

CSN-908.36

SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/ALO/09/828

Página 1 de 21

ACTA DE INSPECCIÓN

D. [REDACTED] D. [REDACTED] y
D^a [REDACTED] Inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear,

CERTIFICAN: Que se han personado, acompañados de D. [REDACTED] de la Ingeniería SENER, en calidad de asesor técnico de la Inspección, el día once de marzo de dos mil nueve, en las oficinas de **CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO, AIE** (en adelante **CNAT**), sitas en Madrid, Avda. de Manoteras, 46 bis, empresa propietaria de la Central Nuclear de Almaraz (en adelante CNA), unidades 1 y 2, las cuales se encuentran en la provincia de Cáceres, y disponen de Autorización de Explotación concedida por Orden del Ministerio de Economía con fecha ocho de junio de dos mil.

Que la inspección tenía por objeto la revisión de la documentación soporte del diseño de la reparación por Weld Overlay (en adelante WOL), para la mitigación del mecanismo de degradación PWSCC (agrietamiento por corrosión bajo tensión en presencia del agua del primario), en las soldaduras disimilares de las toberas de los presionadores de las dos unidades de CNA, de acuerdo a la agenda enviada previamente a la central.

Que la Inspección fue recibida por D^a [REDACTED] (**CNAT**) y por D. [REDACTED] (**IBERDROLA INGENIERÍA**), D. [REDACTED] (**IBERDROLA INGENIERÍA**), D. [REDACTED] (**IBERINCO**), D. [REDACTED] (**TECNATOM**) y D. [REDACTED] (**STRUCTURAL INTEGRITY**), manifestando todos ellos conocer y aceptar la finalidad de la inspección.

Que los representantes del titular de la instalación fueron advertidos de que el acta que se levante de este acto, así como los comentarios recogidos en la tramitación de la misma, tendrán la consideración de documentos públicos y podrán ser publicados de oficio, o a instancia de cualquier persona física o jurídica, lo que se notifica a los

DK-148405

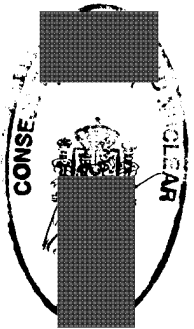
efectos de que el titular exprese qué información o documentación aportada durante la inspección podría no ser publicable por su carácter confidencial o restringido.

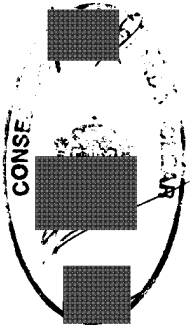
Que por parte de los representantes de la central se hizo constar que, en principio, toda la información o documentación que se aporte durante la inspección tiene carácter confidencial o restringido, y sólo podrá ser utilizada a los efectos de esta inspección, a menos que expresamente se indique lo contrario.

Que, previamente a la inspección, el día 30/01/09, el CSN y CNAT habían mantenido una reunión previa sobre los documentos de diseño del Weld Overlay, cuya acta de reunión se encuentra recogida en el documento de referencia de CNA AL-09/00002, enviado al CSN mediante la carta ATA-CSN-006177, fechada el 23/02/09.

Que, antes, durante, y después de la citada reunión, pero previamente a la inspección, CNAT había enviado o entregado al CSN una serie de documentos de diseño del Weld Overlay, para su estudio, de cara a agilizar el proceso de inspección, que habían sido entre otros los siguientes (sólo se incluyen los documentos de interés para el objeto de la inspección):

- IBERDROLA INGENIERÍA, "Informe de Evaluación del Weld Overlay de las Toberas del Presionador", 2611-GN167E-IN-08.997036.00001, rev. 0 del 25/11/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Design Report for Preemptive Weld Overlay Repairs of Almaraz Units 1 and 2 Pressurizer Nozzle Butt Welds", Calculation 0800646.401, rev. 0 del 06/02/09.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Weld Overlay Sizing for 14" Pressurizer Surge Nozzle", Calculation 0800646.310, rev. 0 del 05/11/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Design Loads for Pressurizer Surge Nozzle with Weld Overlay Repair", Calculation 0800646.311, rev. 0 del 15/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge Nozzle Finite Element Models Development Calculation", Calculation 0800646.312, rev. 0 del 15/12/08.





- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge Nozzle Thermal and Mechanical Stress Analysis Calculation", Calculation 0800646.313, rev. 0 del 15/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge Nozzle Residual Stress Analysis Calculation", Calculation 0800646.314, rev. 0 del 23/01/09.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge ASME Code, Section III Evaluation", Calculation 0800646.315, rev. 0 del 17/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge Nozzle Crack Growth Evaluation Calculation", Calculation 0800646.316, rev. 0 del 23/01/09.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Weld Shrinkage Analysis of the Units 1 and 2 Pressurizer Surge Line", Calculation 0800646.317, rev. 0 del 28/07/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Almaraz Units 1 and 2 Surge Nozzle Leak Before Break Evaluation", Calculation 0800646.318, rev. 0 del 17/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Surge Nozzle Weld Overlay Design Drawing", File nº 0800646.510, rev. 0 del 06/11/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Spray ASME Code, Section III Evaluation", Calculation 0800646.325, rev. 0 del 16/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Spray Nozzle Weld Overlay Design Drawing", File nº 0800646.520, rev. 0 del 06/11/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Pressurizer Safety/Relief Valve ASME Code, Section III Evaluation", Calculation 0800646.335, rev. 0 del 17/12/08.
- STRUCTURAL INTEGRITY, "Safety Relief Nozzle Weld Overlay Design Drawing", File nº 0800646.530, rev. 0 del 06/11/08.
- Tablas con cargas en toberas calculadas para el 110 % de potencia.

