máxima almacenada en la CTCC es tan pequeña (1000 kg), que la concentración del tóxico en las tomas sería inferior al límite de toxicidad, aun en las condiciones meteorológicas más desfavorables.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño sísmico de la central son las mismas que las licenciadas para el diseño original. Su aceptabilidad respecto a los requisitos exigidos por el CSN a lo largo del tiempo ha sido comprobada en los procesos de evaluación sísmica desarrollados antes de conceder las sucesivas autorizaciones de explotación; mediante análisis específicos efectuados en las revisiones periódicas de seguridad; y también a través de las diversas inspecciones realizadas, dentro de los procesos de supervisión y control del CSN.

Con anterioridad a las “pruebas de resistencia” el titular ya había acreditado un margen sísmico (HCLPF capacity) de 0,3 g para su planta, incluyendo las funciones de seguridad y de confinamiento del Edificio de Contención y de su Sistema de Aislamiento. Esto ya se había considerado aceptable para el CSN. La ampliación de los análisis de márgenes sísmicos para incluir la piscina de combustible gastado resulta necesaria de acuerdo con el alcance de las “pruebas de resistencia”. Los resultados que aporta el titular al respecto requieren ser verificados por parte del CSN mediante las comprobaciones oportunas.

Se considera que las actuaciones propuestas resultan eficaces para mejorar la robustez de la planta frente a la ocurrencia de terremotos más allá de la base de diseño. Sin embargo, el alcance de los análisis de roturas de tuberías no sísmicas que propone el titular, debería ampliarse para revisar de manera sistemática roturas de estas tuberías, sin cribar de antemano con estimaciones probabilistas.

Igualmente, en cuanto a los incendios producidos por sismos, la evaluación considera que la acción propuesta por el titular contribuirá a identificar y robustecer la instalación. En aquellos casos en que no se pueda demostrar un margen sísmico adecuado (0,3 g), el titular debería completar el estudio con el análisis de que los potenciales efectos no afectarían a la parada segura de la central ni a la piscina de combustible y su refrigeración.

Respecto a los potenciales efectos de la acción sísmica sobre industrias próximas y la posible afectación por liberación de productos tóxicos, la evaluación del CSN considera que los análisis realizados por la CN Vandellós II en el marco del cumplimiento de los análisis derivados del IPEEE y sus conclusiones son aceptables en el marco de la evaluación de este informe.

## **Inundaciones**

### *Posición del titular*

El nivel de agua que se alcanzaría en el punto más próximo del emplazamiento como consecuencia de la avenida máxima probable no llega a alcanzar la cota del emplazamiento (cota 100 m), por lo que éste no se vería afectado (este nivel equivale a la cota 89.5m, con un margen de 10.5 m respecto a la cota del emplazamiento). La metodología empleada en la determinación de la ola de diseño conduce a un máximo de 5,6 m y, teniendo en cuenta la ubicación del Sistema de Salvaguardias Tecnológicas (Sistema EJ) como sumidero de calor, la altura de ola requerida para que un potencial tsunami pudiera afectar a la instalación tendría que superar los 23,25m, lo que no se considera creíble en el emplazamiento. El titular concluye que dispone de un elevado margen sobre la máxima altura de inundación en las condiciones correspondientes a la base de diseño, y mantiene un margen suficiente sobre la altura de inundación en el peor escenario creíble más allá de la base de diseño. No obstante, va a reanalizar la capacidad de drenaje del emplazamiento y los sellados de penetraciones en galerías con el fin de dotarlos de margen adicional.

### *Evaluación del CSN*

La información recogida por el titular en su informe respecto a los sucesos que pueden dar lugar a inundaciones en el emplazamiento es un resumen de lo incluido en el Estudio de Seguridad de C.N. Vandellós II, que es un documento oficial de explotación. Desde que se modificó el sumidero final de calor y se implantó el nuevo Sistema de Salvaguardias Tecnológicas (Sistema EJ), el maremoto se ha descartado como base de diseño, ya que no es un suceso creíble en el emplazamiento. El conjunto de bases de diseño descritas se considera razonable y adecuado a las características del emplazamiento.

Se han identificado adecuadamente algunas medidas adicionales de protección frente a inundaciones que deberán completarse en el informe final.

## **Otros fenómenos naturales extremos**

### *Posición del Titular*

De acuerdo con los análisis del titular, el único suceso natural extremo significativo es el de vientos fuertes, siendo la base de diseño una velocidad de viento de hasta 204 km/h. En el análisis realizado de estructuras y tanques exteriores relacionados con la seguridad, el titular concluye que dispone de un margen es de 2,0 y 1,5 respectivamente en esos componentes.

### *Evaluación del CSN*

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento, como tormentas eléctricas, altas temperaturas, heladas, pedrisco e incluso incendios externos, que deberán considerarse en el informe final.

### **Pérdida de funciones de seguridad**

- **Pérdida prolongada de la alimentación eléctrica exterior (LOOP)**

#### *Posición del Titular*

C.N. Vandellós II concluye que las alimentaciones exteriores tienen alta fiabilidad y que proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. En cuanto a la alimentación eléctrica interior, señala que los dos Generadores Diesel de Emergencia (GD-E) existentes pueden soportar sin ningún medio de apoyo adicional más de 7 días una situación de LOOP, y presentan una fortaleza adicional, ya que disponen de un sistema de refrigeración independiente por aero-refrigeradores. Además, el titular prevé la instalación de un tercer Generador Diesel de Emergencia, con los mismos requisitos de diseño y cualificación que los dos existentes, y con capacidad para sustituir a cualquiera de ellos.

#### *Evaluación del CSN*

Esta situación, LOOP, está dentro de las bases de diseño de la central, con una duración de al menos 7 días y, por tanto, ha sido evaluada y licenciada en etapas anteriores de la vida de la central, y en sus diversos aspectos ha venido siendo inspeccionada por el CSN.

Las descripciones aportadas por el titular se consideran correctas. Las alimentaciones exteriores tienen orígenes y recorridos diferentes y esta independencia aporta fiabilidad al suministro frente a eventualidades como la postulada (LOOP). Las transferencias entre alimentaciones han venido funcionando satisfactoriamente. El operador de la red dispone de procedimientos de recuperación por zonas que tienen en cuenta la alimentación preferente a las centrales nucleares. La realización de pruebas periódicas de recuperación de energía exterior desde las centrales hidráulicas, aumenta la fiabilidad del suministro exterior a partir de estas fuentes.

La evaluación del CSN considera que la respuesta esperable de la central en caso de LOOP es segura y conforme a lo previsto, y puede soportar este escenario sin ningún medio de apoyo adicional más de siete días, dadas las capacidades existentes de combustible y aceite de lubricación.

- **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo**

#### *Posición del Titular*

El análisis realizado por el titular señala la existencia de un Generador Diesel adicional (GD-N), con capacidad de alimentación a las cargas necesarias para este escenario durante al menos siete días. Este Generador está ubicado en un edificio separado de los GD-E, con sistemas soporte diferentes y refri-

gerado por aero-refrigeradores. En este escenario la central es capaz de resistir sin ningún medio de apoyo adicional más de siete días.

### *Evaluación del CSN*

La pérdida total de corriente alterna interior y exterior, SBO, es un suceso más allá de las Bases de Diseño de las centrales en operación, que se incorporó a las Bases de Licencia tras la publicación de la regulación 10CFR50.63, desarrollada en la Regulatory Guide 1.155. La duración (“coping time”) del SBO en C. N. Vandellós II, es de 8 horas.

Con motivo de la normativa citada, se incorporó la capacidad de conectar el GD-N, a la barra de media tensión clase 1E del tren A y consecuentemente la capacidad para alimentar a las cargas requeridas para hacer frente a la pérdida de la energía eléctrica exterior y de las fuentes normales de respaldo (GDE). Con el apoyo de dicho GD-N, la corriente continua y la corriente alterna 120 V del tren A estarán disponibles.

La evaluación del CSN concluye que el Generador Diesel Esencial GD-N es una fortaleza ya que está ubicado en edificio separado de los GDE, con sistemas soporte diferentes y se refrigera por aire.

La ampliación a siete días del tiempo de autonomía del GD-N, requiere aumentar la reserva de combustible en su tanque de almacenamiento, incrementando el nivel vigilado actualmente.

En cuanto a la función de inventario del primario, en situación de SBO, la bomba de prueba hidrostática aspirando del tanque de agua de recarga permite reponer el inventario perdido a través de los sellos de las Bombas de Refrigeración del Reactor (BRR) durante más de 10 días. Las medidas propuestas para aumentar la robustez, consistentes en modificación de procedimientos, se consideran adecuadas.

### • **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo y del GD-N**

#### *Posición del Titular*

El informe del titular indica que en esta situación quedarían sólo las baterías como fuente de suministro eléctrico. Cada una de ellas dispone, por diseño, de capacidad para alimentar a las cargas requeridas asociadas durante al menos dos horas. El informe incluye un reanálisis de estos tiempos, considerando consumos más realistas, y una nueva estrategia de desconexión selectiva de cargas, con el que se obtiene un valor superior a 24 horas.

En este escenario la evacuación del calor residual del núcleo se realizaría a través de los Generadores de Vapor, mediante la descarga a la atmósfera de las válvulas de alivio y manteniendo el inventario del secundario con la Turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar (TBAAA). En estas condiciones no es posible mantener el inventario del circuito primario a largo plazo, debido a las fugas esperables (a través de los sellos de las Bombas de Refrigeración del Reactor). El titular incluye un análisis de los tiempos en los que se produciría el descubrimiento del núcleo, el fallo de la vasija y el de Contención. Teniendo en cuenta estos análisis, el titular propone dotarse de equipos portátiles que estén disponibles en el emplazamiento en una ubicación segura, para generación de energía eléctrica que per-

mita aumentar la autonomía a más de 72 horas, y para posibilitar la inyección alternativa al primario.

#### *Evaluación del CSN*

La central ha expuesto adecuadamente los equipos previstos para este escenario en el que la central haría frente a la situación con ayuda de los sistemas de corriente continua: alimentación a los GV por medio de la Turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar y despresurización de los GV mediante las válvulas de alivio de los GV. En estas condiciones no sería posible mantener el inventario del primario a largo plazo, debido a la fuga a través de los sellos de las Bombas de Refrigeración del Reactor.

Respecto al aumento de la autonomía de las baterías, la evaluación del CSN considera aceptable la utilización de criterios realistas (“Best estimate”) en las hipótesis a considerar así como en la desconexión de cargas no necesarias, que deberán estar debidamente procedimentadas y entrenadas. Estos análisis y los valores obtenidos de autonomía serán objeto de verificación por el CSN junto con las previsiones de los medios portátiles, citadas por la central, para su utilización antes de las 24 horas. El titular tiene en curso el estudio para la especificación de los mismos, teniendo en cuenta varias hipótesis de disponibilidad y/o accesibilidad de los centros de distribución.

Se concluye que las previsiones y propuestas de la central son aceptables, para este informe de progreso.

- **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo y de las baterías**

#### *Posición del titular*

El titular indica que en esta situación sólo queda la posibilidad de la operación manual de la TBAAA y del alivio de los GV. Como medida adicional a lo señalado en el punto anterior, el titular propone dotarse de equipos portátiles para disponer de capacidad de aporte alternativo a los Generadores de Vapor. Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a posibles pérdidas de energía eléctrica, el titular propone implantar mejoras tales como disponer de grupos motogeneradores portátiles con capacidad para alimentar a la bomba hidrostática, centros de control de motores o cargadores de baterías, disponer de motobombas para inyección de agua al circuito primario y a los generadores de vapor, o mejoras en los sistemas de iluminación y comunicaciones, así como la realización de los análisis correspondientes.

#### *Evaluación del CSN*

En este escenario de pérdida de corriente continua desde el momento inicial, sólo queda la posibilidad de operación manual de la TBAAA y del alivio de los GV para extracción de calor residual y retrasar en lo posible el potencial daño al núcleo. Esta estrategia de operación manual, así como la viabilidad de la implantación de las mejoras previstas serán objeto de comprobación por parte del CSN y deberán detallarse más en el informe final.

## **Pérdida del sumidero final de calor (UHS)**

### *Posición del Titular*

C.N. Vandellós II describe los dos sumideros de calor existentes, de similar capacidad y totalmente independientes, por lo que la pérdida de uno sólo no afectaría a la capacidad de alcanzar condiciones seguras. La central dispone de dos sumideros de calor de acuerdo con el Estudio de Seguridad, uno primario identificado como el sistema EF (refrigerado con agua de mar) y otro alternativo como el sistema EJ (refrigerado por balsas de almacenamiento de agua). También destaca la existencia de los Sistemas de Agua Enfriada Esencial, que tienen como foco frío la atmósfera mediante un sistema de aero-refrigeradores ubicados en la cubierta del Edificio Diesel.

## **Pérdida simultánea del sumidero final de calor primario y del alternativo**

Aunque el titular indica que no considera una situación creíble la pérdida simultánea de ambos sumideros dada la disposición física y la independencia de los sistemas que transmiten el calor residual, se analiza este escenario, concluyéndose que este escenario no incluye posibles situaciones límite.

## **Pérdida del Sumidero Final de Calor Primario y del Alternativo, con SBO**

El análisis presentado concluye que las situaciones que se podrían producir son equivalentes a las correspondientes al SBO.

### *Evaluación del CSN*

La pérdida del sumidero final de calor primario está dentro de las bases de diseño de la central y ha sido evaluada y licenciada en etapas anteriores de la central. Los equipos y procedimientos para hacer frente a esas situaciones han sido objeto de inspección por parte del CSN en repetidas ocasiones.

La pérdida del sumidero final de calor alternativo no provoca en sí mismo ningún transitorio sobre la planta, dado que no tiene funciones en la operación normal. En aplicación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento se procedería a la parada de la central hasta la situación de Parada Fría.

La pérdida de ambos sumideros finales de calor conduce a una situación en la que los sistemas y componentes críticos para mantener las funciones de seguridad son los mismos que los considerados en el apartado de pérdida de alimentación eléctrica. Las medidas propuestas para aquellos casos son válidas también para estos escenarios y se consideran positivas para reforzar la robustez de la central.

En relación con la operación a largo plazo (24 h o más) de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar, esta capacidad no se comprueba en las pruebas de vigilancia a las que se somete este componente. El titular debería analizar la posibilidad de realizar pruebas adicionales.

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas.

## **Gestión de accidentes**

## Medidas de Gestión de Accidentes en el reactor

### *Posición del Titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos.

CN Vandellós propone diversas actuaciones para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso. Así, además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, una vez que se finalice la definición de las nuevas estrategias, CN Vandellós anuncia que revisará la idoneidad de los medios humanos descritos actualmente en su Plan de Emergencia Interior. También indica que va a proceder a instalar en el edificio de contención re-combinadores pasivos autocatalíticos (PAR) para mejorar el control de hidrógeno, que está realizando un estudio para determinar la mejor opción de instalación de venteo filtrado de Contención, que está analizando las ventajas e inconvenientes de posibilitar la inyección de agua a la cavidad del reactor y, finalmente, que está estudiando las posibles estrategias para permitir el rociado por el exterior para mitigación de la liberación de productos de fisión.

### *Evaluación del CSN*

Tanto los procedimientos de operación de emergencia, POE, como las Guías de Gestión de Accidentes Severos, se han incorporado en esta central a partir de los estándares del grupo de propietarios de Westinghouse, PWROG. Se consideran adecuados para llevar a cabo su función y ha sido comprobado por el CSN mediante inspecciones y evaluaciones

Se consideran positivas las acciones propuestas por el titular y las medidas adicionales de equipos portátiles para prevenir el daño al combustible, en cuyo desarrollo deberán tenerse en cuenta los tiempos necesarios para llevarlas a cabo, y los tiempos disponibles antes de que se alcancen las situaciones límite que se pretende evitar. Estas medidas ya se han comentado en los apartados correspondientes a la pérdida de funciones de seguridad de este informe.

