

**INFORME SOBRE LA DEGRADACIÓN DEL
SISTEMA DE SERVICIOS ESENCIALES DE
VANDELLÓS II**

ÍNDICE

- 1. ALCANCE**
 - 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS ESENCIALES (EF)**
 - 3. DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE**
 - 4. CAUSAS Y FACTORES CONTRIBUYENTES**
 - 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
 - 6. NOTA FINAL**
- ANEXO: CONDICIONADO DEL CSN AL PLAN DE ACCIÓN DEL TITULAR**

1.- ALCANCE

El presente informe sintetiza los hechos más relevantes asociados al problema de corrosión detectado en el sistema de servicios esenciales (EF) de la CN Vandellós II, la identificación y análisis de sus causas directas, causas raíces, y las deficiencias de gestión, antes y después de la rotura, que tuvo lugar el 25/8/04. Para ello, se ha analizado un periodo de tiempo que se remonta a la fase de diseño del sistema EF y llega hasta el 31/12/04, y cuyas fases fundamentales han sido las siguientes:

- La fase de diseño del sistema EF, previa al permiso de explotación provisional.
- La fase de vigilancia y mantenimiento del sistema EF durante la explotación de VA2, previa a la detección de un rezume en el cuello de la boca de hombre EF-18-I, que tuvo lugar en mayo de 2004.
- La respuesta de la organización que tuvo lugar tras la detección del rezume anterior, hasta la rotura del cuello de la boca de hombre, que tuvo lugar el 25 de agosto de 2004.
- La gestión de la organización tras la rotura del cuello de la boca de hombre, hasta el arranque de la central (30/8/04), una vez reparados ambos trenes del EF.
- La gestión desde el arranque del 30/8/04 de la central hasta final de año.
- Otras actuaciones del titular relativas a la gestión de algunos incidentes relacionados con el EF.

En la realización de este análisis se han seguido las siguientes etapas:

1. Recopilación de la documentación vinculante.
2. Análisis detallado de la documentación asociada.
3. Diseño preliminar de una secuencia de eventos.
4. Identificación de factores causales asociados a la secuencia de eventos.
5. Identificación de aspectos inicialmente desconocidos.
6. Diseño de preguntas e identificación del personal del titular a entrevistar.
7. Realización de las entrevistas
8. Diseño detallado de la secuencia de eventos temporales.
9. Identificación de causas y factores contribuyentes (análisis de barreras/MORT).
10. Elaboración de recomendaciones y conclusiones.
11. Documentación del trabajo y elaboración de informe.

Se ha utilizado una metodología genérica de análisis de causas raíces y una aplicación parcial del diagrama correspondiente al análisis colectivo de las barreas identificadas.

En este análisis se han identificado algunos aspectos económicos sobre los cuales se deberá profundizar para averiguar la envergadura de sus potenciales implicaciones y la significación de su influencia en algunas de las decisiones adoptadas y omisiones identificadas en las actuaciones del titular.

2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS ESENCIALES (EF)

El sistema de agua de servicios esenciales está constituido por dos trenes o lazos similares e independientes entre sí, formando un sistema redundante en cuanto a su capacidad y organización.

Cada tren está diseñado con una disposición típica de circuito abierto, tomando el agua de mar empleada como fluido refrigerante, de la casa de bombas de la estructura de toma general de la central e impulsándola por medio de sus bombas a todos los componentes a refrigerar, cuyas descargas son conducidas mediante un colector general, a la estructura de descarga de la central, pasando posteriormente al mar Mediterráneo.

Todos los componentes de ambos trenes están instalados en paralelo entre los colectores de impulsión y descarga, de forma que pueda eliminarse un componente sin que quede significativamente afectada la refrigeración del resto.

La impulsión del agua de mar del sistema se puede realizar mediante tres bombas verticales de pozo húmedo situadas en la casa de bombas, aguas abajo de las rejillas fijas y móviles de la estructura de toma general de la central, lo que evita el riesgo de la introducción de cuerpos extraños que hagan peligrar el buen funcionamiento de las bombas e intercambiadores de calor o un deterioro acelerado de sus circuitos.

Las tres bombas están ubicadas en cámaras separadas e independientes, disponiendo cada una de ellas de ventilación forzada clase de seguridad, que garantiza una temperatura ambiental correcta.

El agua impulsada por cada una de las bombas es conducida, desde la casa de bombas hasta el edificio de componentes donde refrigera al cambiador de agua de refrigeración de componentes, al edificio diesel para la refrigeración de las unidades esenciales de enfriamiento de agua y a los cambiadores de calor de agua y aceite de los circuitos de refrigeración cerrado de los motores y alternador del generador diesel. De la misma casa de bombas se suministra, igualmente, el agua para el sistema de rejillas móviles y lavado de rejillas.

Dada la especial configuración del circuito y con el fin de mantener todo el sistema a presión superior a la atmosférica y evitar problemas derivados de la formación de vacío en algunos cambiadores por efecto sifón, como consecuencia de la fuerte pendiente descendente en los colectores de descarga, se han instalado chimeneas atmosféricas en los puntos más altos de ambos trenes.

Para abreviar las operaciones de arranque de las bombas y minimizar los fenómenos transitorios de presión, está previsto que arranquen las bombas con el sistema lleno de agua, para lo cual se ha dispuesto una interconexión entre los colectores de descarga y de impulsión de ambos trenes. Esta interconexión está provista de cuatro válvulas manuales y cuatro indicadores de nivel que permiten mantener lleno de agua el tren fuera de operación dispuesto para su arranque inmediato, a la vez que permite verificar periódicamente la tasa de fugas por medición del descenso de nivel.

Todas las tuberías que discurren por las áreas exteriores están enterradas y han sido construidas de hormigón con alma de acero. Para proteger estas tuberías de hormigón de la corrosión del agua de mar sobre sus partes metálicas (alma, refuerzos, uniones a bridas etc.) se ha instalado un sistema de protección catódica por corriente impresa y ánodo continuo con los correspondientes registros (bocas de hombre situadas en arquetas) que permiten su instalación, así como la inspección de la tubería. El resto de las tuberías que son accesibles son de acero al carbono recubierto interiormente de goma y los tamaños menores de 3 pulgadas de diámetro, de monel o de acero inoxidable.

