PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

SOLICITUD DE EMPLEO DE LA TÉCNICA DE REPARACIÓN Y MITIGACIÓN “WELD OVERLAY” EN SOLDADURAS DE LAS TOBERAS DEL PRESIONADOR, COMO ALTERNATIVA AL CÓDIGO ASME XI

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante: Central Nuclear de Almaraz (CNA).

1.2 Asunto: Solicitud de utilizar la técnica “Weld Overlay” (WOL) como alternativa al código ASME XI.

1.3 Documentos aportados por el Solicitante:

- Solicitud de C.N.Almaraz de utilizar alternativas a ASME XI Y CODE CASES en el diseño y ejecución del Weld Overlay, como técnica de reparación y mitigación en las soldaduras de las toberas del presionador, de fecha 3 de diciembre de 2008 con nº de registro de entrada en CSN 41544.
Acompañando a la citada solicitud, se adjunta el informe de referencia 2611-GN167E-IN-08.997036.00001 “Informe de Evaluación del Weld Overlay de las Toberas del Presionador”
- **Documentos de licencia afectados:** La solicitud se presenta según lo previsto en la Exigencia de Vigilancia 4.0.5.a) 2 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, que requiere que cuando se apliquen criterios alternativos a los requisitos del 10CFR50.55a deben ser expresamente aceptados por el CSN.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

Razones, Descripción y Antecedentes de la solicitud.

2.1 Descripción y razones

2.1.1. Antecedentes

Las áreas de la barrera de presión realizadas con la aleación Cr-Ni conocida como Inconel 600 (denominación comercial para el material base) o Inconel 82/182 (denominación comercial para el material de aportación en las soldaduras) han presentado agrietamiento por corrosión bajo tensión en agua de primario (PWSCC) desde mediados de los años 80. La reciente detección de grietas en centrales nucleares de EE.UU., Japón y Suecia, en algunos casos pasantes, indica que este mecanismo de degradación está presente en este tipo de barreras.

La ejecución de la técnica “weld overlay” estructural (Aplicación por deposición de un refuerzo de soldadura en la superficie exterior de la tubería, componente o soldadura) se aplicó por primera vez en tuberías de acero inoxidable de centrales tipo BWR, para abordar la problemática de la corrosión intergranular en las zonas afectadas por el calor de las soldaduras, como alternativa a la sustitución de tuberías. Se han reparado cientos de tuberías por “weld overlay”, y

no ha habido notificación de crecimiento de grietas tras dichas reparaciones (en algunos casos para restablecer la integridad estructural en soldaduras con grietas pasantes y fuga).

Tras las recientes experiencias operativas, la gran mayoría de las centrales nucleares en Estados Unidos con materiales y diseño similar a los de la C.N. Almaraz, han optado por la aplicación de “weld overlay” estructural en las toberas del presionador, como solución definitiva frente al fenómeno de la corrosión bajo tensión en las soldaduras disimilares (soldaduras que unen dos piezas de metales que no son del mismo material) de unión entre tobera y anillo de transición (*safe end*) en las que se encuentran presentes los materiales ERNiCr-3 y ENiCrFe-3 (aleaciones de níquel tipo Inconel 82/182).

La principal ventaja del “Weld Overlay”(WOL) frente a otras técnicas de mitigación es que, en sí, también es una técnica de reparación. De hecho, las primeras aplicaciones se han realizado en tuberías con defectos como técnica de reparación.

El proceso de mitigación propuesto consiste en la aplicación de un WOL en las soldaduras disimilares de las toberas del presionador. EL WOL se extenderá alrededor de toda la circunferencia de las uniones tobera-*safe end* y *safe end*-tubería.

En el caso de C.N. Almaraz la aplicación del WOL será realizada en las soldaduras disimilares de las toberas del presionador. Cada soldadura disimilar está realizada con Inconel 82/182 entre la tobera, de acero ferrítico y el *safe end*, de acero inoxidable austenítico, de las siguientes líneas pertenecientes a las Unidades 1 y 2 de CNA:

- Tobera de la línea de compensación (14’)
- Tobera de la línea de aspersión (4’)
- Toberas de las tres líneas de seguridad (6’)
- Tobera de la línea de alivio (6’)

Adicionalmente, la soldaduras de inoxidable entre los *safe end* y las tuberías son sometidas a este proceso debido a su proximidad con la soldadura disimilar y a la necesidad de garantizar una geometría adecuada de la zona para que sea sometida a los correspondientes ensayos no destructivos (NDE).