El titular incluye en su informe medidas de gestión de accidentes para la protección de la integridad de la contención en caso de accidente severo, tales como la implantación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos de forma que se reduzca la concentración de hidrógeno sin dependencia de sistemas soporte. El titular también propone como último nivel de defensa determinar la mejor opción de instalación de venteo filtrado de contención, teniendo en cuenta aspectos como la dosis al exterior y la reducción del término fuente.

El titular identifica los equipos y medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención; si bien deberá ampliar el análisis para contemplar las condiciones radiológicas y ambientales presentes en el accidente severo.

La evaluación del CSN considera correctas las medidas descritas por el titular y ha identificado diversos aspectos de detalle que el titular deberá incluir en el informe final, tales como la potencial acumulación de hidrógeno en otros edificios, el tratamiento de accidentes severos en otros modos de

operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y repuesta a la emergencia, la disponibilidad de la instrumentación en estos escenarios, los medios de protección y de control dosimétrico y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales recriticidades en las medidas que se adopten finalmente.

### **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

#### *Posición del Titular*

El análisis presentado analiza las situaciones de pérdida progresiva del inventario de la piscina de combustible, por evaporación, como consecuencia de la pérdida de refrigeración, y determina los tiempos disponibles para llevar a cabo acciones de mitigación. CN Vandellós no considera creíbles fugas significativas de la piscina como consecuencia de terremotos, ya que la estructura del edificio y de la piscina de combustible gastado (PCG) está diseñada para el SSE (0,2 g) y se ha realizado un análisis de márgenes sísmicos comprobando que la piscina, el liner de acero, las compuertas y su sistema de sellado, así como de los bastidores de almacenamiento son capaces de soportar más de 0,3 g.

El proceso que tendría lugar ante la pérdida de refrigeración de la piscina, supone la elevación de la temperatura del agua hasta alcanzar la temperatura de saturación, con la consiguiente pérdida de inventario por evaporación, lo que supone también la pérdida de blindaje radiológico. Si no se logra reponer inventario, este proceso continuaría hasta que el nivel alcanzara la parte superior de los elementos combustibles, iniciándose entonces el proceso de degradación del combustible. El tiempo calculado para que el nivel alcance la parte superior del combustible es de 114 horas en operación normal y de 51 horas en las peores condiciones de recarga. Estos tiempos permiten al titular afirmar que no considera que puedan existir situaciones límite relacionadas con esta problemática. A pesar de ello, el titular está analizando estrategias con medios adicionales de aporte a la piscina y de rociado del combustible, así como potenciales mejoras en la instrumentación de la piscina.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas.

La evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos (entre otros las potenciales mejoras en la instrumentación o el fenómeno de “sloshing”, movimiento que se produce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) que deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de

control dosimétrico de los trabajadores

### 4.2.3 C.N. COFRENTES

#### Sucesos naturales extremos

##### **Terremotos**

###### *Posición del Titular*

En el informe de C.N. Cofrentes se concluye que la central dispone de capacidad suficiente por encima del SSE (0,17 g), por lo que en caso de terremoto se garantiza la parada segura del Reactor y el mantenimiento de la función de confinamiento, tanto de la Contención como de la Piscina de Combustible, disponiéndose de un “margen sísmico” hasta 0,28g. El titular indica que analizará la posibilidad de incrementarlo hasta 0,3g mediante la sustitución de los componentes que resulten necesarios. Asimismo, se han analizado otras estructuras importantes de la planta, comprobándose que existe un margen en los edificios Auxiliar, Combustible, Servicios, Diesel y estanque del UHS igual o superior a 0,3g, mientras que para el edificio del Reactor y la Contención Primaria resulta superior 0,5g. También se ha comprobado la existencia de un margen superior a 0,3g en la estructura de las piscinas de combustible gastado y en los racks de almacenamiento contenidos en ellas.

###### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño sísmico de C.N. Cofrentes son las licenciadas en el diseño original de la instalación, se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y han sido evaluadas e inspeccionadas repetidas veces por el CSN.

Antes de las “pruebas de resistencia”, el titular ya había acreditado una capacidad HCLPF de su planta de 0.28g, limitación debida a la capacidad de algunos relés. La ampliación de los análisis de márgenes sísmicos para incluir la piscina de combustible gastado resulta necesaria de acuerdo con el alcance de las “pruebas de resistencia”. Los resultados que aporta el titular al respecto requieren ser verificados por parte del CSN mediante las comprobaciones oportunas. Si dichos resultados se confirman finalmente, el margen sísmico de la planta podría llegar a ser de 0.3g.

Las actuaciones propuestas resultan eficaces para mejorar la robustez de la planta frente a la ocurrencia de terremotos más allá de la base de diseño. Los resultados que se obtengan y la concreción de las acciones de detalle deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

Respecto a los efectos de sucesos internos derivados de sismos, tales como inundaciones internas o incendios, el titular no ha incluido ningún análisis en su informe. El CSN considera que el titular debe realizar dichos análisis, teniendo en cuenta las observaciones que se realizan en este informe a los estudios presentados por otras centrales, e incluirlos en su informe final.

##### **Inundaciones**

### *Posición del Titular*

La base de diseño frente a inundaciones considera la rotura catastrófica de la presa de Contreras (situada 106 km aguas arriba en el río Cabriel), coincidente con una avenida provocada por lluvia torrencial de magnitud equivalente a la mitad de la Precipitación Máxima Probable (PMP), y teniendo además en cuenta el efecto de vientos de 65 km/h que provocarían oleaje en la masa de agua. Con esta combinación de sucesos la altura máxima de la superficie del agua llegaría a la cota 367,41, por debajo de la cota de explanación (372 m), por lo que, aún en estas condiciones, sería posible llevar el reactor a Parada Fría y mantener la refrigeración de las piscinas de combustible.

Adicionalmente, se ha calculado el nivel de inundación por la rotura instantánea de la presa de Contreras, suponiendo que estuviera llena hasta su cota máxima. La cota máxima del agua alcanzada en el emplazamiento es 361,99m, que al considerar el oleaje producido por el viento, llegaría a 363,49 metros.

En todos los casos se perdería el parque eléctrico de 400 kV, situado en la cota 348,7, lo que provocaría, según diseño, la parada de la planta, no viéndose afectados los ESC localizados en la cota de explanación de la central. El parque eléctrico de 138 kV se encuentra en la cota 372, por lo que no se vería afectado. Así mismo, se ha analizado el trazado fuera del emplazamiento de las líneas

de 138 kV que llegan a C.N. Cofrentes, concluyendo que, aún en el caso de la máxima inundación prevista por diseño, esta línea estaría disponible.

Se postula como “situación límite” una inundación, sin causa conocida, que alcance la cota de explanación de la central (372 m). En esta situación se perdería la alimentación eléctrica desde el exterior, por inundación del parque de 138kV, pasando a depender la central de los generadores diesel (GD’s) de emergencia. En esta situación se podría llevar el reactor a parada fría y mantener la refrigeración de las piscinas de combustible gastado, ya que la cota de inundación de los edificios relevantes para la seguridad se encuentran como mínimo en la cota 372.20m. No se espera que la duración de una inundación comprometa los márgenes previstos para que la central mantenga sus funciones de seguridad sólo con alimentaciones interiores.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño relativas a los diferentes sucesos que podrían provocar inundación del emplazamiento se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y han sido evaluadas e inspeccionadas repetidas veces por el CSN.

En el contexto de estas pruebas de resistencia, el CSN considera que se debería actualizar el análisis determinista que descarta el suceso de rotura simultánea de las dos presas de Alarcón y Contreras, y revisar también el análisis de rotura de presas con bases de datos y modelos actualizados.

El titular afirma que no espera que la duración de la inundación considerada como “situación límite” comprometa los márgenes previstos para que la central mantenga sus funciones de seguridad sólo con alimentaciones interiores. No obstante, de la evaluación se deduce que debería estimarse el tiempo en

el que esta situación sería soportable.

## Otros Fenómenos Naturales Extremos

### *Posición del Titular*

C.N. Cofrentes ha analizado la posible ocurrencia de sucesos producidos por otros fenómenos de origen externo, identificando los vientos fuertes como los únicos relevantes. La velocidad de viento de diseño en C.N. Cofrentes es de 150 km/h, calculada a partir de estudios de vientos máximos en la zona con tiempo de recurrencia de 1000 años, así como aplicando criterios de las normas de edificación española MV-101. La velocidad máxima de viento medida hasta la fecha en el emplazamiento ha sido de 119 km/h. La capacidad de resistencia de las estructuras supera los 150 km/h, debido a los conservadurismos propios de este tipo de cálculos de cargas y a la consideración de otros criterios en el diseño (p.ej. criterios sísmicos).

### *Evaluación del CSN*

El cribado de sucesos externos realizado para establecer las bases de diseño se basa en una probabilidad muy baja de ocurrencia ( $10E-6$  por año), de acuerdo con las metodologías probabilistas que recoge la normativa aplicable del IPEEE.

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento (como nieve, tormentas eléctricas, altas temperaturas, sequía, heladas, pedrisco e incendios externos) e incluir estos análisis en el informe final.

## **Pérdida de funciones de seguridad**

### **Pérdida prolongada de la alimentación eléctrica exterior (LOOP)**

#### *Posición del Titular*

C.N. Cofrentes concluye que las alimentaciones exteriores tienen alta fiabilidad y que proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. En cuanto a las interiores, señala que los dos Generadores Diesel de Emergencia existentes pueden soportar sin ningún medio de apoyo externo más de 7 días una situación de LOOP; además, existe una reserva adicional de gasoil de otros sistemas de la central que se podría llevar a los depósitos de los generadores diesel: el titular va a analizar la posibilidad de disponer de una fuente de alimentación portátil para este fin, y dotar así a los generadores diesel de una autonomía de combustible cercana a 30 días.

#### *Evaluación del CSN*

El LOOP está dentro de las bases de diseño de la central, con una duración de al menos 7 días. Por tanto, la situación considerada en este subapartado ha sido evaluada y licenciada en etapas anteriores de la vida de la central, y en sus diversos aspectos ha venido siendo inspeccionada por el CSN.

La acción de mejora para prolongar la autonomía de los GD, se considera adecuada.

## **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo (SBO) con y sin respaldo del Generador Diesel del HPCS**

### *Posición del Titular*

En relación con este suceso, Cofrentes señala que dispone de un generador diesel adicional para alimentar al Sistema de Aspersión del Núcleo a Alta Presión (HPCS), cualificado eléctrica y sísmicamente. Como medida adicional va a desarrollar un procedimiento para alimentar las divisiones eléctricas I o II desde este generador diesel. Si no está disponible este generador diesel adicional, se dispone del Sistema de Refrigeración del Núcleo Aislado (RCIC) para inyectar agua al reactor, como se indica en el párrafo siguiente.

La base de diseño considera un SBO de 4 horas para lo que la dispone de los siguientes sistemas: el sistema de corriente continua, el Sistema de Refrigeración del Núcleo Aislado (RCIC), dotado de turbobomba, el sistema HPCS, las válvulas de alivio y seguridad del reactor, con capacidad de despresurizar la vasija y el Sistema de Protección Contra Incendios (PCI), que dispone de una bomba alimentada por gasoil, y que cuenta con conexiones para inyectar agua al Reactor, a la Piscina de Supresión, a las piscinas de combustible gastado, así como rociar la contención. En situación de SBO la inyección de agua al reactor la realizaría el sistema HPCS o el RCIC y, tras la despresurización de la vasija, el sistema de PCI. En un suceso de SBO prolongado, la extracción de calor residual a largo plazo, se llevaría a cabo a través de la apertura del Venteo Dedicado de la Contención (Hard Vent).

La central ha realizado una estimación del tiempo de alargamiento de autonomía de las baterías, mediante las diversas desconexiones que restringiesen el equipo conectado al realmente requerido para la situación considerada, y tal estimación conduce a 20h 46m para la batería “A” y a 25h 4m para la batería “B”. Como acción de mejora, se incluye la previsión de disponer de mecanismos para prolongar la capacidad de las baterías divisionales.

Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a posibles pérdidas de energía eléctrica, el titular propone implantar las siguientes mejoras, tales como optimizar la gestión de combustible para los Generadores Diesel, alimentar las divisiones I o II desde el generador diesel del HPCS, procedimentar la operación manual del RCIC sin alimentación eléctrica o mejorar las comunicaciones internas y externas, y realización de los análisis correspondientes.

### *Evaluación del CSN*

El escenario de “*Station Blackout*” (SBO) se incorporó a las Bases de Licencia de CN Cofrentes considerando una duración (“*coping time*”) de 4 horas, sin dar crédito al generador diesel de División III a efectos de cumplir con la normativa de SBO.

Las acciones previstas para disponer de medios para extender el funcionamiento de las baterías más allá de las 24 horas es una medida destacable para fortalecer la respuesta de la central frente a estos escenarios. Al respecto, destaca la importancia de la batería de División I, dado que aporta la corriente

continua necesaria para el funcionamiento del RCIC. La evaluación del CSN revisará mediante inspección las hipótesis y estimaciones para la duración extendida de las baterías, y los procedimientos previstos, al igual que las citadas previsiones para alargamiento hasta al menos 72 horas de los tiempos antes citados.

Otras medidas destacables son las previsiones relativas a la reposición de alimentación eléctrica exterior.

Adicionalmente a la información aportada por el titular, en el informe final se deberá incluir mayor detalle sobre las intervenciones que se deben hacer con la bomba diesel de PCI y las fuentes de agua disponibles, ya que podría tenerse que usar para aportar agua a la vasija, rociar la contención y aportar agua a la piscina de combustible gastado. Asimismo, se deberá incluir información específica sobre las actuaciones de las válvulas de alivio-seguridad para despresurizar la vasija.

La índole final de las acciones de mejora propuestas podrá ser valorada con mayor precisión en la siguiente fase, aunque a efectos de este informe, y con los comentarios ya incluidos en los apartados precedentes, se considera aceptable la propuesta del titular.

En cuanto al análisis de una situación de LOOP con pérdida de todas las fuentes de respaldo y de las baterías el titular no analiza este caso, el cual no está requerido en el documento de Pruebas de Resistencia de ENSREG. Debido a que ese caso puede considerarse que constituye una de las lecciones aprendidas del suceso de Fukushima, el CSN considera necesario que Cofrentes complete en este sentido sus análisis.

## **Pérdida del Sumidero Final de Calor (UHS)**

### *Posición del Titular*

C.N. Cofrentes describe las posibles situaciones que se pueden producir, ante la pérdida del UHS, el cual está constituido por un estanque excavado, cualificado sísmicamente. En situación de LOOP, la pérdida del UHS implicaría la pérdida de los tres Generadores Diesel por fallo de refrigeración, llegando a condición de SBO. En estas condiciones, estarían disponibles para inyectar refrigerante a la vasija el sistema RCIC y el Sistema de Protección Contra Incendios (PCI). Éste último no se podría garantizar si la situación es concurrente con un sismo, ya que el sistema no está calificado sísmicamente. Tampoco podría darse crédito al Venteo Dedicado de Contención, ya que algunas partes del sistema no están cualificadas sísmicamente. Es por esta razón por la que se va a considerar el rediseño del venteo de contención y el subsistema de PCI que se usa para inyectar a la vasija, para que puedan ser funcionales después de la ocurrencia de un sismo base de diseño.