Todos los intercambiadores de calor, de forma individualizada o por grupos, disponen de válvulas de alivio térmico para evitar posibles sobre presiones de origen térmico en el lado de agua de mar, en aquellas operaciones que se requiera aislarlos durante su mantenimiento o puesta fuera de operación.

Los motores de accionamiento de los trenes A y B están conectados eléctricamente a barras de seguridad distintas e independientes, pudiendo ser alimentadas por dos fuentes exteriores y una interior de clase de seguridad 1E procedente del generador diesel de emergencia asociado a cada tren. El motor de la bomba de reserva C, está conectado por una tercera barra independiente de las anteriores y que puede ser alimentada indistintamente por las mismas fuentes de las barras de los trenes A o B.

3.- DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE

A continuación se hace una breve descripción de los antecedentes y eventos relacionados con esta rotura.

- El diseño original del sistema EF consiste en un tipo de tubería de hormigón con alma de acero (BONNA), resistente a la corrosión por agua de mar, enterrada desde la casa de bombas hasta el acceso a los edificios de la central donde están alojados los sistemas que debe refrigerar. Este diseño no contemplaba originalmente ningún tipo de requisito de vigilancia contra la corrosión exterior de la tubería y además impedía la inspección completa de la misma.
- Ante un incidente ocurrido en Vandellós I de una rotura del mismo tipo de tubería y de la existencia de un fenómeno de corrosión interna de la tubería, se decidió incorporar al diseño, antes de la concesión del Permiso de explotación provisional, un sistema de protección catódica para evitar la corrosión interna de la tubería como consecuencia de la acción del agua de mar.
- En esta modificación del diseño original se incluyen unas Tes de registro que facilitan tanto la instalación y vigilancia de la protección catódica, como la inspección del interior de la tubería mediante unas bocas de hombre que permiten el acceso al interior de la misma. Estas bocas de hombre consisten en un tramo vertical de tubería de acero al carbono, que va soldado a la tubería horizontal, y una tapa o brida también de acero al carbono.

Aproximadamente, los últimos 10 cm. de los tramos de acero al carbono que constituyen la boca de hombre (zona unida a la brida y denominada cuello de la boca de hombre) no disponen de protección contra corrosión externa frente al ambiente marino excepto la pintura de la chapa. Las “Tes” de registro están alojadas en unas arquetas por debajo del suelo y cerradas con una losa de hormigón que dispone de una boca de acceso al interior de la arqueta. En total hay 8 arquetas por donde discurren las tuberías del EF (5 arquetas con 4 tuberías para impulsión y descarga de los dos trenes y 3 arquetas con 2 tuberías de impulsión o descarga de los dos trenes).

- En los primeros años de explotación, las inspecciones periódicas que se realizaban estaban relacionadas exclusivamente con la verificación del correcto estado de la protección catódica para asegurar que no se producía un efecto de corrosión en la pared interior de las tuberías.

(Los hechos que se relatan a continuación fueron conocidos por el CSN debido a la investigación realizada con motivo de la rotura producida el 25 de agosto de 2004. Las actuaciones del CSN se describen en otro informe.)

- En 1993, la empresa contratista que realizaba la inspección de las tuberías detectó un proceso de corrosión en el exterior de algunos cuellos de las bocas de hombre, debido probablemente a una inadecuada protección de la pintura del acero frente al ambiente hostil que hay en el interior de las arquetas, como consecuencia del agua de lluvia filtrada en las arquetas y el ambiente marino. Estas bocas de hombre no disponen por diseño de una protección del acero de los cuellos frente a corrosión exterior. A partir de ese momento, el titular amplió el alcance del contrato de inspección de la protección catódica para incluir la inspección del estado exterior de las tuberías en las arquetas.
- En las inspecciones correspondientes a las recargas de los años 1999 y 2000, la empresa contratada detecta un proceso de corrosión generalizada con exfoliación en los cuellos de las bocas de hombre EF-17-I y EF-18-I, en las líneas de impulsión de los trenes A y B, situadas ambas en la misma arqueta próxima a la casa de bombas. En el informe de la inspección del año 2000, la empresa contratada recomienda realizar una medida de espesores de la tubería en el cuello de la boca EF-18-I, lo cual no llega a hacerse por parte de la central.
- El 10 de mayo de 2004, durante la inspección realizada por parte de la empresa contratada a la protección catódica en las arquetas próximas a la casa de bombas, se detecta la presencia de un rezume en la boca de hombre situada en la impulsión de la bomba de tren B (EF-18-I). Esta boca es la misma en la que la empresa contratada había recomendado medir espesores tras la inspección de la recarga del año 2000.
- Una vez analizada la situación, el titular concluye que el rezume es debido a un proceso de corrosión generalizada en el exterior de la tubería y decide preparar un procedimiento de reparación para el caso de que la fuga aumente. No mide espesores en el cuello de la boca de hombre y decide que el rezume no pone en peligro la integridad de la tubería por su escasa entidad. No comprueba el estado del resto de las bocas de hombre del sistema, ni relaciona el rezume con los informes previos de la empresa contratada que advertían de la aparición de un proceso de corrosión externa generalizado.