Tras la realización del “weld overlay”, la soldadura original queda en su superficie interna sometida a tensiones residuales de compresión, por lo que se previene el inicio y el crecimiento de grieta por corrosión bajo tensión.

El material de aportación para la realización del “weld overlay” es Inconel Alloy 52M, que ha demostrado su alta resistencia frente al fenómeno de corrosión bajo tensión. Aún en el caso de que una grieta progresara por el material susceptible, se ha demostrado que quedaría detenida en la interfase con el material no susceptible. De todos modos, los requisitos de inspección posteriores a la realización del “weld overlay”, permiten asegurar la ausencia de grietas en el 25% del espesor exterior de la tubería original para disponer de suficiente margen de tiempo en el caso poco probable de que una grieta se propagara por el espesor del material del “weld overlay”, altamente resistente al fenómeno de corrosión bajo tensión.

2.1.2. Descripción de los cambios

a) Diseño y aplicación de la Técnica del “weld overlay”

El “weld overlay” es la técnica de mitigación/reparación elegida por el titular de CN Almaraz como solución preventiva frente al mecanismo de degradación por corrosión bajo tensión en las soldaduras de las toberas del presionador. Para el diseño y ejecución del “weld overlay”, el titular ha empleado los Casos de Código N-504-3 y N-638-1 como alternativos al código ASME XI de 1989, aprobados con condiciones por la NRC en su Guía Reguladora 1.147 revisión 15.

El titular justifica que tras la aplicación de los “weld overlay”, se podrá considerar que el mecanismo de degradación por corrosión bajo tensión se habrá mitigado en las soldaduras disimilares con ERNiCr-3 y ENiCrFe-3 (Inconel 82/182) en las toberas del presionador de las unidades I y II de CN Almaraz. Todas estas soldaduras son de clase de seguridad 1 y pertenecen a la categoría B-F y B-J de ASME XI, aplicando para el tercer intervalo de inspección en ambas unidades los requisitos de dicho código correspondiente a la edición de 1998 y adenda de 2000, según el 10CFR50.55a. No obstante, debe destacarse que las categorías B-F y B-J están afectadas por la aplicación de un programa de inspección informado en el riesgo, que ha sido autorizado en ambas unidades, y que se desarrolla en los correspondientes Manuales de Inspección en Servicio.

El diseño del “weld overlay” se ha hecho de acuerdo con el caso de código N-504-3. De las tres posibilidades para diseñar un “weld overlay” previstas en el caso de código, el titular de CN Almaraz ha elegido la denominada “full structural” como el diseño más adecuado para garantizar, de forma preventiva, la integridad de la barrera de presión del refrigerante del reactor y de mejorar su inspeccionabilidad, además de considerarlo como la posibilidad más conservadora de las disponibles.

La ejecución del “weld overlay”, será realizada utilizando el caso de código N-638-1, con determinadas modificaciones que identifica el titular en su estudio soporte. El proceso de “weld overlay” debido a la proximidad existente entre la soldadura disimilar de unión entre la tobera y el anillo de transición y entre la soldadura de unión entre el anillo de transición y la tubería, se extenderá desde la tobera hasta la tubería cubriendo ambas soldaduras. Utilizará como metal de aportación la aleación Alloy 52M (AWS A5.14 ERNiCrFe-7A, UNS N06054).

Este material se depositará sobre una primera capa, denominada “capa de transición”, que no se considera como estructural en el diseño, compuesta por material de acero inoxidable austenítico (ER308L) depositado sobre parte del *safe end*, la soldadura inoxidable y la tubería y por material de aleación níquel austenítica (52M) sobre la soldadura bimetálica y la tobera.

La aplicación de la soldadura se realizará de manera automatizada utilizando la técnica GTAW, proceso de soldadura que usa un electrodo de tungsteno no consumible, gas argón para la protección frente a la oxidación y Alloy 52M como material de aporte. En cada una de las toberas del presionador a reparar se instalará un robot de soldadura con máquinas de control remoto mediante video.

Una vez completadas las tareas de WOL, las superficies de cada soldadura serán preparadas para las inspecciones finales. La superficie de cada soldadura será preparada teniendo en cuenta un acabado aceptable según el programa PDI (Performance Demonstration Initiative) de EPRI.