Que de la información suministrada durante la inspección así como de las comprobaciones visuales y documentales realizadas, resulta lo siguiente:

- Que la Inspección tomó la línea de equilibrio (Surge line) como ejemplo y siguió el proceso de análisis descrito en la figura 4-3 del documento de referencia 2611-

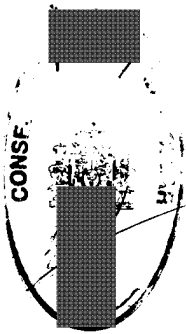
- Que, en primer lugar, se trató el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, “**Weld Overlay Sizing for 14” Pressurizer Surge Nozzle**”, Calculation 0800646.310, rev. 0 del 05/11/08, que es el que aborda el dimensionado preliminar del WOL en cuanto a espesor y longitud, para la línea de equilibrio, siguiendo los requerimientos del Code Case N-504-3 y la sección XI de ASME. Que los aspectos tratados de este documento fueron los siguientes:
 - o El dimensionado se realiza para ambas unidades de CNA simultáneamente, tomando la envolvente de cargas y dimensiones.
 - o De acuerdo a los representantes de CNAT, la edición de ASME XI aplicable era la de 1998 con adenda de 2000, mientras que para ASME III era la de 2001 con adenda de 2003.
 - o En cuanto al espesor del WOL, el dimensionado se lleva a cabo de acuerdo con lo establecido en el Code Case N-504-3 (el espesor será el necesario para satisfacer los requisitos especificados en el artículo IWB-3640 de ASME XI). La metodología seguida consiste en realizar un proceso iterativo de dimensionado en el que se añade una capa de WOL, y se halla el nuevo

ratio tensional (relación entre la suma de las tensiones de membrana y flexión y la intensidad de tensión admisible), teniendo en cuenta el nuevo espesor. A continuación, teniendo en cuenta las tablas IWB-3641-1 y 2 de ASME XI (o bien las ecuaciones del apéndice C en las que se basa), se halla el nuevo tamaño de grieta admisible. Este nuevo tamaño de grieta admisible se compara con el tamaño de grieta asumida por diseño (grieta pasante en el material original, sin WOL, de 360°). El proceso de añadir capas de WOL se repite hasta que el nuevo tamaño de grieta admisible iguala al tamaño de grieta asumida por diseño, teniéndose entonces el espesor de WOL buscado.

Adicionalmente, se ha de cumplir el criterio general de ASME XI, que establece que ninguna grieta podrá superar el 75 % del espesor total, lo que implica un espesor del WOL = $t/3$, siendo t el espesor original sin WOL.

Se toma, de entre los dos espesores obtenidos, el mayor. Los representantes de CNAT comentaron que el diseño según este último requerimiento había sido más limitante que el derivado del proceso iterativo, y que esto era debido a que las tensiones eran relativamente pequeñas (de ser mayores, el proceso iterativo hubiera dado lugar a espesores mayores).

- En cuanto a la longitud del WOL a cada lado de las soldaduras DM (soldadura disimilar, entre la tobera y el safe end) y SS (soldadura entre safe end y tubería), se da cumplimiento a lo indicado en el Code Case N-504-3 ($0,75 \sqrt{Rt}$, siendo R el radio exterior y t el espesor del componente, sin tener en cuenta el WOL). Por otra parte, el documento realiza una serie de cálculos para evaluar la longitud de WOL que asegura la transmisión de tensiones cortantes debidas a cargas axiales, basándose en las ecuaciones de ASME III relativas a tensiones cortantes.
- La Inspección preguntó si las cargas en tobera que aparecen en la página 5 de 16 del documento tenían en cuenta el aumento de potencia, a lo que los representantes de CNAT comentaron que en el caso de la surge line no tenía influencia, ya que las cargas eran las mismas antes y después del aumento de potencia, y que el aumento de potencia afectaba sólo a las tuberías de 6''



(líneas de seguridad y alivio). Se comentó que, no obstante, como filosofía general se había procedido siempre de la manera más conservadora (tomando las cargas envolventes de entre la situación con y sin aumento de potencia). La Inspección comprobó que las cargas expuestas en la pág 5 eran las mismas que las que figuraban en las tablas calculadas para el 110 % de potencia, entregadas en la reunión del 30/01/09.

- La Inspección solicitó aclaración acerca de las dimensiones que, de acuerdo al último párrafo de la página 5 de 16 del documento, habían sido estimadas. Los representantes de CNAT indicaron que este era un comentario genérico introducido en el texto, ya que se daba la circunstancia de que ciertas dimensiones no aparecían en ningún plano o documento y habían sido estimadas en base a la experiencia. No obstante, las dimensiones incluidas en la Tabla 2 eran todas reales, de tal forma que la nota 1 aclaratoria indicaba únicamente que no se había considerado el cladding en el valor del diámetro interior, por no tener éste ninguna función estructural.
- La Inspección preguntó por el valor indicado en el párrafo 4 de la página 13/16, relativo a la máxima intensidad de tensión ($0.5 S_m$). Los representantes de CNAT señalaron que se trataba de una errata y que realmente debía aparecer $0.6 S_m$, valor utilizado en las ecuaciones siguientes.
- Se pidió aclaración sobre las dimensiones del WOL representadas en los planos (0800646.510 y similares), explicando CNAT que dichas dimensiones tenían en cuenta el sobreespesor necesario para facilitar la inspeccionabilidad (entre otros factores), por lo que eran superiores a las obtenidas por diseño.