- A las 5:10 horas del 25 de agosto de 2004, al arrancar el tren B del sistema de agua de servicios esenciales se produce una rotura circunferencial en el tramo vertical de la tubería de la boca de hombre EF-18-I (la misma en la que se había detectado el rezume en mayo), con la correspondiente inundación de la arqueta, incluyendo el cubículo contiguo donde está ubicada la boca 17-I ya que ambos cubículos están comunicados en su parte inferior. En sala de control lo que se observa es que el EF no mantiene la presión ni el caudal requerido, por lo que a las 5:25 horas se declara inoperable el tren B de salvaguardias. A las 7:15 horas, una vez que los bomberos han extraído el agua de la arqueta, se confirma la rotura de la tubería.
- En la mañana del 25 de agosto el titular comunica al Inspector Residente del CSN la rotura de la boca de hombre EF-18-I. Ésta es la primera comunicación al CSN de la existencia de problemas en el sistema EF y la información se limita a la rotura de la boca de hombre.
- Se produce una reunión interna de los responsables de la central ya que el monitor de riesgo informa de una situación de riesgo alto y se prepara un plan de medidas compensatorias ante la situación de tener el tren B de salvaguardias inoperable.
- El titular decide llevar la central a modo 3 de operación y proceder a la reparación de la boca de hombre EF-18-I. A las 13:30 horas del 26/8/04 la central está en modo 3.
- El día 26/8/04 el titular mide espesores en todas las bocas de hombre del tren B, hace cálculos para considerar aceptables los espesores remanentes en las tuberías y declara operable el tren B, una vez finalizada la reparación de la boca de hombre.
- En la noche del 26/8/04 y tras la declaración de operabilidad del tren B, el titular detecta un nuevo rezume en la boca de hombre EF-32-Z de dicho tren y decide seguir la secuencia prevista para proceder a reparar la boca simétrica del tren A.
- Aunque oficialmente no se inspeccionó ninguna boca del tren A simétrico, se preparó un procedimiento para sustituir la boca de hombre simétrica. Entre los días 27 y 28/8/04 se procede al corte de la boca de hombre simétrica del tren A (EF-17-I) y a su reparación de forma similar a la del tren B.
- El día 27/8/04 se produce una pérdida de suministro eléctrico exterior (PSE) en la barra 6A que alimenta al tren A de salvaguardias. No fue una pérdida real de suministro eléctrico sino una malfunción de causa común de varios relés que provocaron la PSE.
- El día 27/8/04 el titular midió espesores en todas las bocas de hombre del tren A y procedió a declararlo operable a las 16:21 horas del 28/8/04.
- El día 28/8/04 el titular volvió a declarar inoperable el tren B y procedió a reparar el rezume de la boca EF-32-Z del tren B sellando el poro con EPOXI sin vaciar el tren, sino realizando un drenado parcial del mismo. Así mismo, implantó un refuerzo estructural de hormigón armado recubriendo el tramo de acero deteriorado de la boca de hombre. Esta reparación no fue suficiente ya que el día 5/10/04 se detectó un nuevo rezume en la misma zona.
- El día 29/8/04 el titular procedió al arranque de la central al considerar que el problema del EF estaba resuelto de forma provisional, y decidió que se procedería a la solución definitiva del problema de la corrosión generalizada

en la próxima parada para recarga, prevista para marzo de 2005. Así mismo, estableció una vigilancia quincenal de las bocas de hombre del sistema para controlar la posible evolución de las mismas.

- Durante los días 20 a 23 de septiembre y 6 y 7 de octubre, el CSN realizó una inspección multidisciplinar, planificada con anterioridad a la ocurrencia de la rotura de la boca de hombre del 25 de agosto, en la que estaba previsto revisar el sistema EF. Tras el suceso, se dedicó una parte de dicha inspección a investigar el incidente.
- Tras ser identificada por el CSN en la inspección la degradación generalizada del sistema EF a primeros de octubre, se producen diferentes contactos en los meses de octubre y noviembre entre el CSN y el titular, modificándose los planes iniciales, emitiendo una declaración de no conformidad del sistema y reforzando todas las bocas de hombre en sucesivas reparaciones, de forma también provisional hasta la parada para recarga.
- El día 15 de marzo de 2005 el titular decidió adelantar la parada para recarga, prevista para el día 18 de ese mes, debido a los rezumes detectados en algunas bocas de hombre del sistema EF durante las inspecciones quincenales llevadas a cabo ese mismo día y el día anterior.

4.- CAUSAS Y FACTORES CONTRIBUYENTES

En este apartado se exponen las principales causas y factores contribuyentes, tanto de carácter técnico como organizativo, identificados a lo largo del análisis realizado.

Las causas técnicas del incidente hay que buscarlas en las debilidades del diseño de la tubería BONNA, en una vigilancia inadecuada y en un mantenimiento ineficaz de la misma. Las de carácter organizativo se localizan en deficiencias de gestión en los órganos de dirección y en problemas de funcionamiento. Adicionalmente, hay deficiencias en el proceso de toma de decisiones.

Finalmente, se ha identificado la omisión y retrasos en la transmisión de la información al CSN. Este aspecto es también tratado como una deficiencia del titular.

A continuación se exponen las principales causas y deficiencias identificadas:

4.1 DEBILIDADES EN EL DISEÑO

La solución adoptada en el diseño del sistema, utilizando tubería de hormigón enterrada, ha introducido diversas causas y factores contribuyentes en el suceso analizado.

La experiencia con este tipo de tubería introdujo la necesidad de disponer de un sistema de protección catódica. La implantación del mismo obligó a la disposición de

bocas de hombre, no consideradas en el proyecto original, para la instalación y mantenimiento de la protección.

El diseño de estas bocas incluye un cuello de acero sin recubrimiento de hormigón externo y con una capa protectora de pintura. Esto supone una debilidad que debería haber obligado al establecimiento de un adecuado programa de vigilancia y mantenimiento eficaz para evitar el previsible fenómeno de corrosión externa dado el ambiente marino, así como a la especificación de un tipo de pintura más adecuado para dicho ambiente.

En el diseño, las bocas de hombre se disponen en arquetas de hormigón. Estas arquetas presentan algunas deficiencias de diseño que contribuyen a acelerar el proceso de corrosión por el ambiente hostil debido a fenómenos de condensación o a la inundación de la arqueta por agua de lluvia. Además dicho proceso se agrava en las arquetas inferiores, debido al procedimiento de vaciado del sistema que implica la inundación con agua salada de las mismas durante las recargas.

Otro factor contribuyente del suceso, debido a la elección del tipo de tubería, es la falta de normativa nuclear asociada a la misma, tanto para el diseño como para la vigilancia. Dada esta falta de normativa nuclear específica, se utilizó en el diseño la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tuberías de hormigón armado enterradas “Instrucción para tubos de hormigón armado y pretensado”, con algunos criterios adicionales para los aspectos sísmicos. Como vigilancias periódicas se establecieron pruebas funcionales de presión y pruebas hidrostáticas, consideraciones ambas que figuran en el código ASME XI. Esta aplicación del código ASME realizada tras valorar cuáles deberían ser los requisitos más adecuados, ha producido posteriormente alguna confusión, al realizarse cambios sin análisis técnicos específicos para este tipo de tubería, como puede verse en el apartado siguiente.