Aún siendo el UHS la única reserva de agua a la que se da crédito ante el sismo, el titular indica que en C.N. Cofrentes existen diversas reservas de agua que podrían aprovecharse con motobombas diesel: las 2 balsas de vertidos con capacidad de hasta 120.000 m<sup>3</sup> cada una, el canal y los vasos de las Torres de tiro natural y los sistemas de fuentes locales. El aprovechamiento de estas reservas puede aportar una mejora adicional a esta planta para hacer frente a la pérdida del UHS por lo que C.N. Cofrentes propone analizar y establecer las oportunas conexiones para aprovechar estas reservas.

## **Pérdida del Sumidero Final de Calor Primario y del Alternativo, con SBO**

Esta condición no añade más severidad a la situación de esta planta, puesto que el desarrollo del transitorio es equivalente al descrito en el apartado anterior.

### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas. La pérdida de sumidero final de calor de agua de servicios esenciales coincidente con LOOP conduciría a una situación de SBO sin HPCS. Dado que la refrigeración de los tres generadores diesel de salvaguardias depende del UHS, se considera conveniente que el titular analice la viabilidad de introducir medidas complementarias.

Las medidas propuestas por el titular, junto con algunas de las identificadas en los apartados de pérdida de energía eléctrica, se consideran muy positivas para reforzar la robustez de la central frente a este escenario accidental, aunque para valorarlas con mayor precisión, el titular deberá incluir más detalle en su informe final de pruebas de resistencia. El impacto de la pérdida del sumidero final de calor en la capacidad de refrigeración de la piscina de combustible gastado, se analiza en otro apartado de este informe.

### **Gestión de accidentes**

#### **Medidas de Gestión de Accidentes Severos en el reactor**

##### *Posición del titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos. También describe el uso de las guías y procedimientos a medida que se van degradando las condiciones de la planta.

Como conclusión de su análisis, C.N. Cofrentes propone diversas actuaciones para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso. Así, y además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, y cuando se finalice la definición de las nuevas estrategias, C.N. Cofrentes anuncia que revisará la idoneidad de los medios humanos actualmente descritos en su Plan de Emergencia Interior. C.N. Cofrentes también indica que, para reforzar la protección frente a accidentes severos, y como apoyo a la función de los ignitores de hidrógeno existentes, va a analizar la instalación de recombinadores pasivos autocatalíticos (PAR) en aquellas zonas de contención que puedan presentar riesgo de acumulación de hidrógeno. Así mismo, va a modificar la cota de aspiración del venteo dedicado de contención actual para hacerlo compatible con la estrategia de inundación de contención (además de mejorar su diseño sísmico, tal y como ya se ha mencionado) y analizar la conveniencia de dotar al mismo de un sistema de filtrado, adicional a la función de “lavado” (pool scrubbing) que realiza la propia piscina de supresión; en cuanto a la habitabilidad de sala de control, se analizarán medidas adicionales para garantizar el mantenimiento de la presurización de la Sala de Control en caso de SBO prolongado.

El titular está considerando otras medidas que pueden tener un impacto positivo sobre la gestión de los accidentes severos: asegurar el suministro de aire para la actuación de las válvulas de alivio-seguridad y de las válvulas de venteo de la contención; y tener la capacidad de inyectar agua a vasija, a piscina de supresión y a las piscinas de combustible gastado mediante grupos de bombeo que pudiesen tomar agua desde distintas fuentes y aportarla a la vasija.

### *Evaluación del CSN*

Como conclusión general, las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, correctas, aunque hay aspectos que no se han desarrollado suficientemente y deberán ser completados en el informe final.

Varias medidas de actuación en caso de accidentes severos, ya se estaban desarrollando en respuesta a un requisito del CSN en el contexto de la Revisión Periódica de la Seguridad del año 2011. Estas medidas están relacionadas con el control de hidrógeno en contención, el venteo filtrado de contención y la estrategia de inundación de la contención, por lo que las actuaciones previstas por el titular en relación con estos temas se consideran adecuadas. Dado que estos requisitos se establecieron antes de la ocurrencia del accidente de Fukushima, el CSN espera que en el plan de acción que se debe incluir en el informe final, el titular no se limite a cumplir con lo requerido entonces, sino que agilice todo lo posible la definición e implantación de las medidas previstas.

El rediseño del sistema actual de venteo de contención, propuesto por el titular, para que pueda ser funcional después de la ocurrencia de un sismo base de diseño se considera adecuado y se debería completar con un análisis del margen sísmico del sistema. En los análisis relativos a la instalación de un filtrado en el venteo de contención, se deberán considerar los efectos positivos debidos a la reducción de vertidos al exterior y la reducción de dosis en otros edificios de la central.

Asimismo el titular deberá desarrollar más en detalle el análisis sobre los medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención, considerando la idoneidad de la instrumentación en las condiciones radiológicas y ambientales presentes en el accidente y las dosis que los trabajadores pudieran recibir al tomar las muestras o realizar medidas radiológicas.

Con relación a la viabilidad y efectividad de las medidas existentes de gestión de accidentes en las condiciones de riesgos extremos, se debería analizar de manera específica la capacidad de los sistemas que participan en las estrategias de POE-GAS para cumplir su función en caso de sismo e inundaciones. Esta información se deberá incluir en el informe final.

Respecto a la instrumentación disponible en estos escenarios, la información incluida en el informe de progreso no está suficientemente desarrollada, por lo que deberá ser ampliada en el informe final.

Hay otros aspectos que deberán completarse en el informe final como la potencial acumulación de hidrógeno en otros edificios, el tratamiento de accidentes severos en otros modos de operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y repuesta a la emergencia y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales re-

críticidades en las medidas que se adopten finalmente

## **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

### *Posición del Titular*

El análisis presentado analiza las situaciones de pérdida progresiva del inventario de las piscinas de combustible, por evaporación y como consecuencia de la pérdida de refrigeración, determinando los tiempos disponibles para llevar a cabo acciones de mitigación, que se realizarían de acuerdo con el procedimiento de operación existente y que ahora se ha revisado para incluir medidas de gestión del accidente hasta el inicio del descubrimiento del combustible.

Los análisis realizados por CN Cofrentes indican que el valor mínimo del tiempo hasta el comienzo de la ebullición en la situación más desfavorable (es decir, partiendo de operación en recarga con el núcleo completo descargado en piscina) sería de 10 horas desde que se produjese la pérdida de refrigeración en la piscina, y de 97 horas hasta que se alcanzase el descubrimiento del combustible gastado.

Finalmente, Cofrentes señala que ha elaborado una nueva estrategia de reparto de elementos almacenados en las piscinas de combustible gastado que supone una mejora de la refrigeración en sucesos con descubrimiento de los elementos almacenados.

### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas.

La evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos (entre otros las potenciales mejoras en la instrumentación o el fenómeno de “sloshing”, movimiento que se produce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) que deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de control dosimétrico de los trabajadores

Las medidas propuestas por el titular se consideran positivas y se espera que el titular las presente con más detalle en el informe final, en especial la relativa a las estrategias de reparto de elementos almacenados en las piscinas de combustible gastado.

#### **4.2.4. C.N. ASCÓ**

##### **Sucesos naturales extremos**

## Terremotos:

### *Posición del Titular*

En el informe C.N. Ascó concluye que la central dispone de capacidad suficiente por encima del SSE (0,13 g), por lo que en caso de terremoto se garantiza la parada segura del Reactor y el mantenimiento de la función de confinamiento, tanto de la Contención como de la Piscina de Combustible, disponiéndose de un “margen sísmico” de 0,3g. El titular indica, además, que está realizando análisis complementarios de margen sísmico del Sistema de Refrigeración de la Piscina de Combustible Gastado, de los equipos de Station Blackout y de los equipos relevantes incluidos en las Guías de Accidentes Severos.

El titular ha analizado la capacidad resistente de dos presas importantes que existen en el río Ebro, aguas arriba del emplazamiento: Mequinenza y Ribarroja, concluyendo que tienen capacidad para soportar el sismo base de diseño del emplazamiento.

El titular incluye en su informe el efecto de un sismo sobre tuberías sin diseño sísmico. Como conclusión de su análisis el titular indica que no considera necesario realizar un análisis sistemático de todas las tuberías no sísmicas.

Sin embargo considera que se deben analizar las tuberías que pudieran producir esos efectos en algunos recintos de la central que contienen equipos importantes y que podrían dar lugar a situaciones de riesgo significativo. Estas tuberías se han identificado en los análisis de riesgos (APS de Inundaciones) realizados, por lo que el titular propone como acción de mejora, la evaluación del comportamiento sísmico de estas líneas, al objeto de tomar acciones para eliminar las posibles vulnerabilidades que fuesen identificadas.

Otro aspecto que considera el titular son los potenciales incendios provocados por la acción sísmica. El titular indica que en C.N. Ascó el diseño de la planta cuenta con características pasivas para evitar la propagación de incendios entre equipos de parada segura de ambos trenes, cuenta con sistemas de extinción automática para mitigar las consecuencias de incendios así como con una organización y medios técnicos destinados a la lucha contra incendios en el emplazamiento.

Como medida adicional y de cara a sucesos de origen sísmico, se llevará a cabo un inventario de las fuentes potencialmente significativas de incendio por almacenamiento de productos inflamables o explosivos, y se realizará una inspección desde el punto de vista sísmico. Se implantarán las modificaciones viables necesarias para proporcionar a estos equipos de mayor robustez sísmica.

Respecto a la afección por industrias externas, en el caso de C.N. Ascó, a la fecha del estudio, la única instalación relevante es la Planta Electroquímica de Erkimia, localizada en Flix, situado a unos 4 km de la Central. Esta Planta se dedica a la producción de cloro y sus derivados. Según indica el titular, en dicha planta se almacenan 31 sustancias que pueden ser consideradas explosivas, tóxicas o asfixiantes. En su gran mayoría las cantidades almacenadas no superan los 1000 kg.

En el estudio IPEEE de C.N. Ascó se consideró el riesgo derivado de una explosión y se concluyó que las explosiones en la Planta de Erkimia se podían descartar como fuente de riesgo para C.N. Ascó.

Respecto al riesgo de liberación de tóxicos, se determinó que en caso de liberación, hay varias sustancias que podrían llegar con concentraciones relevantes a las tomas de aire de las Salas de Control de C.N. Ascó. Todas ellas, excepto el cloro, en las condiciones meteorológicas más desfavorables no llegarían a alcanzar el límite de toxicidad para los operadores, aun sin el aislamiento de la Sala de Control.

En el caso del cloro, se produce el aislamiento de la Sala de Control y el personal de operación debe utilizar equipos de respiración autónoma existente en la sala. En caso de sismo podría dañarse el detector (espectrógrafo de masas), por lo que debe procederse al aislamiento manual de la Sala de Control cuando el sistema de vigilancia sísmica de la central alerte de la ocurrencia de un sismo en el emplazamiento.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño sísmico de la central, para ambas unidades, son las mismas que las licenciadas para el diseño original. Su aceptabilidad respecto a los requisitos exigidos por el CSN a lo largo del tiempo, ha sido comprobada en los procesos de evaluación sísmica desarrollados antes de conceder las sucesivas autorizaciones de explotación; mediante análisis específicos efectuados en las revisiones periódicas de seguridad; y también a través de las diversas inspecciones realizadas, dentro de los procesos de supervisión y control del CSN.

Con anterioridad a las “pruebas de resistencia” el titular ya había acreditado una capacidad HCLPF de 0.3g para su planta, incluyendo las funciones de seguridad y de confinamiento del Edificio de Contención y de su Sistema de Aislamiento. La ampliación de los análisis de márgenes sísmicos para incluir la piscina de combustible gastado resulta necesaria de acuerdo con el alcance de las “pruebas de resistencia”. Los resultados que aporta el titular al respecto requieren ser verificados por parte del CSN mediante las comprobaciones oportunas. Si se confirman finalmente, el margen sísmico de la planta sería 0.3g a todos los efectos.

Se considera que las actuaciones propuestas resultan eficaces para mejorar la robustez de la planta frente a la ocurrencia de terremotos más allá de la base de diseño. Los resultados que se obtengan y la concreción de las acciones de detalle deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los terremotos que exceden el DBE y las inundaciones producidas, el titular ha analizado la resistencia de las presas aguas arriba frente a la base de diseño sísmico de la planta y ha determinado también la capacidad sísmica de las presas de Mequinenza y Ribarroja. Los resultados del titular indican que ambas presas resisten el terremoto base de diseño de Ascó (además, la capacidad sísmica de Mequinenza es 1.20 veces el DBE y la de Ribarroja tiene un factor de 1.08 respecto al DBE). Estos resultados están siendo comprobados por parte del CSN mediante los correspondientes procesos de evaluación e inspección.

Respecto del análisis del comportamiento de tuberías no sísmicas, la evaluación del CSN considera que las acciones propuestas por el titular resultarán eficaces para mejorar la robustez de la planta frente a la ocurrencia de terremotos más allá de la base de diseño. Sin embargo, el alcance de los análisis de

roturas de tuberías no sísmicas que propone el titular, debería ampliarse para revisar de manera sistemática roturas de estas tuberías, sin cribar de antemano con estimaciones probabilistas.

La evaluación del CSN considera que los análisis realizados por la CN Ascó respecto a la afectación por industrias próximas en el marco del cumplimiento de los análisis derivados del IPEEE y sus conclusiones son aceptables en el marco de la evaluación de este informe.

Igualmente, en cuanto los incendios producidos por sismos, la evaluación considera que la acción propuesta por el titular contribuirá a identificar y robustecer la instalación. En aquellos casos en que no se pueda demostrar un margen sísmico adecuado (0,3g), el titular debería completar el estudio con el análisis de que los potenciales efectos no afectarían a la parada segura de la central ni a la piscina de combustible y su refrigeración.

## **Inundaciones**

### *Posición del Titular*

C.N. Ascó concluye que ha analizado los sucesos externos que pueden dar lugar a inundaciones en el emplazamiento, que son los siguientes:

Avenida Máxima Probable (AMP) del río Ebro por causas hidrológicas y meteorológicas

Avenida Máxima Probable en corrientes y barrancos

Precipitaciones locales intensas en el propio emplazamiento

Aguas Subterráneas

Avenida causada por rotura sísmicamente inducida de presas situadas aguas arriba del emplazamiento

El suceso de inundación que resulta más limitante es la rotura encadenada de las tres presas situadas en el río Ebro aguas arriba de la central. Los análisis de inundación contemplados en la base de diseño indican que en la hipótesis más desfavorable de las analizadas, el agua alcanzaría un nivel de 47.7m, lo que está por debajo de los 50.0m de la cota de explanación de la central. Para el presente informe se han llevado a cabo análisis adicionales de rotura de presas, tanto por causas sísmicas como por avenidas, concluyéndose que el nivel máximo que se alcanzaría en el emplazamiento sería de 48.11 m, con un margen de casi 2 metros respecto de la cota de explanación.

No se han identificado situaciones límite asociadas al fenómeno de inundaciones en el emplazamiento de C.N. Ascó. No obstante, el parque de 400kV se sitúa en la cota 38, por tanto la hipótesis razonable es que superada esta cota, todas las alimentaciones provenientes de este parque quedarían fuera de servicio, provocando por tanto disparo de planta, y con cierta probabilidad una pérdida total de suministro eléctrico exterior.

Como medida adicional, el titular propone llevar a cabo un análisis de detalle del encauzamiento de los barrancos cercanos al emplazamiento con el fin de determinar potenciales acciones de mejora. Asimismo, para penetraciones en trincheras se revisarán los sellados para dotarlos de una resistencia hi-

drostática que proporcione margen adicional.

#### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño relativas a los diferentes sucesos se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y en documentos complementarios que han actualizado la información con posterioridad a la licencia inicial de la central y han sido evaluados e inspeccionados por el CSN.

En el caso de inundación debida a precipitación local intensa no se citan procedimientos para evitar sus posibles consecuencias, por lo que esto deberá incluirse en el informe final.

Las medidas propuestas para incrementar la robustez de la instalación frente a inundaciones se consideran adecuadas, aunque deberán concretarse en el informe final.

Finalmente, los análisis de rotura de presas y los niveles de inundación resultantes en el emplazamiento serán comprobados por el CSN, revisando las hipótesis, datos de partida y metodología aplicada, mediante los procesos de evaluación e inspección correspondientes, que actualmente están en curso de realización.

### **Otros fenómenos naturales extremos**

#### *Posición de Titular*

El único suceso natural que ha pasado el proceso de cribado, para descartar aquellos cuyo impacto fuera despreciable, es el de vientos fuertes, siendo la base de diseño 144 km/h. En el análisis realizado de estructuras y tanques exteriores relacionados con la seguridad, el titular concluye que dispone de un margen de seguridad superior a 2,6 veces la velocidad del viento de diseño.

#### *Evaluación del CSN*

El cribado de sucesos externos realizado para establecer las bases de diseño se basa en una probabilidad muy baja de ocurrencia ( $10^{-6}$ ), de acuerdo con las metodologías probabilistas que recoge la normativa aplicable del IPEEE. En el informe presentado solo se ha tratado la ocurrencia de vientos fuertes.

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento (como nieve, tormentas eléctricas, temperaturas extremas, sequía, pedrisco, hinchamiento del suelo e incendios externos), e incluir esos análisis en el informe final.

### **Pérdida de funciones de seguridad**

#### **Pérdida prolongada de la alimentación eléctrica exterior (LOOP)**

#### *Posición del Titular*

C.N. Ascó concluye que las alimentaciones exteriores tienen alta fiabilidad y que proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. En cuanto a las interiores, señala que los dos Generadores Diesel de Emergencia existentes en cada unidad pueden soportar sin ningún medio de apoyo adicional más de 7 días una situación de LOOP. Además, el titular menciona el proyecto en curso de instalación de un quinto Generador Diesel de Emergencia, con los mismos requisitos de diseño y cualificación que los dos existentes en cada unidad, y con capacidad para sustituir a cualquiera de ellos.

#### *Evaluación del CSN*

El escenario de LOOP está dentro de las bases de diseño de la central, con una duración de al menos siete días. Por tanto, la situación ha sido evaluada y licenciada en etapas anteriores de la vida de la central, y en sus diversos aspectos ha venido siendo inspeccionada por el CSN.

Las líneas de alimentación eléctrica exteriores tienen orígenes y recorridos diferentes; esta independencia aporta fiabilidad al suministro. El operador de la red dispone de procedimientos de recuperación por zonas que tienen en cuenta la alimentación preferente para las centrales nucleares. Se considera una medida positiva la realización de pruebas periódicas de recuperación de energía exterior desde la central hidráulica.

### **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo**

#### *Posición del Titular*

El análisis realizado por el titular señala la existencia de un Generador Diesel adicional (GD-3), común para ambas unidades, con capacidad de alimentación a cargas tales como la Bomba de Prueba Hidrostática, cargadores de baterías clase IE de tren B, alumbrado de emergencia, etc., que permite hacer frente a la pérdida de la energía eléctrica exterior y de las fuentes normales de respaldo. Este Generador está ubicado en un edificio separado de los GD-E, y es refrigerado mediante circuito autónomo dotado de su correspondiente torre de refrigeración. Están en curso actuaciones para extender la autonomía de este Generador Diesel a más de 7 días, y para permitir la conexión simultánea del mismo a ambas unidades, así como a la refrigeración de la Piscina de Combustible Gastado.

#### *Evaluación del CSN*

La pérdida total de alimentación eléctrica (interior y exterior, *Station Blackout*<sup>2</sup>, SBO) es un suceso más allá de las Bases de Diseño de las centrales en operación, que se incorporó a las Bases de Licencia con una duración (“coping time”) de 4 horas. No obstante el Sistema de Alimentación Alternativa de Corriente Alterna mediante ese GD-3, instalado para cumplir la normativa se diseñó para 8 horas de SBO en una de las Unidades de CN Ascó. El escenario que ahora se considera es un SBO en el que se amplía el tiempo de duración de las 8 h consideradas en el diseño del GD-3 a más de 7 días y que puede ocurrir simultáneamente en los dos Grupos. Al existir la posibilidad de conectar este GD-3 a ambos Grupos y con las medidas propuestas para aumentar la autonomía a más de 7 días, la central será capaz de resistir sin ningún medio de apoyo adicional más de 7 días en esta situación. Con el apoyo de dicho

GD, la corriente continua y la corriente alterna 120 V del tren B estarán disponibles.

La evaluación del CSN estima que el Generador Diesel GD-3 de C.N. Ascó puede considerarse como una fortaleza, ya que está ubicado en edificio separado de los GDE, con sistemas soporte diferentes y se refrigera de forma autónoma. Asimismo, no se tienen objeciones al planteamiento de compartir el citado GD-3 entre los dos Grupos en la situación indicada, si bien habrá que realizar las adecuadas comprobaciones en cuanto a capacidad y potencia demandada en caso de conexión simultánea a ambos Grupos.

En cuanto a la capacidad de las fuentes de aporte a los generadores de vapor y de suministro de agua al circuito primario con la bomba de prueba hidrostática, la central dispone de capacidad para afrontar este escenario sin ningún medio de apoyo adicional más de 7 días.

El CSN revisará los nuevos análisis del titular, que se desarrollarán con más detalle en el informe final.

### **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo y del GD-3**

#### *Posición del Titular*

El informe del titular indica que en esta situación quedarían sólo las baterías como fuente de suministro eléctrico. Cada una de ellas dispone, por diseño, de capacidad para alimentar a las cargas requeridas asociadas durante al menos dos horas. El informe incluye un reanálisis de estos tiempos, considerando consumos más realistas, y una nueva estrategia de desconexión selectiva de cargas, en el que se obtiene un valor superior a 24 horas.

En este escenario la evacuación del calor residual del núcleo se realiza a través de los Generadores de vapor, mediante la descarga a la atmósfera de las válvulas de alivio y manteniendo inventario con la Turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar (TBAAA). En estas condiciones no es posible mantener el inventario del primario a largo plazo, debido a las fugas esperables por los sellos de las Bombas de Refrigeración del Reactor. El titular incluye un análisis de los tiempos en los que se produciría el descubrimiento del núcleo, el fallo de la vasija y el de Contención. Teniendo en cuenta estos análisis, el titular propone dotarse de equipos portátiles que estén disponibles en el emplazamiento en una ubicación segura, para generación de energía eléctrica que permita aumentar la autonomía a más de 72 horas, y para posibilitar la inyección alternativa al primario. Está en curso el estudio para la especificación de los mismos, teniendo en cuenta varias hipótesis de disponibilidad y/o accesibilidad de los centros de distribución

#### *Evaluación del CSN*

Respecto al aumento de la autonomía de las baterías, la evaluación del CSN considera aceptable la utilización de criterios realistas (“best estimate”) en las hipótesis a considerar así como en la desconexión de cargas no necesarias, que deberán estar debidamente procedimentadas y entrenadas. Estos análisis y los valores obtenidos de autonomía serán objeto de verificación por el CSN junto con las previsiones los medios portátiles, citadas por la central, para su utilización antes de las 24 horas. Tanto

los cálculos realizados para justificar el aumento de la autonomía para cada una de las baterías, como las provisiones de medios portátiles para su utilización antes de las 24 horas, serán objeto de comprobación por parte del CSN.

La central ha expuesto adecuadamente los equipos previstos para el escenario de no disponibilidad del generador Diesel de SBO, en el que la central haría frente a la situación con ayuda de los sistemas de corriente continua: alimentación a los GV por medio de la Turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar y despresurización de los GV y por ende del circuito primario mediante las válvulas de alivio de los GV. En estas condiciones no sería posible mantener el inventario del primario a largo plazo, ya que se estaría produciendo la fuga por los sellos de las Bombas de Refrigeración del Reactor.

La evaluación del CSN concluye que las provisiones y propuestas de la central son aceptables, para este informe de progreso. Los análisis de determinación de tiempos límite serán revisados por el CSN.

### **LOOP con pérdida de todas las fuentes de respaldo y de las baterías**

#### *Posición del Titular*

El titular indica que en esta situación sólo queda la posibilidad de la operación manual de la TBAAA y del alivio de los GV, e incluye un análisis de los tiempos en los que se alcanzaría una situación límite. Como medida adicional a lo señalado en el punto anterior, el titular propone dotarse de equipos portátiles para disponer de capacidad de aporte alternativo a los Generadores de Vapor.

Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a posibles pérdidas de energía eléctrica, el titular propone implantar las mejoras tales como disponer de grupos motogeneradores portátiles con capacidad de alimentar la bomba de prueba hidrostática, cargadores de baterías o centro de control de motores, disponer de motobombas para inyección de agua al circuito primario y a los generadores de vapor, o disponer de medios adicionales de iluminación y comunicación, así como la realización de los análisis correspondientes.

#### *Evaluación del CSN*

En este escenario de pérdida de corriente continua desde el momento inicial, sólo se dispone de la posibilidad de operación manual de la TBAAA y del alivio de los GV para extracción de calor residual y retrasar en lo posible el potencial daño al núcleo. Esta estrategia de operación manual, así como la viabilidad de la implantación de las mejoras previstas serán objeto de comprobación por parte del CSN y deberán detallarse más en el informe final.

### **Pérdida del Sumidero Final de Calor**

#### *Posición del Titular*

C.N. Ascó describe los dos sumideros de calor existentes; dado que son totalmente independientes la pérdida de uno sólo no afectaría a la capacidad de alcanzar condiciones seguras.

En el informe preliminar CN Ascó hace mención a que la Balsa de Salvaguardias, que mantiene el suficiente inventario de agua para alimentar durante 30 días al sumidero final de calor, permite además el aporte de agua por gravedad, sin necesidad de ningún elemento de bombeo, tanto al Sistema de Agua de Alimentación Auxiliar como a la Piscina de Combustible Gastado.

### **Pérdida simultánea del sumidero final de calor primario y del alternativo**

Aunque el titular indica que no considera una situación creíble la pérdida simultánea de ambos sumideros dada la disposición física y la independencia de los sistemas que transmiten el calor residual, se analiza este escenario, concluyéndose que el mismo no llevaría a una situación límite, dado que la central sería capaz de resistir en esta situación sin apoyos externos más de 7 días.

### **Pérdida del Sumidero Final de Calor Primario y del Alternativo, con SBO**

El análisis presentado concluye que las situaciones que se podrían producir son equivalentes a las correspondientes al SBO, por lo que las acciones de mejora coinciden con las indicadas en el apartado correspondiente a este suceso.

#### *Evaluación del CSN*

El titular a efectos de este análisis considera que dispone de dos sumideros de calor, uno identificado como sumidero de calor primario (sistema 41, refrigerado con agua del río Ebro) y otro como sumidero de calor alternativo (sistema 43, que dispone de una balsa de almacenamiento de agua). La pérdida del sistema 41 está dentro de las bases de diseño de la central y ha sido evaluada y licenciada en etapas anteriores de la central. Los equipos y procedimientos para hacer frente a esas situaciones han sido objeto de inspección por parte del CSN en repetidas ocasiones.

La pérdida del sumidero final de calor alternativo no provoca en sí mismo ningún transitorio sobre la planta dado que no tiene funciones en la operación normal. En aplicación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento se procederá a la parada de la central hasta la situación de Parada Fría.

La pérdida de ambos sumideros finales de calor conduce a una situación en la que los sistemas y componentes críticos para mantener las funciones de seguridad, tales como el agua de alimentación auxiliar, las válvulas de alivio de los generadores de vapor y la bomba de prueba hidrostática, son los mismos considerados en el apartado de pérdida de alimentación de energía eléctrica y, por ello, a una situación similar a la de LOOP con pérdida de los GD de emergencia. Las medidas propuestas, que son las mismas ya consideradas en los análisis anteriores, se consideran positivas para reforzar la robustez de la central frente a este escenario accidental.

En relación con la operación a largo plazo (24 h o más) de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar, esta capacidad no se comprueba en las pruebas de vigilancia a las que se somete este componente. El titular debería analizar la posibilidad de realizar pruebas adicionales.

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correc-

tas, y deberán completarse en el informe final.

## **Gestión de accidentes**

### **Medidas de Gestión de Accidentes Severos en el reactor**

#### *Posición del Titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos. También describe el uso de las guías y procedimientos a utilizar a medida que se van degradando las condiciones de la planta.

Además, C.N. Ascó propone diversas actuaciones para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso. Así, y además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, y cuando se finalice la definición de las nuevas estrategias, C.N. Ascó anuncia que revisará la idoneidad de los medios humanos actualmente en su PEI. También indica que va a proceder a instalar en contención recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) para mejorar el control de hidrógeno, que está realizando un estudio para determinar la mejor opción de instalación de venteo filtrado de Contención, que está analizando las ventajas e inconvenientes de posibilitar la inyección de agua a la contención y a la cavidad del reactor, y que está estudiando las posibles estrategias para permitir el rociado por el exterior para mitigación de la liberación de productos de fisión.

#### *Evaluación del CSN*

Tanto los procedimientos de operación de emergencia, POE, como las Guías de Gestión de Accidentes Severos, se ha incorporado en esta central a partir de los estándares del grupo de propietarios de Westinghouse, PWROG. Se consideran adecuados para llevar a cabo su función, lo cual ha sido comprobado por el CSN a través de inspecciones y evaluaciones.

Se consideran positivas las acciones propuestas por el titular con el análisis y las medidas adicionales de equipos portátiles para prevenir el daño al combustible, en cuyo desarrollo deberán tenerse en cuenta los tiempos necesarios para llevarlas a cabo, y los tiempos disponibles antes de que se alcancen las situaciones límite que se pretende evitar. Estas medidas ya se han comentado en los apartados correspondientes a la pérdida de funciones de seguridad de este informe.

El titular incluye en su informe medidas de gestión de accidentes para la protección de la integridad de la contención en caso de accidente severo, tales como la implantación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos de forma que se reduzca la concentración de hidrógeno sin dependencia de sistemas soporte. El titular también propone como último nivel de defensa determinar la mejor opción de instalación de venteo filtrado de contención, teniendo en cuenta aspectos como la dosis al exterior y la reducción del término fuente.

El titular identifica los equipos y medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención; si bien deberá ampliar el análisis para contemplar las condiciones radiológicas y ambientales presentes en el accidente severo.

La evaluación del CSN considera que las medidas descritas por el titular, en líneas generales, son correctas y ha identificado diversos aspectos de detalle que el titular deberá desarrollar en el informe final, tales como la potencial acumulación de hidrógeno en otros edificios, el tratamiento de accidentes severos en otros modos de operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y repuesta a la emergencia, la disponibilidad de la instrumentación en estos escenarios, los medios de protección y de control dosimétrico y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales recriticidades en las medidas que se adopten finalmente.

### **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

#### *Posición del Titular*

El análisis presentado analiza las situaciones de pérdida progresiva del inventario de las piscinas de combustible, por evaporación, como consecuencia de la pérdida de refrigeración, y determina los tiempos disponibles para llevar a cabo acciones de mitigación. El titular no considera creíbles fugas significativas de la piscina como consecuencia de terremotos ya que la estructura del edificio y de la piscina de combustible gastado (PCG) está diseñada para el SSE (0,13 g) y se ha realizado un análisis de márgenes sísmicos comprobando que la piscina, el liner de acero, las compuertas y su sistema de sellado, así como de los bastidores de almacenamiento son capaces de soportar más de 0,3 g.