- Que, a continuación, se trató el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, "**Design Loads for Pressurizer Surge Nozzle with Weld Overlay Repair**", Calculation 0800646.311, rev. 0 del 15/12/08, que es el que determina las condiciones de

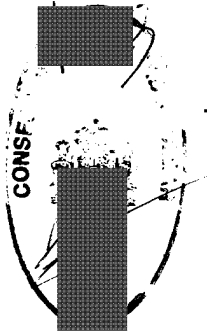


carga límite que se aplican a la tobera de equilibrio, incluyendo las cargas de interacción con la tubería, presión, y transitorios térmicos.

- Que, al respecto de este documento, la Inspección preguntó si las cargas de estratificación térmica especificadas en la página 7 de 12 (tabla 2, casos de carga "Strat 1" y "Strat 2") tenían en cuenta el aumento de potencia, a lo que se aclaró que en la línea de compensación no había habido cambios derivadas del aumento de potencia, que las cargas no aumentaban ya que las condiciones eran las mismas. Que la Inspección comprobó que las cargas de estratificación térmica expuestas en la pág 7 eran las mismas que las que figuraban en las tablas calculadas para el 110 % de potencia, entregadas en la reunión del 30/01/09.

- Que, acto seguido, se trató el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, "**Pressurizer Surge Nozzle Finite Element Models Development Calculation**", Calculation 0800646.312, rev. 0 del 15/12/08, que presenta los modelos de elementos finitos utilizados en el análisis de las tensiones residuales y operacionales, así como para el crecimiento de la grieta y para la cualificación de los requerimientos de ASME III. Que al respecto de este documento cabe destacar los siguientes aspectos:

- o Se realizan tres modelos de Elementos Finitos axisimétricos en 2D empleando el código de cálculo [REDACTED] con objeto de utilizar condiciones conservadoras en todo momento. Uno de ellos emplea las dimensiones máximas del WOL y se utiliza para calcular las tensiones térmicas, y los otros dos, con dimensiones mínimas, se utilizan para calcular las tensiones residuales y las cargas mecánicas.
- o Los modelos incluyen una porción del fondo del presionador así como su cladding, la propia tobera de equilibrio, el "safe-end", una porción de la línea de equilibrio, las soldaduras DM y SS, y el propio WOL junto con la capa de sacrificio. Adicionalmente, se postula una reparación en la soldadura DM de la mitad del espesor de la tubería original.
- o La Inspección requirió aclaración acerca de por qué, en el modelo de tensiones residuales, para la soldadura DM, no se había modelado esta soldadura, y sí la reparación postulada, tal y como muestra la figura 5 (pág

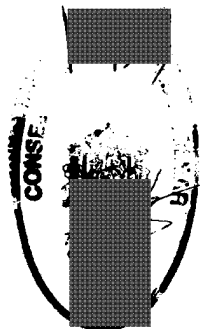


13 de 16 del documento), dado que por el contrario, el documento de EPRI MRP 169 "*Materials Reliability Program: Technical Basis for Preemptive Weld Overlays for Alloy 82/182 Butt Welds in PWRs*", rev. 1 (junio 2008), modela tanto la soldadura como su reparación. La explicación de los representantes de CNAT se basó en lo siguiente:

- El enfoque tomado era más conservador que el del MRP 169. Esta afirmación del Titular se apoyaba en una presentación de [REDACTED] de junio de 2008, titulada "*Evaluation of Proposed Mitigation Strategies for PWSCC – Full Structural Weld Overlays*", en la que se compara el modelo de CNA (soldadura no modelada) con otro, de [REDACTED] (soldadura modelada, igual que en MRP 169), concluyéndose que, tanto para la tensión circunferencial como para la axial, los resultados de ambos modelos eran muy parecidos (si acaso, algo más conservador el tipo de modelo empleado en CNA). CNAT envió la citada presentación al CSN con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, de 20/03/09.

- La Inspección preguntó, al respecto de lo anterior, que por qué, por el contrario, sí que había sido modelada la soldadura SS tal y como mostraba la figura 5 de la página 13 mencionada, a lo que el personal de CNAT contestó que esto era así por motivos históricos, ya que se venía realizando de esta forma desde un proyecto llevado a cabo para [REDACTED] (donde se había postulado que dicha soldadura estaba agrietada).

- Que, por otra parte, el Titular explicó que hacía unos años se había realizado un estudio, financiado por EPRI, donde, entre otras cosas, se comprobaba la corrección de los modelos de elementos finitos, contrastando los valores de tensiones residuales con los obtenidos mediante técnicas de XRD (difracción de rayos X) en maquetas preparadas al efecto. Que, con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT envió al CSN el citado estudio de EPRI, titulado "*Development of Preemptive Weld Overlay (PWOL) for Alloy 600*



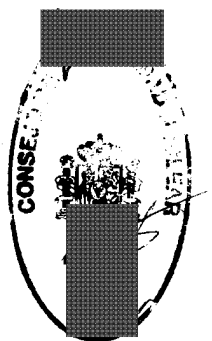
PWSCC Mitigation", de junio de 2006, que entre sus conclusiones recoge las siguientes:

- Las tensiones residuales predichas por el análisis por elementos finitos son consistentes con las medidas por técnicas de difracción de rayos X (XRD).
 - El análisis por elementos finitos es una herramienta útil para el diseño de WOLs preventivos en tuberías de distintos tamaños.
- Que, a continuación, se trató el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Pressurizer Surge Nozzle Thermal and Mechanical Stress Analysis Calculation"**, Calculation 0800646.313, rev. 0 del 15/12/08, que presenta el análisis de tensiones térmicas y mecánicas debidas a los transitorios térmicos y a las cargas mecánicas en la tobera de equilibrio. Que, al respecto de este documento, se trataron los siguientes aspectos:

- La Inspección solicitó aclaración acerca de la elección de las condiciones de contorno de simetría utilizadas en los modelos mecánico (fig 2 en pág 11/22) y térmico (fig 5 en pág 14/22), en los extremos inferiores de las dos figuras mencionadas.