4.2. VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO INEFICAZ

Para la tubería enterrada del sistema EF, en la fase de autorización de la central, se establecían requisitos de vigilancia en la primera revisión (1986) del Manual de Inspección en Servicio (MISI). Debido a la mencionada falta de normativa nuclear en el punto anterior, se adoptaron los criterios de ASME XI para inspección de tuberías clase III. Dichos requisitos consistían en medidas de caudal en pruebas funcionales, pruebas hidrostáticas en los tramos aislables (impulsión), y de estanqueidad en los de impulsión y retorno.

En 1987, antes de la puesta en marcha de la central, se realiza una modificación de diseño para incluir las chimeneas del EF en el edificio Diesel. Dicha modificación transforma los tramos de impulsión en tramos con terminales abiertos, sin considerar que esta circunstancia limita la posibilidad de realización de las pruebas que tenía requeridas.

En 1999, tras una aplicación de modificaciones permitidas por el código ASME, que no eran de aplicación directa a este tipo de tubería, e incluso habiéndose producido una rotura el año anterior en un tramo del tren B de $\varnothing 300$, el titular decide eliminar la

prueba hidrostática prevista para la recarga, según se había afirmado a la inspección del CSN realizada con motivo de la mencionada rotura. Se justifica la no realización mediante el criterio de ASME de no tener que realizar modificaciones de diseño para realizar las pruebas en caso de terminales abiertos.

En los primeros años de explotación no se establecen requisitos de vigilancia asociados al posible fenómeno de corrosión externa, pero la detección, en 1993, de los primeros síntomas del mismo en las inspecciones realizadas por la empresa contratada asociadas al mantenimiento del sistema de protección catódica, llevó a ampliar el alcance de las inspecciones al estado del exterior de la tubería en el interior de las arquetas. Este hecho, de haberse llevado a cabo adecuadamente las actividades de mantenimiento correspondiente, habría eliminado una de las deficiencias comentadas sobre el diseño.

Desde esa fecha hasta el año 2000, en las sucesivas inspecciones realizadas por la empresa contratada, se siguen detectando indicaciones de que el proceso de corrosión externo se va agravando en diferentes arquetas, apareciendo los primeros síntomas con exfoliaciones en la inspección de 1999 y solicitando en las recomendaciones de la inspección del año 2000 medidas de espesores en dos bocas de hombre, que el titular no llegó a realizar. Una de ellas fue la que rompió en 2004.

Desde el año 2002, el titular contrata a otra empresa para la realización de las inspecciones que venía realizando la empresa anteriormente mencionada. Los informes de las misma reflejan un menor detalle en la definición de problemas, llegando incluso a no realizar las inspecciones externas, aunque están incluidas en la especificación del contrato. Se relaja la frecuencia de vigilancia de anual a trienal, como consecuencia del alargamiento del ciclo y el acortamiento de la duración de las recargas, que en cualquier caso no está justificado para la vigilancia exterior de la tubería. Se evidencia una mala gestión en el cambio de contrato que es tratada como causa relacionada con la organización en otro punto.

La evolución de la degradación desde los primeros síntomas hasta la rotura, indica claramente dos causas evidentes del suceso analizado, por un lado la incorrecta ejecución del mantenimiento realizado sobre las indicaciones detectadas, y por otro, la falta de control y supervisión sobre la realización de las recomendaciones y acciones que debían derivarse de los resultados de las inspecciones.

Respecto de la ejecución del mantenimiento, éste se ha realizado sin aplicar procedimientos adecuados para el saneamiento y reposición de pintura, por falta de definición en órdenes de trabajo o por falta de supervisión de la calidad de los trabajos realizados y de la cualificación de los ejecutores.

En relación con la falta de control y supervisión de las recomendaciones, ha dado lugar a que recomendaciones importantes como la medida de espesores, solicitada en al año 2000, no llegara a realizarse, sin que ninguna parte de la organización reclamara su ejecución para poder evaluar la magnitud de una degradación que del informe de inspección, y reportaje fotográfico asociado, se deducía que era un fenómeno grave y generalizado.

4.3. PROBLEMAS ORGANIZATIVOS Y DEFICIENCIAS DE GESTIÓN

Se han apreciado problemas de funcionamiento y deficiencias de gestión en los órganos de dirección y en distintos departamentos de la organización. Algunos de ellos constituyen causas significativas que contribuyeron a la ocurrencia del incidente y otras suponen una inadecuada gestión de las crisis tras la rotura en el tren B de esenciales en agosto de 2004.

Se han detectado problemas organizativos de falta de comunicación entre departamentos y gestión personalizada de los temas relativos a las tuberías del sistema EF que han ocasionado que, en fases importantes del incidente, las valoraciones técnicas y el tratamiento de los problemas haya sido inadecuados. También, y en lo que se refiere a este sistema, se ha detectado imprecisión en la asignación de funciones y responsabilidades, y deficiencias en la gestión de solicitudes de trabajo.

En varias ocasiones el titular ha omitido llevar a cabo actuaciones previstas para identificar situaciones que requerían la declaración de situaciones de no conformidad, que hubieran conllevado la realización de los análisis necesarios para continuar operando la central. También ha omitido la ejecución de las recomendaciones de los informes de inspección de la tubería. El conjunto de estas actuaciones han influido decisivamente en la ocurrencia del incidente.

A continuación se exponen varias actuaciones del titular representativas de lo anterior:

- Hubo una valoración inadecuada de la importancia de la corrosión externa de las bocas de hombre, identificadas en los informes de inspección de la empresa contratada desde 1993. En este caso se subestimó la importancia de la corrosión y sus efectos, y no se generaron actuaciones acordes a los resultados reflejados en los informes.
- No se realizó adecuadamente el saneamiento y la aplicación de la pintura de protección a las bocas de hombre. Hay constancia de que el saneamiento y repintado de los cuellos de las bocas de hombre no fue llevado a cabo de acuerdo a los procedimientos aplicables. Esto originó una deficiente protección, que permitió el avance de la corrosión externa.
- No se realizó la medida de espesores pedida por la empresa contratada en su informe de inspección del año 2000 en la boca de hombre EF-18-I del tren b del EF, que falló posteriormente en agosto de 2004. Estas medidas hubieran sido determinantes para conocer el espesor remanente de la boca de hombre mencionada, y a partir de ahí desencadenar las acciones necesarias que hubieran evitado la ocurrencia de la rotura.
- Se realizó una gestión inadecuada del cambio de las empresas contratadas, sin conocer que el alcance del contrato cubría la inspección externa de la tubería, y sin llevar a cabo una valoración adecuada de las competencias del nuevo contratista (falta de experiencia en inspección exterior de tuberías y ausencia de certificaciones VT2).