El proceso que tendría lugar ante la pérdida de refrigeración de la piscina, supone la elevación de la temperatura del agua hasta alcanzar la temperatura de saturación, con la consiguiente pérdida de inventario por evaporación, lo que supone también la pérdida de blindaje radiológico. Si no se logra reponer inventario, el proceso continuaría hasta que el nivel alcanzara la parte superior de los elementos combustibles, iniciándose a continuación el proceso de degradación del combustible. El tiempo calculado para que el nivel alcance la parte superior del combustible es de 97 horas en operación normal y de 41 horas en las peores condiciones de recarga. Estos tiempos permiten al titular afirmar que no considera que puedan existir situaciones límite relacionadas con esta problemática. Además, uno de los medios de reposición existentes es desde la balsa de salvaguardias, que permite un aporte por gravedad sin necesidad de medios activos de bombeo. A pesar de ello, el titular está analizando estrategias con medios adicionales de aporte a la piscina de forma y de rociado del combustible, así como las potenciales mejoras en la instrumentación asociada.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas. La evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos (entre otros las potenciales mejoras en la instrumentación o el fenómeno de “sloshing”, movimiento que se pro-

duce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) que deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de control dosimétrico de los trabajadores

### **Almacenamiento temporal de combustible gastado**

Actualmente está en proceso de licenciamiento la construcción de un Almacén Temporal para el almacenamiento en seco de combustible gastado, que estará ubicado en un lugar muy por encima de la cota de inundación. Este Almacén Temporal está diseñado como categoría sísmica I, estando previsto que se ponga en marcha el año próximo.

## **4.2.5. Central nuclear de Almaraz**

### **Sucesos naturales extremos**

#### **Terremotos**

##### *Posición del titular*

El diseño sísmico de las dos unidades de Almaraz se basa en un terremoto de parada segura (DBE) que tiene una aceleración horizontal (PGA) en el campo libre de 0.10 g. El titular ha realizado una revisión de las bases de diseño sísmico de la planta para determinar su validez actual, ampliando el periodo inicial con el catálogo de sismos ocurridos desde 1970 hasta el 17/05/2011 y concluyendo que siguen siendo válidas.

En la revisión de márgenes sísmicos, el titular indica que CN Almaraz tiene un margen sísmico HCLPF igual o mayor que 0,21 g, e identifica los componentes de la planta con un HCLPF inferior a 0,3 g. También se identifica un margen sísmico HCLPF de 0,20 g para la integridad de confinamiento del combustible gastado almacenado en el edificio de combustible, así como un margen sísmico HCLPF de 0,3 g para la pérdida de la integridad de confinamiento de la contención. Como resultado del análisis, el titular identifica los componentes que deben ser cambiados o fortalecidos para confirmar que la capacidad sísmica de la planta alcanza el nivel de 0,3 g

El titular indica que dispone de procedimientos con los que hacer frente a las potenciales consecuencias del sismo dentro de la base de diseño, sin necesidad de medios exteriores al emplazamiento. En relación con las inundaciones internas que pudieran ser consecuencia de roturas de tuberías producidas por un terremoto, la central indica que está garantizada la adecuada protección de la planta

frente a tales sucesos.

Adicionalmente, y en relación con el efecto que un sismo más allá de las bases de diseño de la central pudiera tener sobre la presa situada en el río Tajo en el entorno de la central, el titular ha realizado su análisis estructural, obteniendo como resultado que, tras un sismo de intensidad 0,3 g, la presa mantendría su integridad. Aunque los resultados del cálculo estructural muestran que para ese terremoto no hay colapso de la estructura, ni rotura, ni pérdida de su funcionalidad, también se ha analizado la posibilidad de una inundación, por rotura de la presa con el embalse lleno hasta su nivel máximo normal (cota 315 m). Se concluye que en ninguna de las dos hipótesis de rotura consideradas (rotura instantánea y simultánea de compuertas del aliviadero de la presa, y rotura parcial de la presa en forma de escotadura con superficie total de 2500 m<sup>2</sup>) se alcanzaría la cota de explanación de la central (cota 257,5 m), llegando la inundación en el peor caso a la cota 256,73 m.

En relación con inundaciones derivadas de sismos, el titular indica que ha identificado posibles fuentes de inundación a partir de la selección de sistemas y líneas identificadas en el APS de Inundaciones, esta identificación se realiza con objeto de analizar sus márgenes sísmicos y realizar una inspección del estado de las mismas como medio de determinar las condiciones reales de estos elementos. Además indica que se realizarán actuaciones para obtener un valor lo más cercano posible a los 0,3 g, de forma que los márgenes sísmicos de los equipos y estructuras requeridos para realizar las funciones de parada segura estén en torno a 3 veces el terremoto base de diseño.

#### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño sísmico de C.N. Almaraz son las licenciadas en el diseño original de la instalación, se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y han sido evaluadas e inspeccionadas repetidas veces por el CSN. En relación con las disposiciones para proteger la central frente al DBE, no se cita en el informe la existencia de un Sistema de Vigilancia Sísmica de la central, que deberá incluirse en el informe final.

El CSN revisará los análisis realizados para incrementar el margen sísmico de la planta, efectuando las oportunas comprobaciones mediante los procesos de evaluación o inspección que correspondan.

La integridad de la presa de Valdecañas, situada aguas arriba de la central, se ha analizado frente a un terremoto con PGA horizontal de 0,3 g, PGA vertical de 0,2 g, y con agua hasta la cota 315 m máxima de embalse, concluyéndose que se mantiene la integridad de la misma. El análisis de la estabilidad frente a la ocurrencia de avenidas extraordinarias, contempla su colapso por hundimiento del cimiento que profundiza 20 m en el terreno y por rotura de la bóveda, obteniéndose como resultado que existen amplios márgenes frente a la inundación de la planta en ambos casos. El CSN comprobará las hipótesis de rotura y los cálculos realizados.

Respecto al análisis de inundación por fallo de la presa de Valdecañas, cualquiera que fuera su causa (sísmica o de otra índole), el CSN comprobará las hipótesis de rotura utilizadas y los cálculos realizados de propagación de la avenida para asegurar que se han tenido en cuenta todas las hipótesis creíbles y que los cálculos son adecuados.

En relación con inundaciones derivadas de terremotos, la evaluación del CSN considera que la acción realizada por el titular es amplia y contribuye a la robustez de la instalación, pero no se identifica claramente el alcance considerado. La evaluación del CSN considera que no se debe descartar, a priori, un alcance mayor para el análisis, completándose con otras tuberías, fuentes de inundación y barreras no categoría sísmica I, identificadas en el análisis de inundaciones como susceptibles de generar sucesos iniciadores y afectar a sistemas de mitigación.

El titular no ha abordado el análisis de posibles incendios derivados de sismos, por lo que deberá incluirlo en el informe final.

## **Inundaciones**

### *Posición del titular*

C.N. Almaraz dispone de margen sobre la máxima altura de inundación calculada de acuerdo con su base de diseño, en la que se considera una avenida máxima con “periodo de retorno” de 10000 años. Además, indica que la cota de inundación para un período de retorno de diez millones de años sería también inferior a la cota de explanación, y la posibilidad de sufrir daños en los edificios situados por debajo de esta cota, serían muy bajos para un periodo de retorno de un millón de años por lo que considera adecuados los márgenes disponibles. A pesar de ello, C.N. Almaraz propone la implantación de una modificación de diseño que aumente la capacidad de los desagües de la presa de Arrocampo y otra para hacer estancas las puertas de acceso a los edificios de tratamiento de purgas y salvaguardias. Asimismo indica que está analizando la posibilidad de mejorar la estanqueidad del resto de instalaciones con equipos relacionados con la seguridad y la capacidad de drenaje del emplazamiento y los sellados de penetraciones en galerías.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño relativas a los diferentes sucesos que podrían provocar inundación del emplazamiento se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y han sido evaluadas e inspeccionadas repetidas veces por el CSN.

En relación con los nuevos análisis realizados, los datos aportados por la planta requieren algunas aclaraciones adicionales, hay cierta confusión en algunos valores, aunque en cualquier caso, está asegurado que no se alcanza el nivel de inundación de la central. En el informe final se deben incorporar dichas aclaraciones.

En relación con el análisis sobre el efecto de inundaciones originadas por entrada de agua a través de conductos de la planta situados por debajo de la cota de explanación de la central, o por aumento del nivel freático, se deberá ampliar la información en el informe final. Así mismo deberían analizarse los efectos de la pérdida de los sistemas de control del nivel freático existentes en la central, constituidos por sistemas activos alimentados por corriente eléctrica.

En el caso de inundación por precipitaciones intensas, no se cuantifica cual es el tiempo disponible tras la activación de la alarma en Sala de Control, para adoptar las acciones previstas en el Plan de

Emergencia Interior. Esta información deberá incluirse en el informe final, así como completar lo relativo a procedimientos para evitar inundaciones.

Respecto a las medidas propuestas, todas ellas se consideran adecuadas para contribuir a fortalecer la respuesta de la planta frente a inundaciones externas.

## **Otros sucesos naturales extremos**

### *Posición del Titular*

Los sucesos naturales que han pasado el proceso de cribado, para descartar aquellos cuyo impacto fuera despreciable, son las lluvias torrenciales y los vientos fuertes. En su análisis concluye que dispone de márgenes suficientes en ambas situaciones. Así, indica que la central no se vería afectada por precipitaciones con frecuencia de ocurrencia de una vez cada 10 millones de años, que las estructuras de la central fueron diseñadas para soportar velocidades de viento de 144 km/h, y que la máxima racha de viento anual en el periodo analizado fue de 136km/h, por lo que en ningún momento se ha sobrepasado la velocidad de viento que se marca en los criterios de diseño. Los factores de seguridad aplicados en el diseño de las estructuras suponen márgenes disponibles de casi un 50% para edificios no sísmicos y superiores al 100% para edificios sísmicos. A pesar de ello el titular tiene previsto analizar la viabilidad de realizar mejoras en cubiertas y terrazas.

### *Evaluación del CSN*

El cribado de sucesos externos realizado para establecer las bases de diseño se basa en una probabilidad muy baja de ocurrencia (10<sup>-6</sup>), de acuerdo con las metodologías probabilistas que recoge la normativa aplicable del IPEEE. En el informe presentado solo se ha tratado la ocurrencia de lluvias torrenciales y vientos fuertes (En el informe final las lluvias torrenciales se deberían incluir en el apartado de inundaciones)

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento como son, entre otros: nieve, caída de rayos, altas temperaturas, sequía, heladas, pedrisco, e incendios externos. Estos análisis deberían incluirse en el informe final.

## **Pérdida de funciones de seguridad**

### **Pérdida de energía eléctrica exterior (LOOP)**

#### *Posición del Titular*

C.N. Almaraz concluye que las alimentaciones exteriores tienen alta fiabilidad y que proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. En cuanto a las interiores, señala que dispone de 2 generadores diesel por unidad (más uno compartido) cualificados sísmicamente y con requisitos eléctricos de seguridad nuclear (Clase 1E). Los tanques de gasoil tienen capacidad suficiente para alimentar a un generador diesel de cada unidad durante más de 7 días, o 10,5 días si no se produjera un fallo pasivo de uno de los tanques.

El titular indica que dispone de al menos siete días de capacidad de funcionamiento en caso de LOOP.

La central indica que se han realizado diversas pruebas de suministro a C. N. Almaraz desde las centrales hidráulicas que pueden garantizar que se podría disponer de energía eléctrica en un plazo muy corto de tiempo. Para sistematizar estas pruebas, propone realizarlas periódicamente y elaborar un procedimiento.

#### *Evaluación del CSN*

El LOOP está dentro de las bases de diseño de la central, con una duración de siete días, y las medidas para hacer frente a este escenario han sido evaluadas e inspeccionadas por el CSN.

Las líneas exteriores tienen orígenes y recorridos diferentes, lo que aporta fiabilidad al suministro. El operador de la red dispone de procedimientos de recuperación por zonas que tienen en cuenta la alimentación preferente para las centrales nucleares. Además, la propuesta de realización de pruebas periódicas de recuperación de alimentación exterior desde centrales hidráulicas mejorará la fiabilidad de recuperación la alimentación exterior.

En el informe final se confirmarán las capacidades existentes de los sistemas de lubricación y refrigeración (aceite y agua) para asegurar la citada disponibilidad de siete días.

### **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo**

#### *Posición del Titular*

La central dispone de un quinto generador diesel con todos sus servicios autónomos incluyendo refrigeración por aire y baterías, y con la misma capacidad, requisitos de diseño y cualificación que los otros cuatro y que está diseñado para actuar como sustituto de cualquiera de ellos mediante un sistema de interconexión rápida.

Con una única unidad en SBO, se alinearía el 5DG a ésta, recuperando el suministro eléctrico de emergencia y ambas unidades se podrían llevar a parada segura y mantenerlas en esa situación a largo plazo. Con ambas unidades en SBO se alinearía el 5DG alternativamente a una y otra unidad, lo que permitiría el uso en una unidad de los sistemas de salvaguardias y mantener cargadas las baterías en la otra unidad para el control de la Turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar (TBAF) y de las válvulas de alivio de los Generadores de Vapor (GGVV).

#### *Evaluación del CSN*

Para el caso de que las dos unidades estén en SBO el titular propone el alineamiento del 5DG alternativamente a cada una de las unidades. La evaluación del CSN considera el 5DG de CN Almaraz como una fortaleza, ya que está separado físicamente de los otros GDE, tiene sistemas soporte diferentes, y se refrigera por aire. La incorporación de este 5DG fue sometida a un proceso de licenciamiento específico.

La evaluación del CSN no tiene objeciones al alineamiento alternativo del 5DG, si bien considera que sería conveniente que la central analice la viabilidad de acoplar el 5DG a ambas unidades de forma simultánea, lo cual con el diseño actual no es posible debido a los enclavamientos existentes.

## **Pérdida total de corriente alterna (SBO)**

### *Posición del titular*

En caso de una pérdida total del suministro eléctrico de corriente alterna la central está licenciada para hacer frente a esta situación durante al menos 4 horas con corriente continua solamente. Para ello, las unidades afectadas iniciarían el enfriamiento del sistema primario mediante el uso de las válvulas de alivio de los GGVV y la TBAF. La central indica que el tiempo real disponible hasta el agotamiento de la batería que alimenta la TBAF (batería B) sería de 7 horas y 50 minutos y que además dispone de otra fuente alternativa, batería dedicada, que proporciona alimentación para 7 horas y 20 minutos adicionales.

Además se dispone de la capacidad de funcionamiento manual, sin alimentación de corriente continua, de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar, lo que permitiría mantener la alimentación a los generadores de vapor mientras que se disponga de alguna fuente de suministro de agua a dicha turbobomba, la capacidad de los tanques de almacenamiento, obtenida en base a cálculos realistas, es de más de 24 horas.

Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a posibles pérdidas de energía eléctrica, el titular propone implantar mejoras tales como disponer de equipo portátil para inyectar al circuito primario y de aporte de agua a los generadores de vapor, incorporar mejoras en la instrumentación, en los sistemas de iluminación y comunicaciones y realización de los análisis correspondientes.

### *Evaluación del CSN*

El escenario de “*Station Blackout*” (SBO) se incorporó a las Bases de Licencia de CN Almaraz suponiendo que la pérdida total de corriente alterna tiene lugar solamente en una de las dos unidades y considerando una duración (“*coping time*”) de 4 horas.