Los representantes de CNAT explicaron, en cuanto al modelo mecánico, que en el extremo inferior del modelo, el movimiento radial se había dejado libre, dado que la presión sólo produce expansión en sentido radial, mientras que el movimiento circunferencial estaba impedido.

En cuanto al modelo térmico, los representantes de CNAT indicaron que por fuera el modelo era adiabático, y que en la fig 5 estaban representadas solamente las acciones térmicas (temperaturas y coeficientes de transferencia de calor) sobre el componente, pero que las condiciones de contorno eran las mismas que las ya explicadas para el modelo mecánico, aunque no estuvieran representadas en la figura. Según lo explicado, estas ligaduras se tenían en cuenta después, durante la ejecución del modelo para la obtención de las tensiones, al tener en cuenta la contribución de la presión (modelo mecánico).

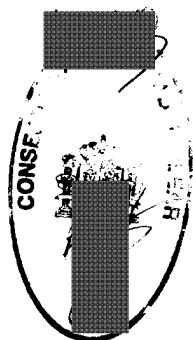


SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/ALO/09/828

Página 10 de 21



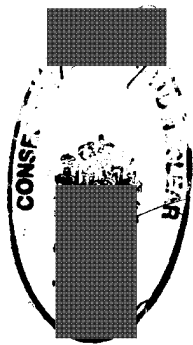
- La Inspección pidió igualmente aclaración sobre el por qué se había cortado el modelo en una sección no coincidente con un plano perpendicular al eje de la línea de compensación. Según las explicaciones recibidas, el extremo inferior estaba suficientemente lejos de la conexión tobera – presionador, dando lo mismo ampliarlo aún más, dado que la axisimetría se mantenía.
- La Inspección solicitó aclaración acerca de la elección del valor de los 3600 segundos adicionales que se añadían al final de cada transitorio térmico con objeto de asegurar la captura de todos los posibles picos producidos por el transitorio, tal y como se explicaba en la pág 7/22 del documento, a lo que los representantes de CNAT comentaron que este valor era arbitrario, que se trataba de tomar un valor lo suficientemente alto como para asegurar que todo el transitorio estaba cubierto, y que con 3600 segundos se podía estar seguro de capturar todos los posibles picos tensionales.
- La Inspección pidió aclaración sobre dónde estaban realmente situadas las trayectorias ("*paths*") 4 a 7 para los análisis de crecimiento de grieta (figs 6 y 7, págs 15 y 16 del documento), y las trayectorias 1 a 3 para los análisis de ASME III (figs 8 y 9, págs 17 y 18 del documento), debido a que en el documento examinado (y enviado con anterioridad al CSN) las figuras mencionadas estaban en blanco y negro y no era posible determinarlo. Se examinaron las figuras a color, viéndose claramente la disposición de las trayectorias. Con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT envió nuevamente al CSN los documentos de referencias 0800646.312, 0800646.313, 0800646.314, 0800646.315, y 0800646.316, en sus revisiones 0, pero en color.
- La Inspección examinó en color las figuras 10 a 13 (págs 19 a 22 del documento), que representan las tensiones debidas a la presión, a las cargas axiales y momentos, y cargas térmicas, con el fin de comprobar donde estaban situados los puntos de tensión máxima.

- Que, a continuación, se trató el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Pressurizer Surge Nozzle Residual Stress Analysis Calculation"**, Calculation 0800646.314, rev. 0 del 23/01/09, que recoge el análisis de tensiones residuales obtenido a partir de elementos finitos, en la tobera de equilibrio del presionador de CNA. Que, al respecto de este documento, se trataron los siguientes aspectos:

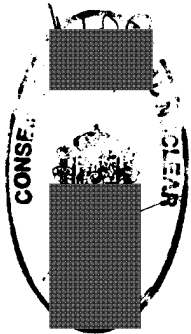
- o La Inspección solicitó aclaración acerca de las diferencias existentes entre las tensiones residuales en CNA y las del documento de EPRI MRP 169 rev. 1, ya mencionado con anterioridad, debido a que las figuras 13 y 14 (págs. 22 y 23 de 28) del documento, y las correspondientes del MRP 169 (fig. 8-12, pág 8-26), evidenciaban curvas de tensiones residuales (axiales y circunferenciales) no del todo coincidentes. Los representantes de CNAT explicaron que el MRP 169 había sido preparado por STRUCTURAL INTEGRITY, por encargo y financiación de EPRI, hacía unos años, y que este documento tomaba como referencia la central de [REDACTED], que presentaba ciertas diferencias con CNA, que básicamente eran las siguientes:

1. Diferencias geométricas entre las toberas, probablemente importantes.
2. En el MRP 169, al parecer no se había modelado la soldadura SS (en CNA sí), pudiendo esto influir algo en el resultado de las tensiones residuales.
3. Probablemente el MRP supusiera la tobera en mojado (en el análisis de CNA se supone la tobera en seco, es decir sin respaldo de agua, lo cual es más conservador desde el punto de vista de las tensiones residuales, que no salen tan compresivas).

CNAT se comprometió a analizar con mayor detenimiento las diferencias entre los análisis del MRP 169 y CNA, y, en respuesta a este compromiso, con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, envió al CSN un resumen de este análisis. Este resumen analiza las diferencias geométricas entre la tobera del MRP 169 y



la de CNA, concluyendo que como consecuencia del WOL sería esperable una mejora en las tensiones residuales algo superior en CNA, e incluyendo una tabla comparativa entre las tensiones, que muestra que los resultados son muy similares en los dos casos (MRP / CNA), si acaso con una mejora en tensiones algo superior en CNA. Por otra parte, el resumen mencionado destaca que los análisis – ejemplo de la sección 8 del MRP no han de concebirse como una validación de las tensiones residuales para el proceso de WOL, dado que ésta se lleva a cabo en la sección 5 (comparación con resultados obtenidos en maquetas, etc.), y que, en cualquier caso, el análisis de tensiones residuales llevado a cabo en la tobera de equilibrio de CNA emplea la misma metodología y las mismas hipótesis que los análisis contenidos en la sección 5 del MRP.