- Ante el rezume de mayo de 2004, no se solicitó una medida de espesores del cuello de la boca de hombre EF-18-I del tren B que falló en agosto, ni se adoptaron otras medidas encaminadas a conocer el estado real del cuello de la boca de hombre. Estas acciones habrían desencadenado un proceso que hubiera conducido a la apertura de una condición degradada, y a partir de ahí, se habrían tomado las acciones que hubieran evitado la rotura de dicha boca de hombre. Esto constituye una causa determinante del incidente.
- El arranque y operación de la central tras la reparación de las bocas de hombre, estuvo soportado por una evaluación de seguridad inadecuada, debido a que los cálculos de espesores aceptables eran poco conservadores y las medidas de los espesores existentes en las bocas de hombre eran poco fiables.
- Durante la fase de reparación de la rotura, no solicitó una evaluación de seguridad del estado de la boca de hombre EF-32-Z (tren B) tras conocer la existencia de un rezume en ella el día 26 de agosto, y antes de continuar con la declaración de inoperabilidad del tren A para proceder a la reparación de la boca EF-17-I simétrica de la rota, no informándose a operación de estos hechos.
- Antes de arrancar, la central no emitió una condición de no conformidad debido a la pérdida generalizada de espesores respecto de su valor nominal, lo que constituye un incumplimiento de la base de diseño del sistema EF. La declaración de esta condición hubiera supuesto seguramente la necesidad de realizar reparaciones de los cuellos de las bocas de hombre.
- Para las reparaciones temporales, se realizaron de modo sucesivo diferentes procedimientos de reparación de las distintas bocas de hombre. Las reparaciones de reforzamiento estructural realizadas en octubre de 2004 en todas las bocas de hombre, fueron cuestionadas por el CSN, debiendo por ello realizar reforzamientos adicionales en algunas de ellas en noviembre de 2004.

4.4. INADECUADA COMUNICACIÓN AL CSN

El titular no ha sido transparente en la fase anterior a la rotura, y con posterioridad a ésta ha suministrado la información en los momentos que consideraba más oportunos.

A continuación se recogen distintas incidencias de transferencia de información:

- El titular ocultó la existencia del rezume del tren B de mayo de 2004 hasta la inspección realizada a finales de septiembre y primeros de octubre. No hubo comunicación a través del interlocutor oficial de la inspección residente mediante la reunión diaria con el Jefe de Explotación.
- La información suministrada al CSN tras la rotura del 25 de agosto estuvo focalizada en el deterioro de las bocas inferiores, que se atribuía a la contaminación con agua de mar durante las operaciones de vaciado del sistema.
- Hubo un retardo a la hora de comunicar el rezume de la boca de hombre EF-32-Z producida la noche del día 26/08/04. Este hecho no fue notificado a la inspección residente hasta la mañana del 28/08/04 (sin especificarle el momento

de su detección) cuando el titular ya tenía preparada la justificación de la operabilidad del tren B con resume mediante la declaración de una condición degradada, y había finalizado la reparación de la boca de hombre del tren A. Este hecho fue ocultado, tanto a la inspección como al turno de operación, de manera que pudo seguir con el plan inicial de reparación de la boca del tren A, EF-17-I, y más tarde justificar la operabilidad del tren B con resume.

- No se comunicó al CSN el nuevo resume de la boca de hombre EF-32-Z del 5/10/04, detectado por la inspección del CSN el día 7 de octubre.
- El historial previo de degradación no fue conocido por el CSN hasta que lo detectó dentro de la realización de su investigación, en el mes de diciembre.

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque no ha sido el objeto de este análisis realizar una valoración de la seguridad de la central con la existencia de la degradación en el sistema EF, hay que poner de manifiesto que, dado que no se produjo el fallo del tren A, ni la ocurrencia de otros sucesos que hubieran requerido la actuación de otros sistemas de seguridad de la central, el fallo del tren B no ha afectado a la refrigeración del reactor y no ha tenido ninguna consecuencia para los trabajadores, la población o el medio ambiente. Sin embargo, es una exigencia de seguridad el mantenimiento de la redundancia de trenes y la existencia de amplios márgenes de seguridad. En este caso, la rotura del tren B y la degradación existente en el tren A han supuesto una reducción de los márgenes requeridos, lo cual no es aceptable.

El análisis ha finalizado con la determinación de las causas y factores contribuyentes, tanto de carácter técnico como organizativo, que han influido en la ocurrencia del incidente del sistema de agua de servicios esenciales (EF), y en las deficiencias de gestión para la resolución de las situaciones posteriores.

Las principales causas y factores contribuyentes identificados han sido los siguientes:

1. Debilidades en el diseño de la tubería BONNA.
2. Incorrecta vigilancia de las tuberías del EF.
3. Mantenimiento ineficaz de los cuellos de las bocas de hombre.
4. Falta de sensibilidad generalizada en la organización sobre la importancia para la seguridad del sistema de agua de servicios esenciales.
5. Problemas organizativos y deficiencias en la gestión.
6. Primacía de la producción frente a la seguridad.
7. Arranque de la central tras la rotura sin los análisis de seguridad adecuados.
8. Declaraciones de operabilidad sin adecuadas evaluaciones de seguridad.
9. Ocultación y retardo en la información al CSN.

Derivado del análisis de causas y factores contribuyentes expuesto, se ha identificado un conjunto de líneas de acción que el titular debería acometer.

Estas líneas de acción no pretenden ser prescriptivas en su contenido, sino apuntar aspectos en los que se esperaba que el titular ofreciera actuaciones y soluciones al CSN. Actuaciones y soluciones diseñadas por el propio titular o por empresas que lo asesoren, de manera que se de respuesta a las deficiencias identificadas en el análisis.