El titular considera aumentar la autonomía de las baterías mediante la desconexión procedimentada de cargas no necesarias. El CSN realizará una evaluación detallada de los cálculos de la batería B. Para la batería del tren A (que no interviene en la operación de la turbobomba) no se aporta información, que deberá incluirse en el informe final.

La evaluación del CSN considera que se debe confirmar en el informe final que existirán medios en el emplazamiento o con aporte de equipo ligero desde el exterior, para mantener la operabilidad de las baterías (al menos, de la batería B) durante al menos 72 horas, así como la disponibilidad de suministro de agua a los generadores de vapor.

Respecto a la viabilidad de la operación de la turbobomba controlada manualmente, el hecho de que se haya probado en una unidad y que dicha prueba haya sido satisfactoria, debe considerarse como una fortaleza. Se considerará la necesidad de que se lleve a cabo la misma prueba también en la otra unidad. El CSN realizará verificaciones adicionales sobre dicha prueba.

Las acciones de mejora propuestas por el titular se consideran adecuadas. De ellas, resulta particularmente destacable la previsión de disponer de instrumentación portátil, y de una bomba alternativa de inyección al circuito primario para reponer el inventario de fuga a través de los cierres.

En general, la central aporta información parcial en relación con los análisis de tiempos límite; ello deberá completarse en el informe final detallando de manera específica las hipótesis de fuga a través de los cierres de las bombas de refrigerante del reactor consideradas en sus análisis para determinar el tiempo límite del descubrimiento del núcleo.

En cuanto a la situación de LOOP con pérdida de todas las fuentes de respaldo y de las baterías, el titular deberá ampliar el análisis realizado, adicionalmente a la prueba ya realizada de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar.

### **Pérdida del sumidero final de calor (UHS)**

#### *Posición del titular*

C.N. Almaraz describe los dos sumideros de calor existentes en la central y que pueden ser utilizados por el sistema de agua de servicios esenciales (ES); la pérdida de uno de ellos, por sí sólo, no afectaría a la capacidad de alcanzar condiciones seguras. Si se perdieran ambos, o el sistema ES, la situación sería similar a la descrita para el LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo.

### **Pérdida del sumidero final de calor combinado con SBO**

En este caso la situación sería similar a la descrita para SBO sin el 5DG disponible.

#### *Evaluación del CSN*

La pérdida de cualquiera de los dos embalses está dentro de las bases de diseño de la central y ha sido evaluada y los equipos y procedimientos para hacer frente a esas situaciones han sido objeto de inspección por parte del CSN en repetidas ocasiones.

La pérdida total del sumidero final de calor en distintos escenarios conduce a las situaciones ya analizadas en el apartado de pérdida de energía eléctrica. Las medidas propuestas por el titular en dicho apartado se consideran positivas para reforzar la robustez de la central frente a estos escenarios accidentales.

En relación con la operación a largo plazo (24 h o más) de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar, esta capacidad no se comprueba en las pruebas de vigilancia a las que se somete este componente. El titular debería analizar la posibilidad de realizar pruebas adicionales.

Adicionalmente a lo indicado por el titular en este apartado, la pérdida de la función de sumidero final de calor conduciría a la pérdida de refrigeración de la piscina de combustible gastado, que se analiza más adelante.

## Gestión de accidentes

### **Medidas de Gestión de Accidentes en el reactor**

#### *Posición del titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos.

Almaraz analiza también las diversas estrategias contenidas en sus GGAS y su capacidad de proteger la contención y mitigar liberaciones al exterior, concluyendo que, con los medios ya existentes y con los que se proponen en los capítulos anteriores, dispone de capacidad suficiente para hacer frente a accidentes severos.

En cualquier caso, Almaraz propone diversas actuaciones para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso. Así, y además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, y cuando se finalice la definición de las nuevas estrategias, anuncia que revisará la idoneidad de los medios humanos actualmente descritos en su Plan de Emergencia Interior, teniendo en cuenta también la posibilidad de que el suceso afecte a las dos unidades. También indica que va a proceder a instalar en contención recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) para mejorar el control de hidrógeno en accidente severo, aún en caso de un SBO prolongado, y que está analizando las diferentes posibilidades para disponer de capacidad para disminuir la presión en contención en este tipo de accidentes.

#### *Evaluación del CSN*

El titular propone medidas adicionales de refuerzo relacionadas con equipos portátiles para prevenir el daño al combustible. Todas estas medidas de mejora se consideran positivas para prevenir el daño al combustible.

Las medidas propuestas por CN Almaraz para los accidentes severos relativas a la instrumentación y a la instalación de PAR se consideran positivas.

En relación con la despresurización de Contención, el titular propone realizar un estudio para determinar la viabilidad de instalación de venteo filtrado de contención. En su evaluación deberá considerar los efectos beneficiosos de instalar un venteo filtrado de contención, así como las presiones en las que esté prevista su utilización.

En cuanto a los medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención, el titular debe desarrollar más en detalle este análisis.

En relación a las estrategias de inundación de la contención y la cavidad del reactor, el titular deberá contemplar en su análisis final posibles mejoras, teniendo en cuenta los equipos e instrumentación importante que se perderían.

Hay otros aspectos que deberán completarse en el informe final, tales como la potencial acumulación de hidrógeno en otros edificios, el tratamiento de accidentes severos en otros modos de operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y respuesta a la emergencia, los medios de protección y de control dosimétrico, la disponibilidad de la instrumentación en estos escenarios y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de los equipos que participan en las estrategias de GGAS para cumplir su función en caso de sismo y/o inundación y la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales recriticidades en las medidas que se adopten finalmente.

### **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

#### *Posición del titular*

El análisis presentado detalla los diferentes sistemas disponibles en la central para refrigerar las piscinas y poder reponer inventario en caso necesario, y señala además que la evacuación de calor de la piscina está garantizada, sin toma de acciones y en el peor de los casos, por un tiempo superior a 60 horas.

A pesar de ello, y con el fin de aumentar la robustez de la central, el titular propone dotarse de equipos portátiles adecuados para reponer el inventario de agua a la piscina, así como de instrumentación portátil y medios de aspersión sobre los elementos de combustible gastado de la piscina.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas.

La evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos (entre otros las potenciales mejoras en la instrumentación o el fenómeno de “sloshing”, movimiento que se produce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) que deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de control dosimétrico de los trabajadores.

Las medidas propuestas por el titular se consideran positivas y se espera que el titular las presente con más detalle en el informe final.

## 4.2.6. Central nuclear Santa María de Garoña

### Sucesos naturales extremos

#### Terremotos

##### *Posición del titular*

Dentro del Programa de Revisión Sistemática (SEP, 1983), se estableció el valor de 0,10g para el sismo de parada segura (SSE). En el contexto de las pruebas de resistencia se ha realizado una ampliación de los datos de sismos considerados, incluyendo los ocurridos desde el 01.01.1983 hasta el 31.07.2011, que ha confirmado la validez del valor del SSE establecido en la base de licencia.

En el informe de C.N. Santa María de Garoña se concluye que la central dispone de capacidad suficiente por encima del SSE, para garantizar la parada segura del Reactor y el mantenimiento de la función de confinamiento tanto de la Contención como de la Piscina de Combustible. Se dispone de un “margen sísmico” de 0,30g, excepto para el Tanque de Condensado, cuyo margen se limita a 0,17g, y los relés de mínima tensión de las barras de emergencia y los tanques de rebose de la piscina, cuyo margen se limita a 0,28g. Estos componentes serán objeto de una modificación de diseño para lograr disponer de un margen de 0.30g en todos los sistemas requeridos para alcanzar una situación segura de planta.

El titular ha analizado también la problemática de que un sismo más allá de las bases de diseño pudiera afectar a la presa del Ebro, situada a una distancia de 70km en línea recta desde la planta. En el análisis se ha concluido que ésta mantendría su integridad frente a un sismo de 0,358g, lo que justifica que la hipótesis de su rotura no fuera considerada dentro de las bases de diseño de la central.

##### *Evaluación del CSN*

Las bases de licencia actuales para el diseño sísmico de C.N. Santa M<sup>a</sup> de Garoña han sido evaluadas y aceptadas por el CSN y han sido inspeccionadas repetidas veces por el CSN dentro de sus programas de supervisión. La revisión realizada considerando sismos desde el 01.01.1983 hasta el 31.07.2011 confirma el valor del SSE establecido y se considera aceptable.

Antes de las “pruebas de resistencia” el titular ya había acreditado un margen sísmico de su planta de 0.17g, limitación debida al tanque de almacenamiento de condensado. La ampliación de los análisis de márgenes sísmicos propuestos se considera aceptable. Sus resultados serán verificados por el CSN.

Respecto a la rotura de la presa de Arroyo (embalse del Ebro) por sismo, el titular aporta un valor de margen sísmico (como capacidad antes de rotura) de 0,378g. Las hipótesis y cálculos realizados serán verificados por el CSN, así como el resto de análisis que justifican que las potenciales inundaciones producidas por sismos quedarían por debajo de la estructura de toma y la central dispondría de todas las funciones de seguridad para llevar la planta a parada segura.

Respecto a los efectos de sucesos internos derivados de sismos, tales como inundaciones internas o incendios, el titular no ha incluido ningún análisis en su informe. El CSN considera que el titular debe

realizar dichos análisis, teniendo en cuenta las observaciones que se realizan en este informe a los estudios presentados por otras centrales, e incluirlos en su informe final.

## **Inundaciones**

### *Posición del titular*

El diseño de la central contemplaba una Avenida Máxima Probable (PMP) con incrementos de caudal en el río Ebro que pudieran llegar hasta 2.502m<sup>3</sup>/s, con lo que se alcanzaría la cota 515,72m, que no afectaría a los equipos de parada segura (cota de explanación: 518,0m y cota de afección a Estructura de Toma (516,5m). También está analizada la rotura completa e instantánea de las presas aguas arriba de la central. Los caudales obtenidos, combinados con el 50% de la PMP, producen niveles de inundación que no sobrepasan la cota 516m, no afectando tampoco a elementos vitales de la instalación. El titular indica que no se ha considerado la rotura encadenada de estas dos presas, ya que la capacidad total de desagüe de la presa más próxima a la central es superior a la onda de avenida.

Dentro del alcance de las pruebas de resistencia, y con el fin de identificar los márgenes de seguridad existentes relativos a estas presas, Garoña indica que se ha realizado una reevaluación del problema, con métodos actualizados y modelos más precisos, obteniéndose valores de caudal en el emplazamiento inferiores a los obtenidos en las bases de diseño.

Finalmente, y en relación con la potencial rotura de la presa del Ebro, Garoña ha realizado un análisis de sus consecuencias, con hipótesis realistas, que concluye que la cota de inundación no sobrepasaría la cota 515,75m, por lo que no afectaría a áreas vitales de la instalación, y que el tiempo transcurrido hasta alcanzar el nivel máximo sería superior a 26h. (el cauce del río tiene un recorrido de 158km. desde la presa hasta la central) lo que permitiría en un hipotético caso de rotura, adoptar medidas preventivas.

### *Evaluación del CSN*

Las bases de diseño relativas a los diferentes sucesos que podrían provocar inundación del emplazamiento se encuentran recogidas en el Estudio de Seguridad y han sido evaluadas e inspeccionadas repetidas veces por el CSN. Respecto a los nuevos análisis realizados, el CSN realizará una verificación de las hipótesis y cálculos utilizados por el titular para concluir que las cotas de posibles inundaciones no afectarían a áreas vitales de la instalación.

En el documento presentado no se incluye el análisis de posibles efectos de inundación por precipitaciones locales intensas, ni estimación de márgenes respecto al diseño de la red de drenaje de pluviales, ni de la red de drenaje de cubiertas. Tampoco se analiza el potencial impacto por elevación del nivel de las aguas subterráneas, por lo en el informe final deberán incluirse estos aspectos.

El titular no ha identificado las acciones que tomaría en caso de roturas extraordinarias de las presas, ni identifica los procedimientos de actuación a este respecto, por lo que esta información se deberá completar en el informe final.

Adicionalmente, el CSN considera necesario que el titular complete sus estudios analizando las po-

sibles consecuencias sobre la estructura de toma de un arrastre masivo de algas u otros materiales como consecuencia de las inundaciones consideradas.

## **Otros Fenómenos Naturales Extremos**

### *Posición del titular*

El titular ha analizado la posible ocurrencia de sucesos producidos por otros fenómenos naturales de origen externo, identificando las cargas debidas al viento y el bajo nivel de agua del río debido a la rotura de la presa de Sobrón, como los más significativos. Tras evaluar las máximas cargas esperables por viento, se concluyó que el diseño de las estructuras contemplaba valores superiores a los obtenidos. En cuanto al bajo nivel del río, el titular indica que se comprobó que debido a la propia configuración de la toma de agua, no se ponía en cuestión la extracción de calor residual a largo plazo ya que el sistema de Agua de Servicios de Emergencia permanecería operable.

El titular también ha analizado el suceso de carga por nieve, concluyéndose que la probabilidad de exceder el dimensionamiento de las cubiertas es tan baja que no requiere mayor análisis. En cuanto a

la sequía y las altas temperaturas, y tras las modificaciones de diseño realizadas en el año 2007 en las que se independizó del agua del río la refrigeración de las salas de bombas, Garoña concluye que no comprometen la seguridad de la central.

### *Evaluación del CSN*

El cribado de sucesos externos realizado para establecer las bases de diseño se basa en una probabilidad muy baja de ocurrencia (10-5 por año), de acuerdo con las metodologías probabilistas que recoge la normativa aplicable del IPEEE. En el informe presentado se ha tratado la ocurrencia de vientos fuertes, bajo nivel de agua en el río, nieve, sequía y altas temperaturas.

Para abordar situaciones más allá de las bases de diseño y determinar márgenes de seguridad, se deberían considerar otros sucesos creíbles en el emplazamiento como son, entre otros: tormentas eléctricas, heladas, pedrisco o incendios externos. Estos análisis deberían incluirse en el informe final.

## **Pérdida de funciones de seguridad**

### **Pérdida prolongada de la alimentación eléctrica exterior (LOOP)**

#### *Posición del titular*

El titular concluye en su informe que las alimentaciones exteriores tienen alta fiabilidad y que proporcionan confianza en la capacidad de restablecer rápidamente una pérdida de la red exterior. En cuanto a las interiores, señala que los dos Generadores Diesel de Emergencia existentes pueden soportar durante 8 días una situación de LOOP sin ningún medio de apoyo externo, y sin tener en cuenta el combustible existente en el tanque base y el tanque día. Estos generadores se refrigeran por aire, por lo que no son dependientes del sumidero principal de calor.

El método preferente para la refrigeración del combustible en situación de LOOP es mediante el uso del Condensador de Aislamiento, ya que no da lugar a reducción de inventario de agua en el Reactor y no aporta calor a la Cámara de Supresión así, y siempre que se mantenga la aportación de agua a la carcasa del condensador de aislamiento se asegura la refrigeración del reactor. Las fuentes de aportación de Agua al Condensador de Aislamiento, que están disponibles tras una pérdida de energía exterior y permiten la operación continuada del mismo, son el Sistema de Transferencia de Condensado y el sistema contraincendios, que cuenta con diseño sísmico. El tanque de almacenamiento de condensado, a su máximo nivel, dispone de agua suficiente para la refrigeración del reactor más de 7 días. Además existen otros métodos de refrigeración que harían uso de los sistemas disponibles en LOOP.