- Que, a continuación, se abordó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Pressurizer Surge ASME Code, Section III Evaluation"**, Calculation 0800646.315, rev. 0 del 17/12/08, que recoge la evaluación ASME III llevada a cabo para la tobera de equilibrio (comprobación del cumplimiento de los requisitos de ASME III), y que había sido ya tratado durante la reunión del 30/01/09. Que, al respecto de este documento, se revisaron los siguientes aspectos:
 - o El CSN requirió una aclaración acerca de si las cargas tomadas para los escenarios de estratificación térmica resultaban modificadas como consecuencia del aumento de potencia (este punto había quedado pendiente en la reunión del 30/01/09, primer párrafo de la hoja 4 de 5 del acta de reunión). Los representantes de CNAT explicaron que el aumento de potencia tan solo afectaba a las líneas de las válvulas de seguridad, y no a las líneas de equilibrio, rociado, y alivio, y que la revisión vigente del documento de [REDACTED] revisión 5, que recoge el mini- aumento de potencia) era el origen de las cargas asociadas a los transitorios térmicos de la línea de equilibrio "tablas con cargas en toberas calculadas para el 110 % de potencia", entregadas a la Inspección en la reunión del 30/01/09, y que serán las incluidas en la futura rev. 6 (que recogerá el aumento de potencia al 110 %).

SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

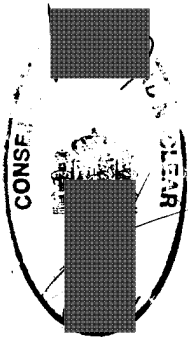
CSN/AIN/ALO/09/828

Página 13 de 21

- EL CSN solicitó examinar la rev. 5 del [REDACTED], con objeto de comprobar que las cargas de estratificación empleadas en el diseño del WOL eran envolventes. Dado que no fue posible en ese momento, los representantes de CNAT se comprometieron a enviar al CSN una explicación al respecto. En cumplimiento de este compromiso, con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT envió al CSN un resumen explicativo titulado "Aclaración de las cargas utilizadas en el diseño del WOL de CNA", que anexa varios extractos de varios documentos de [REDACTED] y que destaca los siguientes aspectos:

- El aumento de potencia al 110 % no afecta a las cargas de la línea de equilibrio (tan solo ha sido necesario revisar el cálculo de tensiones de las líneas de las válvulas de seguridad, debido a la eliminación de los sellos de agua).
- Todos los documentos de [REDACTED] y [REDACTED] son coherentes en cuanto a las cargas de estratificación térmica de la línea de equilibrio.
- Los dos transitorios de estratificación térmica de la línea de equilibrio (*Strat 1* y *Strat 2*) empleados para el diseño del WOL son envolventes de los transitorios térmicos de estratificación que figuran en el documento [REDACTED]

- El CSN requirió una aclaración acerca del factor de uso obtenido en el path 3 de las figuras 1 y 2 (págs. 21 y 22 del documento 0800646.315), dado que en un primer análisis su valor era superior a la unidad, y en un análisis posterior bastante inferior a la unidad (este aspecto ya había sido tratado en la reunión del 30/01/09, párrafo cuarto de la hoja 4 de 5 del acta). Los representantes de CNAT explicaron que era debido a que el código de cálculo [REDACTED] calculaba las tensiones térmicas de flexión teniendo en cuenta tanto el gradiente térmico axial como el radial (primer análisis), dando lugar a un factor de uso mayor a 1. En el segundo análisis se había

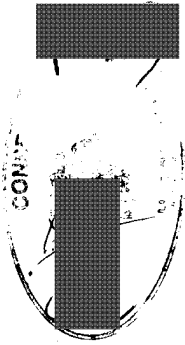


tenido en cuenta tan sólo la contribución del gradiente térmico axial, tal como requiere la ecuación 10 de ASME III (NB-3653.1), obteniéndose un factor de uso inferior a 1. Dado que la Inspección se mostró aún así sorprendida por la gran bajada en factor de uso (desde superior a 1 hasta 0,1248), los representantes de CNAT dieron explicaciones más detalladas acerca del motivo por el que en el primer análisis se había obtenido un factor de uso tan elevado, consistentes en que, al superar la ec. 10, había sido necesario comprobar las ecs. 12 y 13 (comprobación elasto – plástica). Según las explicaciones recibidas, en estas ecuaciones aparecía el factor K_e , que se aplica para la obtención de la tensión alternativa, alcanzando éste un valor aproximado de 2,4, lo que causaba que la tensión alternativa se incrementase significativamente, por lo que el número de ciclos admisibles se reducía considerablemente. Con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT envió al CSN una explicación detallada todo lo anterior, confirmando lo ya expuesto durante la inspección.