Las principales líneas de acción del titular deberían incluir, al menos las siguientes:

- a) El titular debería implantar mejoras en el diseño actual del sistema EF, que permitan devolverlo a condiciones de licenciamiento, y desarrollar un proyecto a medio plazo que lo dote de la independencia y diversidad que eliminen definitivamente los fallos por causa común.
- b) El titular debería adoptar medidas para valorar y, en su caso, corregir, las posibles degradaciones que pudieran existir en otros sistemas importantes para la seguridad de la central, como consecuencia de las deficiencias identificadas, técnicas y organizativas, que son transversales a la instalación.
- c) El titular debería definir e incluir en los correspondientes documentos de licencia y manuales reglamentarios la normativa, pruebas y vigilancias precisas para garantizar el adecuado mantenimiento y operabilidad del sistema EF, así como de cualquier otro sistema relacionado con la seguridad que se encuentre en situación similar.
- d) El titular debería reconsiderar su estrategia organizativa, de manera que prevea en ella las acciones necesarias para dar respuesta a las deficiencias identificadas en departamentos corporativos, en la dotación de recursos humanos, en la utilización y supervisión de contratistas y en la asignación de funciones, responsabilidades e interfases entre organizaciones.
- e) El titular debería adoptar las acciones necesarias en el funcionamiento de su organización, con el fin de resolver las deficiencias identificadas en la actuación de la gerencia y órganos de dirección, como garantes clave de la seguridad nuclear y responsables de la organización de ANAV y en distintos departamentos de la misma.
- f) El titular debería establecer los mecanismos necesarios para garantizar la existencia del concepto de defensa en profundidad e independencia, también en el ámbito organizativo; en especial en el de las decisiones relevantes para la seguridad. Así mismo debería desarrollar mecanismos que favorezcan la consideración de criterios de riesgo a todos los niveles, de manera que se evite la infravaloración de la importancia para la seguridad de determinados sistemas.
- g) El titular debería resolver sus reticencias, mediante las acciones oportunas, para la declaración de condiciones degradadas y de no conformidad necesarias de acuerdo a sus procedimientos, así como para la realización de análisis de seguridad acordes a la significación de las mismas.
- h) El titular debería establecer los mecanismos adecuados para garantizar que, a lo largo de la vida de la instalación, prevalezcan los criterios de seguridad sobre los económicos, para fomentar y promocionar los comportamientos afines a este

principio, y para ser el primer garante de la seguridad nuclear actuando de forma eficaz y diligente.

6.- NOTA FINAL

Tal como se expresa en el alcance, este informe recoge el análisis de la situación hasta el 31/12/2004. Con posterioridad, el titular presentó un plan de actuación que el CSN ha evaluado y sobre el que se emitió, el 18 de marzo de 2005, un condicionado que se adjunta en el Anexo.

ANEXO

**CONDICIONADO DEL CSN SOBRE EL PLAN DE ACCIÓN
PRESENTADO POR C.N. VANDELLÓS II**

ASOCIACIÓN NUCLEAR DE ASCO- VANDELLOS AIE**Edificio Sede****Apartado de Correos nº 48****L'HOSPITALET DE L'INFANT****43890- VANDELLÓS (Tarragona)****A la atn.: D. Juan José Pérez Torrent****ASUNTO: REVISIÓN DEL PLAN DE ACTUACIÓN DEL TITULAR EN RELACIÓN
CON EL INCIDENTE DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS
ESENCIALES DE LA CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS II.**

El día 25 de agosto de 2004, estando la central al 100% de potencia, se produjo la rotura circunferencial de una boca de hombre del tren B del sistema de agua de servicios esenciales (en adelante sistema (EF). En las inspecciones visuales que se realizaron, se encontró que la causa de la rotura era un fenómeno de corrosión generalizada que afectaba a todo el cuello de la boca. El titular llevó la central a modo 3 de operación y se procedió a la reparación de la boca de hombre que había fallado. Posteriormente, se reparó la boca de hombre del tren A del sistema, situada en la posición análoga a la primera, que también estaba afectada por el fenómeno de corrosión. El 29 de agosto se procedió al arranque de la central, tras la realización de unos cálculos de espesores mínimos de las tuberías de acero de las bocas de hombre, que pretendían justificar su integridad estructural.

Durante los días 20 a 23 de septiembre y 6 y 7 de octubre de 2004, se llevó a cabo una inspección multidisciplinar de sistemas por el CSN, en la cual se requirieron al titular los informes que contenían los cálculos de espesores mencionados y las medidas de espesores realizadas a todas las bocas de hombre. Tras una primera revisión de los mismos, los inspectores mostraron su desacuerdo con las conclusiones de los citados informes. Posteriormente, fueron evaluados, y el CSN concluyó que la integridad estructural de las bocas de hombre no quedaba razonablemente asegurada, debido a que los cálculos eran poco conservadores y que las medidas de espesores no fueron suficientemente fiables. Entre los días 10 y 20 de octubre de 2004, el titular procedió a instalar un refuerzo adicional con hormigón armado, como medida temporal hasta la parada de recarga de marzo de 2005, en todas las bocas de hombre.

Con fecha 26 de octubre de 2004, el titular remitió al CSN un plan de acción, basado en un análisis de causa raíz de la degradación ocurrida en el sistema EF, que incluía un plan de reparaciones definitivas de las bocas de hombre, que se llevaría a cabo en la próxima parada de recarga, así como acciones encaminadas a corregir deficiencias en los métodos de trabajo que de alguna manera habían contribuido a la degradación por corrosión externa del sistema.

El CSN, consideró que el refuerzo temporal de hormigón instalado debía ser incrementado en las bocas de hombre de 800 mm, situadas en las líneas de impulsión de ambos trenes del EF, que el análisis de causa raíz no había sido realizado con una metodología adecuada a la importancia de la degradación detectada, y que, en consecuencia, el plan de acción no tenía el alcance y el contenido necesario para corregir adecuadamente la situación ni las deficiencias de gestión organizativa que habían dado lugar a que se produjeran. Por tanto, en carta del CSN de referencia CNVA2-VA2-SG-04-25 de 17 de noviembre de 2004, se establecieron una serie de requisitos para corregir las deficiencias mencionadas.