#### *Evaluación del CSN*

La eventualidad de un LOOP está dentro de las bases de diseño de la central, disponiéndose de una autonomía de 7 días con el funcionamiento de los generadores diesel. Este escenario aparece expuesto en los documentos de licencia aplicables y los equipos y medios para hacer frente al mismo han sido inspeccionados por el CSN repetidamente a lo largo de la vida de la central.

Las líneas exteriores tienen orígenes y recorridos diferentes; esta independencia aporta fiabilidad al suministro frente a eventualidades como la postulada (LOOP). El operador de la red dispone de procedimientos de recuperación por zonas, que tienen en cuenta la alimentación preferente para las centrales nucleares y es muy favorable la previsión de realización de pruebas periódicas de recuperación de energía exterior desde las centrales hidráulicas, que propone el titular, por lo que se considera conveniente su pronta implantación.

Los dos generadores diesel de emergencia están refrigerados por aire, por lo que son independientes del sumidero final de calor.

En base a ello, el CSN considera que la respuesta esperable de la central en caso de LOOP sería segura y conforme a lo previsto.

### **LOOP con pérdida de las fuentes normales de respaldo (SBO)**

#### *Posición del titular*

Garoña indica que no ha sido necesario incorporar al diseño fuentes adicionales de respaldo en corriente alterna dado que se dispone de sistemas actuados por corriente continua capaces de asegurar la evacuación del calor residual.

Los sistemas preferentes para la refrigeración del combustible en este caso son el Condensador de Aislamiento (IC), y el Sistema de Inyección de Alta Presión (HPCI). Ambos dependen de corriente continua para su funcionamiento. El HPCI utiliza como fuente de agua preferente el Tanque de Almacenamiento de Condensado. El HPCI aportaría la pérdida de inventario de la vasija con arranques intermitentes, de corta duración y muy espaciados en el tiempo. La utilización del HPCI, para reponer nivel en la vasija, puede ser suplida con agua inyectada vía bomba diesel contra incendios, tras haber realizado una despresurización. La aportación de agua a la carcasa del IC está garantizada durante al menos 24h por la autonomía de la bomba diesel contra incendios.

La central incluyó, en su momento, una modificación de diseño para permitir graduar la apertura, desde sala de control, de la válvula cuyo accionamiento da origen a la entrada en servicio del Condensador de Aislamiento.

La instrumentación necesaria para la vigilancia de los parámetros fundamentales de la vasija y Contención Primaria se alimenta de barras con UPS con baterías de corriente continua de respaldo, con autonomía de al menos 4 horas, que se podría llevar a 24 realizando la desconexión de cargas, siguiendo las indicaciones de los procedimientos de operación aplicables y llegar a 32 horas mediante acciones adicionales.

Para aumentar la autonomía y la fortaleza de la instalación para hacer frente a un SBO, el titular propone las siguientes mejoras:

Dado que para la refrigeración del combustible en el reactor el método preferente es la utilización del Condensador de Aislamiento, se considera conveniente reforzar las disposiciones actuales con capacidad de alimentación adicional desde el Tanque de Condensado, mediante una de las bombas de transferencia de condensado alimentada por un grupo motor-generator eléctrico dedicado a ese fin, o mediante una motobomba de una capacidad equivalente.

La utilización de un grupo motor-generator permitiría alimentar al Centro de Control de Motores “J”, (o a una sección de este CCM) situado en el Edificio de Turbina, que alimenta a una de las bombas de transferencia de condensado, a la Barra Esencial A y a los cargadores “A” y “C” de 125 V cc.

#### *Evaluación del CSN*

El escenario de “Station Blackout” (SBO) se incorporó a las Bases de Licencia de la central considerando una duración (“coping time”) de 4 horas. Dentro de las dos opciones planteadas como posibles en la RG 1.155 (independencia frente a la corriente alterna, disponibilidad de una fuente de corriente alterna alternativa), la central de Garoña optó por la primera de ellas, basada en la utilización, en cuanto a alimentaciones eléctricas, de fuentes de corriente continua.

Las previsiones del titular para extender la duración de las baterías a 24 horas, realizando la desconexión de cargas no necesarias, y la conexión posterior de la batería de reserva para extender la autonomía hasta 32 horas, se considera aceptable, si bien es importante completarla con la acción de mejora propuesta, consistente en la adición de un grupo motor-generator, que permitiría la alimentación de los cargadores de baterías “A” y “C”, además de una de las bombas de transferencia de condensado y de la Barra Esencial “A” (barra que alimenta a la instrumentación vía un transformador). Por parte del CSN se prevé revisar en una inspección las hipótesis y estimaciones realizadas para justificar la duración extendida de las baterías, así como los procedimientos de actuación previstos.

Como se ha indicado en el caso de LOOP, las características de la central con el diseño existente (esto es, aun sin contar con las acciones de mejora que está previsto implantar), ya presenta fortalezas, pues los dos generadores diesel, son refrigerados por aire, y están ubicados por encima de la cota de inundación, así como las baterías y barras de corriente continua de la central. Además, existe la posibilidad de conectar la batería de 125Vcc hasta la barra esencial de su tren, lo que aumenta las garantías de disponibilidad de la instrumentación.

En cuanto al análisis de una situación de LOOP con pérdida de todas las fuentes de respaldo y de las baterías, el titular no analiza este caso, el cual no está requerido en el documento de Pruebas de Resistencia de ENSREG. Debido a que ese caso puede considerarse que constituye una de las lecciones aprendidas del suceso de Fukushima, el CSN considera necesario que C.N. Garoña complete en este sentido sus análisis.

La central, en este informe de progreso, no hace explícitas consideraciones de los tiempos en que se producirían los distintos hitos de los escenarios contemplados, lo cual se espera que sea incluido en el informe final.

Se concluye que las valoraciones y propuestas de la central son aceptables, para esta fase de informe de progreso.

### **Pérdida del sumidero final de calor**

#### *Posición del titular*

El titular describe en su informe las características del Sumidero Final de Calor de la central, señalando algunos sistemas que no dependen del mismo para su refrigeración: Generadores Diesel de emergencia, el Condensador de Aislamiento y los Sistemas Agua Fría Esencial que refrigeran la Sala de Control, las Salas de Equipo Eléctrico y las salas de las bombas de los ECCS de baja presión.

### **Pérdida del Sumidero Final de Calor Primario y del Alternativo, con SBO**

En esta situación, el sistema que permite mantener la refrigeración del combustible y la evacuación del calor residual es el HPCI, junto con la operación puntual del venteo de la Contención (su utilización requiere dos operaciones de venteo de la contención en las primeras 72 horas). Este venteo se realiza sin que haya habido descubrimiento del combustible, por lo tanto sin que se haya generado hidrógeno, y sin que haya habido daño al núcleo, por lo tanto con poco impacto al exterior.

El titular señala que este es el escenario más exigente que se ha analizado dentro del informe de las pruebas de resistencia, y que aún así la Central mantendría su capacidad de refrigeración del reactor con los medios disponibles sin apoyo externo, durante las primeras 24 horas.

Adicionalmente, y para mejorar las capacidades de la central frente a las posibles pérdidas de energía eléctrica y del sumidero final de calor, el titular propone implantar las siguientes mejoras tales como proceder a la prueba de alimentación eléctrica exterior de centrales hidráulicas, disponer de un grupo motogenerador para alimentar al centro de control de motores que alimenta a bombas de transferencia de condensado y cargadores de batería, disponer de una motobomba autónoma para apoyo al sistema de protección contra incendios, y la realización de los análisis correspondientes.

#### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas, sin embargo, no incluye en su análisis las previsiones de diseño y operativas existentes para evitar la pérdida de la estructura de toma, por lo que esta información deberá incluirse en el informe final.

Las medidas propuestas por el titular se consideran positivas para reforzar la robustez de la central frente a este escenario accidental.

La central, en este informe de progreso, no hace explícitas consideraciones sobre los tiempos en que se producirían los distintos hitos en los escenarios contemplados, lo cual se espera que sea incluido en el informe final.

Adicionalmente a lo indicado por el titular en este apartado, la pérdida del sumidero final de calor afectará a la capacidad de refrigeración de la piscina de combustible gastado. Esta problemática se analiza en otro apartado de este informe.

## **Gestión de accidentes**

### **Medidas de Gestión de Accidentes Severos en el reactor**

#### *Posición del titular*

Al igual que el resto de las centrales, el titular describe las medidas existentes a nivel de equipos, procedimientos y personal humano para prevenir, mitigar y gestionar accidentes severos. También describe el uso de las guías y procedimientos a medida que se van degradando las condiciones de la planta.

Como conclusión de su análisis, Garoña propone diversas actuaciones para aumentar la robustez de la instalación frente a este tipo de suceso. Así, y además de lo indicado en el apartado general respecto de un nuevo Centro de Apoyo de Emergencias centralizado, y cuando se finalice la definición de las nuevas estrategias, el titular anuncia que revisará la idoneidad de los medios humanos actualmente recogidos en su Plan de Emergencia Interior.

Adicionalmente el titular propone incorporar una serie de mejoras y entre ellas mejorar del diseño del Venteo Directo de contención, trabajando conjuntamente con el BWROG en este análisis y acometerá las acciones que se propongan, desarrollar un procedimiento de apertura manual de las válvulas de la línea de Venteo Directo de Contención, instalar recombinadores en áreas del Edificio de Reactor susceptibles de acumulación de hidrógeno, analizar la posibilidad de instalar un filtrado de la atmósfera de la contención complementario a la acción del agua del Toro.

#### *Evaluación del CSN*

Como conclusión general, las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas, así como las medidas propuestas. Sin embargo se han identificado aspectos que deben completarse en el informe final y que se citan a continuación.

En cuanto a las medidas para eliminar la posibilidad de daño al combustible en secuencias de alta presión en la vasija del reactor, el titular no indica si dispone de medidas adicionales en escenarios en los que no se pueda realizar la despresurización de emergencia.

En cuanto a las estrategias de inundación de contención el titular describe las posibilidades que existen en las GAS. Se considera que se debería analizar con más detalle su viabilidad y la disponibilidad

de los equipos necesarios frente a las situaciones extremas, junto con la posibilidad de implantar mejoras adicionales.

En relación con las mejoras del venteo de contención, en el análisis se deberán considerar los efectos beneficiosos de instalar un venteo filtrado de contención como, por ejemplo la reducción de vertidos al exterior en caso de accidente severo y la reducción de dosis en otros edificios que afecten la ejecución de medidas de recuperación o mitigación.

El titular identifica los equipos y medios disponibles para estimar la cantidad de material radiactivo emitido al exterior en caso de tener que realizar una liberación para proteger la contención; si bien deberá ampliar el análisis para contemplar las condiciones radiológicas y ambientales presentes en el accidente severo.

En cuanto a las válvulas de alivio (RV) y alivio-seguridad (SRV) el titular describe sus sistemas soporte. La evaluación del CSN considera que se debería analizar con más detalle su disponibilidad en caso de un SBO prolongado, junto con la viabilidad de implantar mejoras que puedan ampliar su tiempo de actuación.

La estimación de tiempos límite para los escenarios de accidentes severos en diferentes secuencias accidentales y los tiempos necesarios para llevar a cabo las acciones manuales y las actuaciones con equipos portátiles que se proponen, deberán ser completados en el informe final.

Hay otros aspectos que deberán completarse en el informe final como el tratamiento de accidentes severos en otros modos de operación, las implicaciones radiológicas de las acciones de recuperación y repuesta a la emergencia, la disponibilidad de la instrumentación en estos escenarios, los medios de protección y de control dosimétrico y las condiciones de iluminación y comunicación, así como la disponibilidad de los equipos que participan en las estrategias de GGAS para cumplir su función en caso de sismo y/o inundación y la disponibilidad de boro para hacer frente a potenciales recriticidades en las medidas que se adopten finalmente.

## **Pérdida de inventario y/o refrigeración de las piscinas de combustible gastado**

### *Posición del titular*

El análisis presentado analiza las situaciones de pérdida progresiva del inventario de las piscinas de combustible, por evaporación y como consecuencia de la pérdida de refrigeración, determinando los tiempos disponibles para llevar a cabo acciones de mitigación.

Los análisis realizados por Garoña indican que, en el peor de los casos, el valor mínimo del tiempo hasta el comienzo de la ebullición partiendo de operación a potencia sería de 44 horas desde que se produjese la pérdida de refrigeración en la piscina, y de 9 días hasta que se alcanzase un nivel 2 metros por encima del combustible gastado (blindaje radiológico). Si coincide con todo el combustible en la piscina, y la misma está aislada de la cavidad del reactor, la ebullición se alcanzaría a las 11 horas y el nivel de 2 metros por encima del combustible a las 56 horas.

El titular plantea una mejora adicional consistente en disponer de una motobomba autónoma para poder reponer inventario de agua a la piscina.

### *Evaluación del CSN*

Las descripciones y valoraciones aportadas por el titular se consideran, en líneas generales, correctas y la medida propuesta contribuirá a reforzar las capacidades de la central para hacer frente a este tipo de sucesos.

La evaluación del CSN ha podido constatar que el titular no ha finalizado todavía sus análisis y, por tanto, no ha incluido en el informe de progreso los resultados completos de los mismos (entre otros las potenciales mejoras en la instrumentación o el fenómeno de “sloshing”, movimiento que se produce en la superficie libre de la piscina cuando ésta se ve sometida a una agitación) que deberán ser incorporados por el titular en su informe final de las pruebas de resistencia.

En cuanto a los aspectos radiológicos, el CSN está evaluando las tasas de dosis derivadas de la pérdida del nivel en la piscina incluidas en el informe del titular, cuyos resultados pueden implicar una revisión de los tiempos disponibles para llevar a cabo las actuaciones manuales locales de reposición de agua en piscinas. Los análisis presentados se deberán completar en el informe final con el análisis de la disponibilidad e idoneidad de la instrumentación a utilizar, así como los medios de protección y de control dosimétrico de los trabajadores.

## **4.2.7. Central nuclear José CAbrra( en fase de desmantelamiento)**

### **Sucesos naturales extremos**

#### **Terremotos**

##### *Posición del Titular*

El combustible se almacena en seco en el sistema de contenedores HISTORM 100Z de refrigeración pasiva, que se disponen sobre una losa. El conjunto constituye el Almacenamiento Temporal Individualizado (ATI) de la central. El diseño sísmico de la central nuclear José Cabrera estaba definido por el terremoto de parada segura, SSE, de 0,07g y, por tanto, el valor de su DBE debía ser el del SSE del emplazamiento (0,07g). Sin embargo, las evaluaciones estructurales se realizaron para un sismo de 0,25g. La metodología utilizada para establecer el DBE del ATI proviene de la alternativa normalizada que permite el 10CFR72.103 para emplazamientos con sismicidad relativamente baja, con los que se corresponde el ATI.

El sistema de almacenamiento es pasivo, tiene márgenes de seguridad apropiados y no necesita componentes o sistemas para realizar sus funciones de seguridad. Proporciona confinamiento, blindaje frente a las radiaciones, control de la criticidad y evacuación pasiva del calor del combustible gastado. No hay componentes activos ni se requieren sistemas de vigilancia para garantizar la realización de las funciones de seguridad anteriores. En las proximidades del ATI no hay estructuras, equipos o componentes que pudieran producir efectos indirectos derivados del DBE que pudieran afectar a la seguridad de la instalación.

En la losa de apoyo se determinan márgenes de seguridad parciales que oscilan entre 1,13 y 2,44 y

garantizan un diseño muy conservador. La pérdida de adherencia e inicio del deslizamiento de los contenedores ocurre con PGA horizontal de 0,28g. De igual forma, para una PGA vertical mitad de la horizontal, llevaría a un posible vuelco con una PGA horizontal 0,55g. El análisis estructural de la losa identifica una capacidad estructural garantizada por encima de 0,25g y permiten evaluar ésta con un valor mínimo igual al indicado para la pérdida del rozamiento, es decir 0,28g.