- Que, a continuación, se abordó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Pressurizer Surge Nozzle Crack Growth Evaluation Calculation"**, Calculation 0800646.316, rev. 0 del 23/01/09, que supone el análisis del crecimiento de una grieta postulada en las soldaduras DM y SS en la tobera de equilibrio del presionador, cuando se ha realizado la reparación por WOL. Que, al respecto de este documento, se trataron los siguientes aspectos:
 - o El CSN pidió aclaración acerca de los tres modelos expuestos en el punto 3.2 *"Fracture Mechanics Models"* del documento (pág 5 de 30). Los representantes de CNAT explicaron que cada modelo representaba a una combinación de tipo de grieta con tipo de carga, y que este desglose permitía aplicar las fórmulas disponibles en cada caso (*"EPRI Ductile Fracture Handbook model"*, y *"Tada-Paris-Irwin model"*). Según las explicaciones recibidas, para cada modelo, los factores de intensificación de tensiones K se obtenían, para cada tipo de carga resultante de las distintas condiciones de operación, como función de una profundidad de grieta

postulada en las soldaduras DM y SS. El resultado final se obtiene por superposición de los distintos valores de K asociados a las diferentes condiciones de operación.

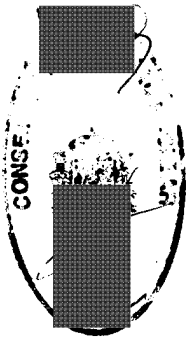
- El CSN pidió aclaración acerca de las leyes de crecimiento de grieta expuestas en el punto 3.4 "*Crack Growth Laws*" del documento (paginas 8 a 10 de 30). El personal de CNAT explicó que las contribuciones debidas a PWSCC y a fatiga se sumaban (salvo en el caso de que la K de la PWSCC fuera negativa, en cuyo caso obviamente no se le descontaba a la fatiga).
- El CSN pidió aclaración acerca del crecimiento de grieta hacia el interior de la capa "*buffer layer*" (capa de sacrificio) del WOL, en el caso de grieta circunferencial en la soldadura SS, tal y como queda expuesto en un párrafo de la página 11 de 30 del documento (punto 5.0 "*Calculations*"). CNAT aclaró que el resultado del análisis (tabla 6 del documento, titulada "*Crack Growth Results*"), para el caso de grieta circunferencial en la soldadura SS, son 21 años en alcanzarse la profundidad de grieta admisible sin violar el mínimo espesor de WOL obtenido por diseño (la grieta atravesaría el 25 % remanente del material original, la "*buffer layer*" completa, y parte del WOL, pero sin llegar a afectar al espesor mínimo obtenido por diseño. El WOL en esta localización tiene como mínimo un espesor que es superior al mínimo obtenido por diseño). De acuerdo a la nota 2 de la tabla mencionada, el tiempo en llegar a la "*buffer layer*" (tiempo en atravesar el 25 % remanente del material original) sería de 7 años.
- La Inspección pidió a CNAT que explicara la figura 1 (pag. 22/30), ante lo cual CNAT respondió que la misma pretendía únicamente ilustrar las dimensiones consideradas en estos cálculos.
- La Inspección preguntó a CNAT sobre las conclusiones expuestas en el apartado 6, en relación con el crecimiento de grieta por PWSCC. A este respecto, CNAT señaló que de los cálculos se concluía que cuando la grieta alcanzaba el 91% del metal base, el factor de intensificación de tensiones



se hacía positivo, y que era a partir de entonces cuando había que tomar en consideración el crecimiento de grieta debido a este fenómeno.

- Se comentó que la edición del código ASME XI indicada en la referencia 9 del documento era incorrecta (dice 2001 con adenda de 2003 cuando lo correcto es 1998 con adenda de 2000), si bien esto no repercutía en nada al ser una simple errata.
- Que, a continuación, se abordó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, "**Weld Shrinkage Analysis of the Units 1 and 2 Pressurizer Surge Line**", Calculation 0800646.317, rev. 0 del 28/07/08, que recoge el análisis de los efectos de contracción que produce el WOL sobre el sistema de tuberías (tensiones resultantes y desplazamientos en los soportes) asociado a la tobera de equilibrio del presionador. Que, al respecto de este documento, se trataron los siguientes aspectos:

- Del documento y de las explicaciones recibidas se extrae que se ha modelado una contracción unitaria de 0,1" en la tobera, para después escalar las tensiones y desplazamientos con los datos reales de contracción. Los resultados recogidos en el documento, suponiendo esta contracción, son correctos.
- La Inspección, dado que este enfoque obligaba a comprobar de antemano algunos soportes, preguntó si había algún programa de inspección y cuales eran los criterios de selección del mismo. Los representantes de CNAT indicaron que se haría una inspección previa al WOL y otra posterior, midiendo de esta forma la contracción, siendo el criterio de selección de estos soportes a inspeccionar el que estuvieran sometidos a un desplazamiento comprendido entre 0,05" y 0,1", según el cálculo unitario. Se mostró un listado de los soportes a inspeccionar, así como isométricos correspondientes a los tres tipos de líneas (equilibrio, rociado, y descarga de válvulas de seguridad/alivio).
- A la vista de lo anterior, la Inspección indicó que la experiencia había demostrado que la contracción podía ser superior a 0,1", circunstancia corroborada por el personal de STRUCTURAL INTEGRITY, que mostró los



SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

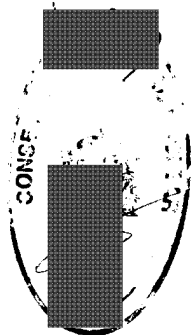
CSN/AIN/ALO/09/828

Página 17 de 21

resultados de otras plantas (con contracciones mayores a la mencionada). Los representantes de CNAT se comprometieron a extender el alcance de la inspección, de tal manera que, a efectos de selección de soportes, se multiplicaría por 3 el desplazamiento obtenido en el cálculo unitario, para los soportes de las líneas de rociado y descarga de válvulas de seguridad/alivio, y por 1,5 el desplazamiento obtenido en dicho cálculo para los soportes de la línea de equilibrio, siendo el nuevo criterio de selección la superación de 0,05", una vez aplicados estos factores multiplicativos.