En respuesta a la carta del CSN, el titular ha presentado, con fecha de 28 de febrero de 2005, un nuevo plan de actuación y un nuevo análisis de causa raíz del incidente, realizado por un Grupo independiente del OIEA, que contiene medidas para resolver los aspectos técnicos del sistema EF, medidas en los métodos de supervisión de los trabajos y otras medidas de carácter organizativo.

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión de 17 de marzo de 2005, ha estudiado el plan de actuación del titular, así como el informe que, como consecuencia de las evaluaciones realizadas, ha efectuado la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear, y considera que dicho plan es insuficiente, por lo que deberá completarse con las acciones propuestas por el Consejo. En el Anexo se incluyen estas acciones junto con algunas de las previstas en el plan del titular con modificaciones en los plazos de ejecución.

Asimismo, el Consejo de Seguridad Nuclear ha acordado que, antes de proceder al arranque de la central tras la próxima parada programada para recarga, el titular deberá disponer de una apreciación favorable del CSN, basada en la evaluación del desarrollo del plan de actuación remitido y de las acciones establecidas en el citado Anexo, de cuyo desarrollo e implantación el CSN hará un seguimiento detallado.

Finalmente, el titular someterá a la apreciación favorable del Consejo de Seguridad Nuclear la composición y programa del equipo de trabajo encargado de desarrollar el nuevo plan de acción en gestión de la seguridad.

Madrid, 18 de marzo de 2005

EL SECRETARIO GENERAL

ANTONIO MORALES PLAZA

ANEXO

ACCIONES PARA COMPLETAR EL PLAN DE ACTUACIÓN DEL TITULAR EN RELACIÓN CON EL INCIDENTE DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS ESENCIALES

1. ACCIONES RELATIVAS A LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS ESENCIALES

- 1.1. Antes de llevar la central a modo 4 de operación, el titular deberá disponer de las previsiones necesarias para establecer medidas compensatorias en caso de indisponibilidad de los dos trenes del sistema EF en parada.
- 1.2. Antes del inicio de las actividades de reparación y al menos 48 horas antes de proceder al descargo del primer tren:

1.2.1. El titular presentará al CSN un programa secuencial de actividades a realizar durante la recarga, asociadas a las reparaciones previstas en el EF.

1.2.2. El titular designará a una entidad de Inspección Independiente, que supervise los trabajos asociados a las reparaciones en el EF previstas durante la recarga, informando al CSN del personal que dicha Agencia utilizará en los trabajos de supervisión así como su cualificación.

1.2.3. El titular presentará al CSN el Plan de Puntos de Inspección (PPI) aplicable, que debe abarcar todas las actividades, tanto de control de materiales como de ejecución, así como la calificación del personal, y contener indicación expresa de los puntos de espera para las diferentes actividades.

Los recursos de personal asignado por la Agencia de Inspección deben ser suficientes para supervisar las actividades simultáneas derivadas del PPI.

1.2.4. El titular remitirá al CSN una copia de los procedimientos aprobados aplicables a las reparaciones. El procedimiento de sustitución de las T's en tubería de 800mm, debe incluir que las soldaduras externas del anillo de las juntas se realizarán una vez superada la prueba hidrostática.

1.2.5. El titular remitirá al CSN el procedimiento aprobado de pruebas hidrostáticas para la tubería enterrada del EF, indicando los valores de presión de prueba y criterios de aceptación.

Dado que el objetivo de la prueba es confirmar la recuperación de los márgenes de diseño del sistema y considerando la envergadura de los trabajos realizados en el mismo, los valores de la presión de prueba deben ser los establecidos en la Especificación de diseño del sistema. La prueba se realizará a una presión de 8 Kg/cm² para todos los tramos, excepto los inferiores a la salida de casa de bombas donde el valor de presión será 10 Kg./cm². Los criterios de aceptación de la prueba deberán ser los de las pruebas iniciales del sistema.

El procedimiento deberá recoger la comprobación visual del estado del hormigón de recubrimiento interior de las juntas de conexión de las T's tras la realización de la prueba hidrostática.

1.2.6. El titular confirmará al CSN que no existe ningún refuerzo de hormigón que no tenga previsto su sustitución en la recarga.

1.2.7. El titular realizará la modificación del proceso de vaciado de los trenes del EF

1.3. Antes de la finalización de la parada de recarga:

1.3.1 El titular realizará la revisión de todas las recomendaciones de los informes de inspección de INITEC y REYCO sobre la tubería del EF, comprobando que aquellas que no se hayan llevado a cabo han sido analizadas y, en caso de haber sido desestimadas, el rechazo se encuentra debidamente justificado y documentado.

1.3.2 El titular realizará la sustitución del sellado actual de mortero en pasamuros por sellado flexible. (EF-07).

1.3.3 El titular realizará la eliminación de mortero y sellado de holguras en el edificio Diesel y arquetas. (EF-14).

1.3.4 El titular presentará al CSN un dictamen del Instituto Eduardo Torroja sobre el estado interno de la tubería, basado en muestras extraídas, tanto de alguna de las T's que se sustituyan como del tramo donde se produjo la rotura en 1998.

1.3.5 En relación con el acondicionamiento de las arquetas con medios activos o pasivos de drenaje, así como de accesibilidad para inspecciones, al menos, deberá estar desarrollada y enviada al CSN la propuesta de la modificación, que se implantará dentro del primer semestre de 2005.

1.3.6 El titular presentará al CSN el diseño conceptual del lazo adicional de refrigeración que utilizará como foco frío una torre de refrigeración de tiro forzado, según la propuesta incluida en el Plan de Acción del titular, y lo acompañará de un calendario de implantación debidamente justificado.

1.3.7 Debido a los nuevos problemas detectados durante los días 15 y 16 de marzo, que afectan a las propias tuberías de hormigón, se deberán realizar las siguientes acciones:

1.3.7.1 Análisis para la determinación de la causa que ha provocado las nuevas degradaciones observadas. Este análisis deberá incluir un estudio detallado del tramo de tuberías degradado situado en la arqueta EF-33-Z, con el fin de determinar si el proceso de corrosión se produce desde el exterior al interior o en sentido contrario y si afecta a la zona de empalme de tubería a "T" o se extiende al propio cuerpo de ambos.