El titular tiene previsto aplicar la técnica “weld overlay” en la 20ª parada por recarga para la unidad 1 (Octubre-2009) y en la 18ª parada por recarga para la unidad 2 (Abril-2009).

b) Programas de inspección motivados por la utilización de la técnica del “weld overlay”

En el artículo IWA-4000 de ASME XI se definen los requisitos de reparación aplicables en los sistemas, estructuras y componentes de clase 1, 2 y 3, no incluyendo entre ellos los aplicables para la ejecución de un proceso de “weld overlay”. Sin embargo, en ediciones posteriores de ASME XI, edición de 2004 adenda 2005, se ha incluido un apéndice no obligatorio, Apéndice Q, sobre este tipo de reparación. Este apéndice incorpora los requisitos del caso de código N-504-3 (utilizado en el diseño del “weld overlay”) más algunos adicionales relativos tanto a la inspección “preservicio” como a la inspección “en servicio”. El titular propone llevar a cabo una inspección antes, durante y después de la ejecución del “weld overlay” (inspección preservicio), que será utilizada como referencia.

En el documento presentado por CNA, se indica que el programa de inspecciones de estas áreas una vez implantado el proceso de mitigación, consistirá en inspecciones volumétricas mediante ultrasonidos de acuerdo con lo indicado en el apéndice Q de ASME XI, artículo Q-4300 “Inservice Inspection”. De acuerdo con dicho artículo, se debe llevar a cabo una primera inspección en servicio en la primera o segunda parada para recarga tras la ejecución del “weld overlay”. El volumen de interés de la inspección, comprende la totalidad del “weld overlay” más 1/2” a cada lado de la soldadura original y una profundidad correspondiente a la del “weld overlay” más el 25% del exterior de la tubería original.

En cuanto a la programación de las inspecciones posteriores, CNA propone que aquellas soldaduras que no muestren crecimientos de grietas o nuevo agrietamiento durante la primera inspección en servicio, se incluirán en una población de la que se inspeccionarán el 25% una vez cada 10 años. Si esta inspección mostrara crecimiento de grietas o nuevo agrietamiento, dentro de los estándares de aceptación definidos en el apéndice Q, las soldaduras afectadas se reinspeccionarán en la primera o segunda parada para recarga posterior. Si en estos exámenes no se apreciara evolución adicional ni nuevo agrietamiento, pasarán a inspeccionarse con la frecuencia original de un 25% cada 10 años.

Si por el contrario el agrietamiento detectado excediera los estándares de aceptación, el “weld overlay” y la soldadura original serían eliminados y corregidos por una actividad de reparación/sustitución.

Dicho programa es coherente con la guía elaborada por el EPRI en el documento con referencia MPR-139, en la que se establecen programas de inspección en base a la potencialidad de sufrir PWSCC, considerándose aspectos tales como la resistencia o no del material a este mecanismo, la existencia o no de grietas, la implantación de procesos de mitigación, etc.

2.1.3. Necesidad de la aprobación

De acuerdo con la Especificación Técnica de Funcionamiento 4.0.5 de CNA, y el propio código de regulaciones federales USA 10 CFR 50.55a, se pueden utilizar propuestas alternativas a los requisitos de ASME, previa aprobación por la autoridad reguladora, si se demuestra que la propuesta proporciona un nivel aceptable de calidad y seguridad.

La ejecución del “weld overlay” supone aplicar una serie de acciones o criterios alternativos a los definidos en el código ASME y en casos de código aceptados por la NRC, incluidos en la guía reguladora de la USNRC 1.147, rev. 15.

Por tanto, este el objeto de evaluación en base a las justificaciones reflejadas en el documento elaborado por CNA, con vistas a la aprobación del proceso “weld overlay” para ser utilizado en CNA.

3. EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación:

- **CSN/IEV/IMES/ALM/0901/653:** Evaluación de la solicitud de empleo de alternativas al código ASME y a los casos de código N-504-3 y N-638-1 para el diseño y ejecución del “Weld Overlay” en las toberas del presionador de C.N. Almaraz.

3.2 Resumen de la evaluación

Como ya se ha comentado, el artículo IWA-4000 de ASME XI, en la edición aplicable a CNALM, define los requisitos de reparación aplicables a los sistemas, estructuras y componentes de clase 1, 2 y 3, no incluyendo entre ellos los aplicables para la ejecución de un proceso de “weld overlay”. El Apéndice Q, no obligatorio, de la edición de 2004, incorpora los requisitos del caso de código N-504-3 (utilizado en el diseño del “weld overlay”) más algunos adicionales relativos tanto a la inspección “preservicio” como a la inspección “en servicio”.