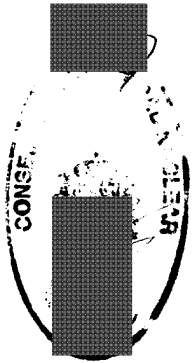
- El CSN advirtió de que algunos soportes podían necesitar ser soltados antes del WOL, así como algunos muelles y amortiguadores ser retardados. Los representantes de CNAT indicaron que se comprobarían qué muelles y amortiguadores necesitarán retardado, y que se llevaría a cabo en aquellos que lo requiriesen. Por otra parte, durante la inspección se indicó que en CNA no existían soportes antilátigo. Sin embargo, con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT hizo constar, en cuanto a los soportes antilátigo de las válvulas de seguridad, que sí que existían estos tipos de soportes, pero al sólo operar en caso de rotura y estar diseñados provistos de holguras (50 mm como mínimo), para garantizar su no actuación en condiciones de operación, no se les había considerado en el análisis de tuberías.
- En cuanto a las tensiones que se obtenían, los representantes de CNAT explicaron que se procedía igual que con los desplazamientos, es decir, multiplicando el cálculo unitario por el factor correspondiente obtenido de la comprobación de desplazamientos. El personal de CNAT destacó que, en el caso de la línea de equilibrio, las tensiones obtenidas, para el cálculo unitario, eran bastante pequeñas (valor máximo 444 psi), incluso si se las multiplicaba por un factor mayorante.

- Que, a continuación, la Inspección examinó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, "**Weld Shrinkage Analysis of the Units 1 and 2 Pressurizer Safety/ Relief Nozzle**", Calculation 0800646.337, rev. 0, que recoge el análisis de los efectos de



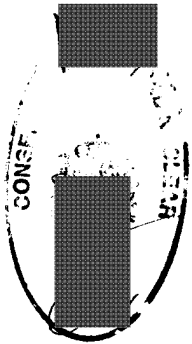
contracción que produce el WOL sobre el sistema de tuberías (tensiones resultantes y desplazamientos en los soportes) asociado a las toberas de seguridad y alivio del presionador. Que, del examen de este documento, se deduce lo siguiente:

- Para tener en cuenta los efectos de contracción por WOL se han considerado cinco casos de carga, envolventes de todos los posibles:
 - Caso primero: contracción de 0,1" en los cuatro WOL (es decir, en los tres de las toberas de las válvulas de seguridad y en el de la tobera de la válvula de alivio).
 - Casos dos a cinco: contracción de 0,1" en una de las cuatro líneas, con contracción de nula en las restantes tres, permutando entre ellas.
- La máxima tensión se obtiene en los nodos 17/ 18, siendo la relación entre tensión máxima obtenida y tensión admisible de 0,052.
- Como ya se ha mencionado en un párrafo anterior, CNAT expresó que se multiplicaría por 3 el desplazamiento obtenido del "cálculo unitario", a efectos de selección de soportes para su inspección.
- Que, asimismo, la Inspección examinó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Weld Shrinkage Analysis of the Units 1 and 2 Pressurizer Spray Nozzle"**, Calculation 0800646.327, rev. 0, que recoge el análisis de los efectos de contracción que produce el WOL sobre el sistema de tuberías (tensiones resultantes y desplazamientos en los soportes) asociado a la tobera de rociado del presionador. Que, del examen de este documento, se deduce que la máxima tensión para el cálculo unitario se obtiene en el nodo 1306 (reductor de 6" a 4" que existe justo tras la tobera), con un ratio de tensión calculada frente a admisible de 0,015. Que, al igual que en el caso de las líneas de las válvulas de seguridad/ alivio, los desplazamientos obtenidos del "cálculo unitario" se multiplicarían por 3, a efectos de selección de soportes para su inspección.
- Que la Inspección examinó brevemente el documento de STRUCTURAL INTEGRITY **"Design Weight Calculation"**, Calculation 0800646.302, rev. 0, del cual se deduce



que el peso añadido debido al material del WOL es inferior al 5 % del peso original del sistema de tuberías, y que, por este motivo, el material adicional no ha sido tenido en cuenta en los cálculos, al considerar que tiene un efecto despreciable en las cargas de diseño de los sistemas y en las características dinámicas de los mismos.

- Que, a continuación, se abordó el documento de STRUCTURAL INTEGRITY, **"Almaraz Units 1 and 2 Surge Nozzle Leak Before Break Evaluation"**, Calculation 0800646.318, rev. 0 del 17/12/08, que recoge el análisis LBB llevado a cabo para la tobera de equilibrio, considerando, en la soldadura DM, una morfología de grieta tipo PWSCC (material base) y tipo fatiga (WOL), y, en la soldadura SS, morfología de grieta tipo fatiga (tanto material base como WOL). Que el documento ya había sido tratado durante la reunión del 30/01/09.
- Que se debatió la metodología utilizada para el cálculo de la grieta crítica y la grieta que fuga, comentándose entre otros los siguientes aspectos:
 - o La metodología consiste en hallar el tamaño de la grieta crítica, dividirlo por dos, y comparar la tasa de fugas de tal grieta resultante con 10 veces el límite de detección de fugas. Los representantes de CNAT explicaron que la capacidad de detección de fugas en CNA era 0,1 gpm, por lo que como condición de aceptación se tenía que la mitad de la grieta crítica tenía que fugar más de $10 \times 0,1 = 1$ gpm (para que la fuga fuera detectada por los sistemas de medida). La Inspección indicó que en las especificaciones técnicas de funcionamiento (ETFs) la tasa de fugas no identificada era de 1 gpm, preguntando que por qué, teniendo eso en cuenta, el criterio de aceptación no era que la mitad de la grieta crítica fugase más de $10 \times 1 = 10$ gpm. En respuesta, los representantes de CNAT indicaron que el SRP (Standard review plan) 3.6.3 *"Leak before break evaluation procedures"* no hacía referencia a 10 veces el límite de las ETFs, sino a 10 veces la capacidad de detección de fugas. Por otra parte, con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT hizo constar que el procedimiento de seguimiento y



SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/ALO/09/828

Página 20 de 21

evaluación de fugas en uso en CNA fue enviado al CSN el 5/10/07, con carta de referencia ATA-CSN-005229. La Inspección ha comprobado, con posterioridad a la inspección, que la carta ATA-CSN-005229 incluye el procedimiento OP1-ES-04.08, en su rev. 0, titulado "Seguimiento y evaluación fugas en el sistema de refrigerante del reactor", que establece como primer nivel de acción (a partir del cual se toman acciones) la superación de una tasa de fugas de 0,1 gpm.

- Durante la inspección se trató la rev. 0 del documento en cuestión (ref. 0800646.318), pero los representantes de CNAT indicaron que se estaba desarrollando la rev. 1 y que ésta sería enviada al CSN. Con posterioridad a la inspección, mediante la carta de referencia ATA-CSN-006221, del 20/03/09, CNAT envió al CSN la rev. 1 de este documento, con fecha de aprobación 19/03/09. Esta rev. 1 presenta como valor más pequeño obtenido para la tasa de fugas de la mitad de la grieta crítica (tabla 8, pág 20 de 22) un resultado de 2,16 gpm (en la soldadura DM).
- Se discutió la figura D-1 (pág D16 de D17) de la rev. 0 del documento, apareciendo ciertas dudas en la interpretación de los ángulos de apertura de grieta α y β , y su influencia en el cálculo de la grieta que fuga y de la grieta crítica, que no pudieron ser del todo aclaradas durante la inspección. La rev. 1 del documento, enviada con posterioridad a la inspección al CSN como ya se ha dicho, con el fin de aclarar las partes de WOL y de material base que intervienen, incorpora dos figuras adicionales (figs D-2a y D-2b, pág. D22 de D23).

Que por parte de los representantes de C.N. Almaraz se dieron las facilidades necesarias para el desarrollo de la inspección.

Que con el fin de que quede constancia de cuanto antecede, y a los efectos que señalan las Leyes 15/1980 de 22 de abril de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear y 33/2007 de 7 de noviembre de Reforma de la Ley 15/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, la Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear, el Reglamento de

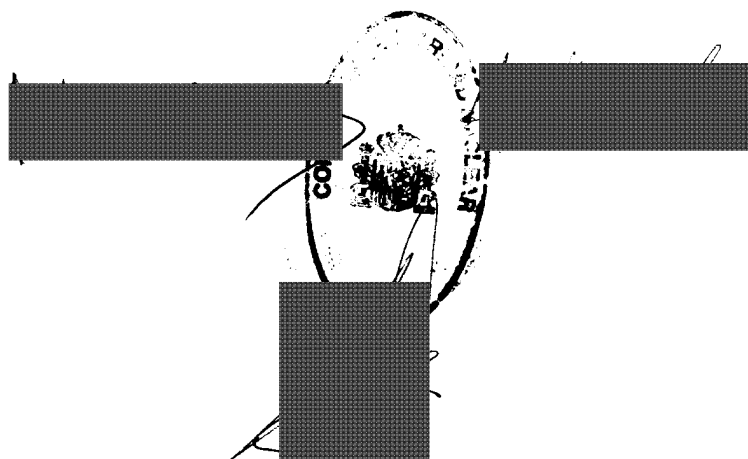
SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/ALO/09/828

Página 21 de 21

Instalaciones Nucleares y Radiactivas y el Reglamento de Protección Sanitaria en vigor y la Autorización referida, se levanta y suscribe la presente Acta, por triplicado, en Madrid y en la Sede del Consejo de Seguridad Nuclear a 16 de abril de dos mil nueve.



TRÁMITE: En cumplimiento de lo dispuesto en el Art. 45 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas citado, se invita a un representante autorizado de **CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO, A.I.E.** para que con su firma, lugar y fecha, manifieste su conformidad o reparos al contenido del Acta.

CONFORME, con los comentarios que se adjuntan.
Madrid, 5 de mayo de 2009



Director General



COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCION

DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Ref.- CSN/AIN/ALO/09/828



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/ALO/09/828
Comentarios

Comentario general:

Respecto de las advertencias contenidas en la carta de transmisión, así como en el último párrafo de la primera página del acta, sobre la posible publicación de la misma o partes de ella, se desea hacer constar:

Que teniendo en cuenta el acuerdo 4 del Pleno del CSN de 18 de julio de 2006, dicho CSN deberá, previamente a la posible publicación del acta eliminar la información que por su carácter personal o confidencial no es publicable.

En este sentido hemos de hacer constar que toda la documentación mencionada y aportada durante la inspección tiene carácter confidencial, afecta a secretos comerciales y además está protegida por normas de propiedad industrial e intelectual por lo que no habrá de ser en ningún caso publicada, ni aún a petición de terceros. Además, dicha documentación se entrega únicamente para los fines de la Inspección.

Tampoco habrán de ser publicados los datos personales de ninguno de los representantes de la instalación que intervinieron en la inspección.

Todo lo anterior deriva de las limitaciones impuestas por la Ley 30/1992 LRJPAC (art. 37.4), la Ley 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal (art. 3.a) y la reciente Ley 27/2006 de 18 de julio sobre acceso a la información en materia de medio ambiente (Art. 13.1 d) y e)), en relación con diversos preceptos constitucionales.