1.3.7.2 Caracterización, mediante inspección por el interior, de las zonas en las que han aparecido los nuevos defectos, con el fin de intentar establecer un patrón que relacione los defectos encontrados con algún tipo determinado de indicación por el interior.

1.3.7.3. Análisis para la determinación de la extensión de los daños. Este análisis incluirá la realización de catas en un número significativo de juntas en los tramos enterrados de tubería.

1.3.7.4. Procedimientos aplicables para la eliminación de los defectos encontrados.

1.4. Durante el primer semestre de 2005:

1.4.1 El titular deberá realizar una revisión de las Bases de Diseño del EF, donde se recoja explícitamente la normativa aplicable al mismo, para los diferentes tramos que lo componen y los valores de diseño de los diferentes parámetros que se consideren bases de diseño, así como otros requisitos aplicables derivados del proceso de licenciamiento. Los requisitos de vigilancia que se deriven de las bases de diseño que se establezcan como consecuencia de este proceso de revisión deberán incluirse en el Manual de Inspección en Servicio. (MISI).

1.4.2 El titular deberá elaborar un documento que contenga el análisis justificativo de la normativa que aplica a las diferentes partes del sistema EF y de su compatibilidad técnica, así como de las exigencias de vigilancia que se deriven. Este documento deberá estar referenciado en las bases del diseño del sistema EF.

2. REVISIÓN DE SISTEMAS IMPORTANTES DE LA CENTRAL PARA ASEGURAR QUE NO EXISTEN DEGRADACIONES QUE COMPROMETAN SU OPERATIVIDAD.

2.1 Antes de la finalización de la parada de recarga, el titular realizará una campaña de medida de espesores en el sistema de protección contra incendios, así como las posibles reparaciones que se deriven de la misma.

El procedimiento de medición de espesores, deberá ser analizado y revisado considerando el tipo de fenómeno degradatorio (corrosión con exfoliación) que se quiere evaluar.

2.2 Antes de la finalización de la parada de recarga, el titular definirá el alcance del análisis de otros sistemas importantes para la seguridad susceptibles a experimentar mecanismos de degradación similares a los detectados en el EF, como consecuencia de las deficiencias identificadas, tanto técnicas como organizativas, bien por coincidir en el tipo de tubería (hormigón o enterrada) o que, por estar sometidos a procesos de vigilancia no contemplados en el Manual de Inspección en Servicio (MISI) o Manual de Requisitos de Vigilancia (MRV), puedan tener un tratamiento inadecuado de los defectos detectados, o bien que hayan tenido una relajación de frecuencia de inspección sin la suficiente justificación técnica.

Las posibles degradaciones que se detecten deben ser valoradas, y en su caso corregidas, e incorporadas a los procesos sistemáticos de la central tales como Regla de Mantenimiento o Gestión de Vida.

La identificación y calendario de revisión de los sistemas que serán objeto de este análisis, debidamente justificado, debe ser remitido al CSN en el plazo de veinte días.

2.3 Durante el primer semestre de 2005, el titular reconsiderará los programas de mantenimiento de pinturas, incluidos en la acción EF-20 de su plan de acción.

3. ACCIONES PARA LA CORRECCIÓN DE LAS DEFICIENCIAS DE GESTIÓN ORGANIZATIVA Y DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

- 3.1. El titular establecerá y presentará al CSN los mecanismos que considere necesarios para presentar un nuevo plan de acción que dé respuesta a todas las deficiencias de gestión y líneas de acción que se han puesto de manifiesto en torno a este suceso y que no son abordadas adecuadamente en el último plan de ANAV (28/2/05), como las deficiencias en la actuación de los Órganos de Dirección y Gestión, en la interrelación entre Secciones, en la prevalencia de criterios de seguridad sobre cualesquiera otros o en la interacción con el CSN.
- 3.2. Para el cumplimiento de lo establecido en el punto anterior y de acuerdo con su compromiso fijado en la carta de referencia CNV-L-CSN-4184 de 28 de febrero de 2005, el titular deberá contar con un asesoramiento externo, con independencia y reconocida experiencia en temas de gestión de la seguridad.
- 3.3. Tanto el equipo humano que genere y desarrolle ese nuevo plan de acción, como el plan de trabajo de dicho equipo, además de cumplir con los compromisos del titular de allegar los recursos cualitativamente mejor preparados, será sometido a la apreciación favorable previa del CSN.
- 3.4. El titular presentará una descripción y programación detallada de la implantación de las acciones incluidas en el punto 7.2 del plan de actuación remitido al CSN el 28/2/05.
- 3.5. El arranque de la central, tras la próxima parada de recarga, estará condicionado a la implantación adecuada de las acciones correctoras del plan de acción remitido el 28/2/05 y de las que pudieran surgir del plan adicional exigido en el punto 3.1, necesarias para garantizar una adecuada gestión de la seguridad en todos los modos de operación.

4. ACCIONES PARA LA CORRECCIÓN DE DEFICIENCIAS DETECTADAS EN OTRAS INSPECCIONES

- 4.1. Antes de la finalización de la parada de recarga, el titular establecerá y presentará al CSN un plan de acciones correctoras para garantizar el cumplimiento de la condición nº 9 de la autorización de explotación sobre efectividad de las prácticas de mantenimiento, de manera que se asegure que las estructuras, sistemas y componentes de la central son capaces de cumplir su función de seguridad (Regla de Mantenimiento), siguiendo las ITCs asociadas a la citada condición.
- 4.2. Antes del primer semestre de 2005 el titular presentará al CSN una revisión del análisis de cumplimiento de la carta genérica GL 89-13, "Service Water System Problems Affecting Safety-Related Equipment", Julio 1989 y Sup. 1, abril 90.
- 4.3. Antes de la finalización de la parada de recarga de 2006, el titular deberá analizar el cumplimiento del Plan de Gestión de Vida en todos los sistemas importantes para la seguridad, con el fin de determinar si existen fenómenos degradatorios no contemplados e implantar las prácticas de vigilancia y control oportunas.