Para aceptar la utilización de la técnica de “weld overlay” en CNA, una parte de la evaluación realizada se ha centrado en determinar la validez de las desviaciones o alternativas a algunos de los requisitos definidos en el artículo IWA-4000 del código ASME XI, y a los casos de código N-504-3 y N-638-1, que se producen en el proceso de diseño y aplicación de esta técnica.

Asimismo se han revisado, durante la inspección realizada a CNA, los documentos soporte del dimensionado del weld overlay, los análisis estructurales, los análisis de tensiones residuales resultantes, el impacto de la contracción de la soldadura sobre las líneas y el estudio de fuga antes de rotura (leak before break).

Como resultado de la evaluación, las alternativas a los requisitos definidos en el artículo IWA-4000 del código ASME XI y en los casos de código citados, que se producen en el proceso de “weld overlay” relativas al tratamiento térmico, la eliminación del defecto, la monitorización de la temperatura de soldeo, el material a utilizar en la técnica de mitigación, la limitación del área máxima de soldadura y el tiempo de espera se han considerado aceptables, dado que proporciona un adecuado nivel de calidad y seguridad de acuerdo con lo requerido por el 10 CFR50.55a.

En consecuencia, la propuesta presentada por CNA de aplicar el proceso de “weld overlay” estructural como medida mitigadora a todas las toberas con materiales disimilares del presionador de C.N. Almaraz, se considera adecuada para garantizar la integridad de la barrera de presión y mejorar su inspeccionabilidad.

Adicionalmente, es necesario indicar otros resultados de esta parte de la evaluación que se consideran relevantes para la calidad y seguridad del seguimiento y control del proceso de “weld overlay”. Estos aspectos son los siguientes:

- Control del espesor y longitud del material depositado en el proceso.
- Control de la contracción de la tubería debido a la deposición de soldadura durante el proceso.
- Realización de inspecciones intermedias, adicionales a las definidas en el programa.
- Inspección de los soportes en las líneas afectadas por el “weld overlay”.
- Inspección final. Informe de cobertura. Verificación de la inspeccionabilidad con las técnicas que se vayan a utilizar en el futuro.

Sobre ellos la evaluación concluye que es conveniente que el titular presente un informe de los resultados de las inspecciones llevadas a cabo en relación con los tres últimos puntos expuestos. En dicho informe se confirmará si todas las áreas consideradas en el alcance del proceso del WOL (disimilares e inoxidable) estarán incluidas, como corresponda, en el programa de inspección en servicio. Esta conclusión será incluida en el informe como condición de aprobación de la solicitud del titular.

La otra parte de la evaluación ha analizado los programas de inspección “preservicio” y “en servicio” propuestos por el titular. La conclusión a la que se llega es que son aceptables, con la puntualización de que el próximo examen de las soldaduras de las toberas del presionador que se realice, ya dentro del ámbito de inspección en servicio, se deberá realizar mediante un procedimiento de examen validado según la metodología UNESA CEX-120. Esta conclusión también será incluida en el informe como condición de aprobación de la solicitud del titular.

3.3 Modificaciones

El cambio solicitado o las implicaciones asociadas a su implantación suponen:

3.1 Modificación del Impacto Radiológico de los Trabajadores: No

3.2 Modificación Física: Sí.

3.3 Modificación de Bases de diseño/ Análisis de accidentes / Bases de licencia: Sí Se utiliza una técnica de reparación no incluida en las bases de diseño de la central.

3.4 Hallazgos: No

3.5 Discrepancias respecto de lo solicitado: No.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Enumeración de las Conclusiones:

Se considera aceptable la solicitud del empleo de alternativas al código ASME XI y a los casos de Código N-504-3 y N-638-1 para el diseño y ejecución del “weld overlay” en las toberas del presionador de C.N. Almaraz, con las condiciones expuestas en el apartado 3.2 de evaluación.

4.1 Aceptación de lo solicitado: Sí.

4.2 **Requerimientos del CSN: Sí. Las condiciones del Anexo I.**

4.3 **Recomendaciones del CSN: No.**

4.4 **Compromisos del Titular: No.**

4.5 **Hallazgos: No.**

Ref.: **CSN/PDT/CNALM/ALM/0902/131**

ANEXO I a la propuesta de dictamen técnico de ref^a.-
CSN/PDT/CNALM/ALO/0902/131: Escrito del CSN a CNA de ref^a.- CSN-CNALM-
SGRAL-09-01.