### *Evaluación del CSN*

El Estudio de Seguridad recoge que se ha considerado como DBE para el ATI el sismo estándar indicado en el 10 CFR 72.103; es decir, la losa de apoyo del sistema de almacenamiento, se ha diseñado con los espectros de la USNRC RG 1.60 normalizados a una aceleración de 0,25g, lo que ha sido comprobado por el CSN en el proceso de licenciamiento.

Se indica que en las proximidades del ATI no existen ESC que pudieran producir efectos indirectos sobre la misma en caso de terremoto; sin embargo en el análisis de inundaciones, se postula que la rotura de dos tanques de almacenamiento de agua potable situados a unos 300m del ATI podría inundar su emplazamiento. Lo que se debe aclarar en el informe final.

## **Inundaciones**

### *Posición del Titular*

El nivel normal del río Tajo a su paso por la central corresponde con la cota 599,8m, y la inundación base de diseño (DBF) se puede considerar que es la cota 604. El ATI se sitúa en la cota 628m, muy por encima de aquella cota de la DBF, e igualmente por encima de la cota máxima alcanzable en caso de rotura de las presas situadas aguas arriba del emplazamiento (Buendía y Bolarque) que alcanzaría una cota, según los resultados de los análisis realizados de 623m, o 626 según el conservadurismo del modelo de cálculo utilizado. Como caso extremo, de forma determinista, se ha supuesto y analizado la rotura de las presas aguas arriba de la instalación, no simultáneamente, sino con una diferencia de tiempos tal que llevara a que la ola producida por ambas roturas produciría un caudal total máximo de 134000m<sup>3</sup>/s. El análisis se ha hecho con un modelo simplificado (conservador). En este caso, se alcanzaría, en la zona del ATI, la cota 629m, afectándolo con un calado máximo de un metro. Dada la topografía de la zona, el ATI sólo quedaría inundado durante un máximo de pocas horas. La velocidad en la zona del ATI sería baja no provocando la inestabilidad de los contenedores.

En el caso más extremo de inundación por la rotura de todas las presas aguas arriba del emplazamiento, podría hacer volcar el contenedor, que no perdería las condiciones de seguridad ni daño mecánico. También se pueden taponar con lodo los conductos de ventilación de los módulos. Ambas situaciones se describen más abajo. El titular indica en su informe que no se prevé la pérdida de los accesos, pero en el caso extremo de suponer que todos ellos estuvieran indisponibles, se podría habilitar un acceso provisional, de ejecución sencilla, abriendo el doble vallado.

Como acciones de mejora se proponen la coordinación con los explotadores de las presas para facilitar la evacuación del personal de la forma más rápida posible (la inundación extrema cubre la antigua

central), y la ubicación de equipos auxiliares de limpieza en una zona más alta del emplazamiento.

### *Evaluación del CSN*

El estudio actualizado de rotura de las presas obtiene en el peor de los casos una cota de inundación de 626.7m, que está 1,3m por debajo del emplazamiento del ATI (cota 628m). Así mismo se analiza la rotura de dos tanques de agua alejados 315m del ATI, resultando un calado de 14,8m y una velocidad  $< 3,2\text{m/s}$ , por lo que el ATI no sería afectado. Se analiza también la rotura de las presas aguas arriba del emplazamiento con diferencia de tiempos para que las olas producidas coincidan en el emplazamiento del ATI, obteniéndose un caudal de inundación que alcanza la cota 629m, quedando el ATI bajo un calado máximo de un metro. Por la topografía de la zona, el ATI quedaría inundado sólo durante un máximo de pocas horas.

Así mismo, como consecuencia del peor escenario de un suceso extremo, el titular identifica tres situaciones envolventes que se describen en el apartado siguiente, así como los medios adicionales previstos.

El titular en su informe final debe tener en cuenta los drenajes del emplazamiento del ATI y su capacidad de evacuación así como una estimación del tiempo máximo que estaría inundado el ATI en los casos de inundación postulados.

### **Otros Fenómenos Naturales Extremos**

El titular indica que el ATI está diseñado contra proyectiles pequeños o grandes ocasionados por hipotéticos tornados, aunque estos no sean previsibles en la zona, y que además se ha estudiado en detalle un incendio forestal en condiciones pesimistas, no previéndose que pudiera llevar a temperaturas superiores a las admisibles, ni, por tanto, a la pérdida de ninguna función de seguridad del ATI.

En la evaluación realizada no se han identificado debilidades respecto a otros sucesos naturales extremos, lo que resulta aceptable para el CSN.

### **Pérdida de funciones de seguridad**

#### **Pérdida total de alimentación eléctrica exterior**

Todas las funciones de seguridad del ATI se aseguran de forma pasiva, por lo que la pérdida total de la alimentación eléctrica no afecta a dichas funciones de seguridad.

#### **Otras situaciones relevantes**

##### *Posición del Titular*

El informe de José Cabrera ha considerado tres situaciones envolventes independientemente de las causas que pudieran originarlas:

Taponamiento total y duradero de todos los conductos de ventilación

Vuelco de un contenedor

Enterramiento de un contenedor

El titular indica que ninguna de estas tres situaciones se consideran creíbles en el emplazamiento, aunque el taponamiento total de conductos podría ser consecuencia del lodo arrastrado por una inundación extrema y el vuelco podría producirse por efecto de un sismo superior al base de diseño. En cuanto al enterramiento bajo escombros el titular lo considera el menos creíble al no existir ninguna estructura sobre o próxima a los módulos y no es de prever un deslizamiento de terrenos dada la topografía de la zona.

En relación con estas situaciones el informe analiza las acciones de recuperación necesarias y los tiempos disponibles para llevarlas a cabo.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en sus análisis el titular propone incorporar una serie de mejoras, entre las que se incluyen las siguientes:

Estudio de las acciones derivadas de los procedimientos de vigilancia sísmica en relación con el inicio de los procedimientos de contingencias

Posible mejora de coordinación con las presas aguas arriba, dirigidos a la protección del personal de la central

Estudio de los métodos de izado de un contenedor eventualmente volcado

Refuerzo del entrenamiento real para operaciones de desbloqueo de conductos con los equipos disponibles.

#### *Evaluación del CSN*

La evaluación del CSN estima que ninguna de las tres situaciones contempladas (taponamiento de conductos, vuelco y enterramiento del contenedor) es esperable que se produzcan por causa de los accidentes base de diseño de la instalación (terremoto, inundación condiciones térmicas extremas, vientos fuertes).. El titular ha reevaluado el comportamiento del Sistema HI-STORM 100Z teniendo en cuenta la carga térmica generada por el combustible a fecha 30 de junio de 2011, por lo que los márgenes para alcanzar situaciones límites mejoran respecto a lo calculado en los estudios de licencia.

La actualización de la carga térmica también modifica los resultados del análisis de obstrucción total y duradera de los conductos de ventilación respecto a los revisados por el CSN en el proceso de licencia. El resultado del análisis realizado por el titular con esta carga térmica actualizada incrementa hasta un mes el tiempo disponible para implementar las acciones correctoras.

En el proceso de licencia del Sistema HI-STORM 100Z se verificó que el comportamiento del conjunto respecto a un potencial vuelco está de acuerdo con lo expresado por el titular, por lo que la evaluación considera que las conclusiones del titular son adecuadas.

El accidente de enterramiento bajo escombros es el más limitante desde el punto de vista térmico para el contenedor, dado que podría llegar a perderse el mecanismo de refrigeración pasiva. El titular determina un tiempo límite de 5.5 días, correspondiente al accidente de enterramiento bajo escombros, y especifica las acciones correctoras y los medios disponibles que razonablemente le permitirán resolver la situación antes de que se alcance dicho tiempo. El CSN procederá a verificación de los datos su-

ministrados por el titular respecto al calor residual de los elementos combustibles considerado así como de los análisis actualizados con este nuevo dato.

La valoración de la adecuación de los medios de los que dispone el titular para hacer frente a las situaciones postuladas, se realizará una vez que facilite, en el informe final, el análisis detallado de una serie de acciones de mejora actualmente en estudio por parte del titular.

## 5. CONCLUSIONES

Los informes remitidos por los titulares son informes preliminares; los análisis continúan en curso y el CSN está realizando comprobaciones adicionales sobre las respuestas presentadas por los titulares o aspectos de detalle contenidos en la información remitida. De la evaluación realizada por el CSN hasta este momento, se extraen las siguientes conclusiones preliminares:

- Los informes presentados por los titulares se han realizado siguiendo las especificaciones de las pruebas de resistencia elaboradas por WENRA/ENSREG y para dar respuesta a las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) emitidas por el CSN. Estos informes, de acuerdo con el programa establecido, serán completados por los correspondientes informes finales, que los titulares deben presentar el 31 de octubre próximo.
- Las descripciones y valoraciones presentadas por los titulares se consideran correctas en términos generales, teniendo en cuenta los comentarios incluidos en este informe. Adicionalmente, se han identificado aspectos en los que la información deberá ser completada en el informe final.
- El terremoto base de diseño de cada instalación se ha revisado con los datos de los sismos ocurridos desde la fecha de corte considerada en el diseño original y hasta mayo de 2011, usando la metodología aplicada en los estudios iniciales. Como resultado de esta revisión se concluye que, en todos los casos, sigue siendo válido el valor del terremoto base de diseño adoptado. Dados los avances habidos en los estudios de caracterización sísmica de emplazamientos, el CSN está considerando iniciar un programa de actualización de dichos estudios, siguiendo la normativa más reciente del OIEA.
- Los titulares están revisando los análisis de márgenes sísmicos, por encima de la base de diseño, de los equipos que permiten asegurar y mantener la parada de la central. El terremoto de referencia utilizado corresponde a una aceleración horizontal máxima del terreno de 0.3g, valor entre 1.5 y 3 veces mayor que el terremoto base de diseño, dependiendo de cada central. Para alcanzar este objetivo, se deberán reforzar algunas estructuras y componentes que presentan un margen menor.

Algunas centrales van a realizar adicionalmente análisis de márgenes sísmicos para otros componentes, entre ellos, los equipos previstos para hacer frente a una pérdida completa de alimentación eléctrica y a accidentes severos, así como los que mantienen la refrigeración de la piscina de almacenamiento de combustible gastado. Estos análisis adicionales deberían ser considerados por todos los titulares en la elaboración del informe final.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, el CSN considera adecuadas las actuaciones propuestas.

- Todas las centrales han comprobado la adecuación de la base de diseño frente a inundaciones externas, incluyendo los datos hidrológicos y meteorológicos registrados en cada emplazamiento durante todo el tiempo de explotación. De la evaluación se concluye que los niveles de inundación adoptados como base de diseño siguen siendo válidos actualmente. El CSN considera adecuados estos resultados.

También se han analizado los márgenes de seguridad frente a sucesos que pudieran dar lugar a niveles de inundación por encima de las bases de diseño. Los sucesos más críticos corresponden a la potencial rotura de presas aguas arriba. En todos los casos se ha comprobado que dichas presas resisten terremotos superiores a los adoptados como base de diseño sísmico en cada emplazamiento. Los titulares están realizando análisis específicos para cuantificar los márgenes sísmicos disponibles en cada presa. Adicionalmente, se han realizado análisis de rotura de presas por causa sísmica, en los que se concluye que los niveles de inundación que se alcanzarían en la central quedarían por debajo de la cota de explanación. El CSN revisará detalladamente estos análisis.

Las medidas propuestas para incrementar el margen de seguridad en cada emplazamiento frente a inundaciones se consideran adecuadas, aunque en algunos casos la información aportada deberá completarse en el informe final.

- Respecto a otros sucesos naturales externos, los titulares han realizado una reevaluación específica con metodología probabilista de los sucesos contemplados en el diseño original o que pudieran tener algún impacto de seguridad en el emplazamiento. Se han descartado aquellos sucesos cuya probabilidad de ocurrencia es menor que una vez en cada cien mil años. Estos análisis se consideran adecuados por el CSN.

Para determinar márgenes de seguridad más allá de las bases de diseño en los sucesos que resultan creíbles en cada emplazamiento, y considerar posibles medidas de refuerzo, los titulares deberán realizar análisis adicionales e incluirlos en su informe final.

- De los escenarios contemplados en el análisis de pérdida de funciones de seguridad, el correspondiente a la pérdida total de alimentación eléctrica de corriente alterna (interior y exterior) de larga duración resulta ser el más limitativo y envolvente de otros, tales como la pérdida total del sumidero de calor. Los titulares proponen medidas para hacer frente a esta situación durante las primeras 24 horas con equipos disponibles en la instalación, y hasta 72 horas con equipo ligero aportado desde el exterior. Como aspecto más destacable se incluyen medidas para mantener la alimentación de corriente continua a los controles e instrumentación necesarios para mantener las condiciones de seguridad de la planta en tal situación. Adicionalmente son relevantes las medidas para recuperar el suministro eléctrico exterior a partir de centrales hidráulicas cercanas y el refuerzo con equipos autónomos. El CSN considera adecuado el planteamiento presentado.
- Todos los titulares de las centrales nucleares ya disponen de una organización y medidas de gestión de accidentes más allá de la bases de diseño, que serán revisadas y reforzadas teniendo en cuenta las lecciones aprendidas del accidente de Fukushima. Los titulares han acordado la crea-

ción de un centro de apoyo común para todas las centrales, que dispondrá de medios humanos y materiales con capacidad de intervención en cualquiera de las centrales en un plazo máximo de 24 horas. El CSN considera que estas propuestas son adecuadas y reforzarán las capacidades de las centrales españolas para hacer frente a situaciones extremas, aunque deberán completar en el informe final los análisis y la información aportada, en particular en lo relativo a la suficiencia de los medios materiales y humanos disponibles para afrontar las diversas situaciones analizadas.

- Los titulares disponen de estrategias para hacer frente a los accidentes severos en el reactor y contención. Dichas estrategias están incluidas en manuales o guías de gestión de accidentes severos, que previamente el CSN había evaluado y considerado aceptables.

Los titulares identifican en sus informes un conjunto de mejoras. Entre ellas se pueden citar como más relevantes la instalación de recombinadores pasivos autocatalíticos en las centrales en las que no se dispone de ellos, la instalación de métodos diversos para inyectar agua a la vasija del reactor y a la contención, o la realización de análisis para instalar un venteo filtrado de la contención y para verificar la idoneidad de la instrumentación existente. Estas medidas se consideran positivas dado que contribuyen a mejorar la capacidad para mantener las funciones de la refrigeración del núcleo y de la integridad de la contención, así como a reducir la liberación de sustancias radiactivas al exterior en las situaciones de accidentes severos. En el informe final, los titulares deberán describir con detalle las mejoras mencionadas y, en su caso, aquellas mejoras adicionales que no están incluidas en los informes de progreso, indicando su plan de implantación.

Además, la información presentada se completará en los informes finales con el análisis de los accidentes severos partiendo de condiciones de parada, la posibilidad de acumulación de hidrógeno en otros edificios fuera de contención y condiciones radiológicas que pudieran afectar a las acciones de recuperación en planta.

- Los titulares han analizado los sistemas de refrigeración de la piscina de combustible gastado y las estrategias existentes para hacer frente a una pérdida de dicha refrigeración, así como los aspectos relativos a la pérdida de blindaje radiológico que supondría el descenso de nivel de agua en las piscinas. En los informes presentados se proponen mejoras con el fin de diversificar las posibilidades de aporte de agua y refrigeración de la piscina de combustible gastado para hacer frente a accidentes graves. El CSN considera adecuado el planteamiento presentado, aunque la información deberá completarse en el informe final.