

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

CERTIFICAN: Que se personaron el día 8 de octubre del 2010 en las oficinas que ENUSA tiene en Madrid.

Que el OBJETO de la inspección fue realizar comprobaciones relacionadas con los análisis que soportan la fase 2 del programa de demostración de nuevas aleaciones de vaina que comenzará con el ciclo 20 de la unidad II de C.N. Almaraz. Adicionalmente, y de acuerdo con la agenda previamente enviada, se trataron aspectos de la operación del BEACON y del cálculo del margen de parada.

Que la Inspección fue recibida por D^a [REDACTED] y D [REDACTED] de C.N. Almaraz, así como D [REDACTED] de ENUSA, quienes manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la Inspección. Durante la Inspección estuvieron presentes otras personas de C.N. Almaraz y ENUSA.

Que, previamente al inicio de la inspección, los representantes de C.N. Almaraz 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 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 de la información requerida por la inspección y suministrada por el personal de la central y de ENUSA, así como de las comprobaciones documentales realizadas por la Inspección resulta lo siguiente:

- Que se comenzó por el primer punto de la Agenda, referida al cálculo del margen de parada en frío.

- Que la Inspección revisó el procedimiento "Cálculo del margen de parada y de la subcriticidad del núcleo", OP-PV-01.01/028/AP-1, rev.28, de fecha 29/04/2009. Este procedimiento se modifica en cada arranque para introducir las curvas correspondientes al ciclo respectivo.
- Que se continuó por el siguiente punto de la agenda, correspondiente al estado del BEACON, tras la condición anómala abierta el 27 de julio del 2010, por la discrepancia entre la incertidumbre introducida por BEACON en el cálculo de los factores de pico nucleares y la supuesta en las Bases de Licencia.
- Que los representantes de C.N. Almaraz indicaron que a primeros de agosto se había cargado la versión 6.6.6 de BEACON, que solucionaba el problema, y que tras un periodo de formación y pruebas se había cerrado la condición anómala (en las dos unidades) el 30 de septiembre del 2010.

Que se continuó con el último punto del orden del día, correspondiente a los cálculos realizados para comprobar la seguridad de los elementos combustibles con barras provistas con vainas de nuevas aleaciones. Dichos cálculos se encuentran referenciados en el documento ITEC-1573 "Evaluación de Seguridad del Combustible para la Fase 2 del Programa de Demostración de Nuevas Aleaciones de Vaina en CN Almaraz Unidad II Ciclo 20, Junio, 2010", y se han comprobado en el ITEC-1586 "Informe de Seguridad de la Recarga CN Almaraz Unidad II Ciclo 20 Septiembre, 2010".

- Que la inspección revisó parcialmente las siguientes notas de cálculo de ENUSA.
 - INF-NC-004705 (05/05/2010), "LASR L.A. de Almaraz II ciclo 20 (AS20 y posteriores) Almaraz Uprating. Lista de seguridad de la recarga"
 - INF-NC-004791 (27/07/2010), "LASR nuclear V.R. de Almaraz II ciclo 20"
 - INF-NC-004685 (20/04/2010), "Evaluación del análisis de rod ejection para la fase 2 de LTA's de Almaraz II"
 - INF-NC-004664 (23/06/2010), "Fase 2 LTA's ASZ20. Datos para el diseño de barra y análisis de seguridad"

- INF-NC-002484 rev.2 (24/02/2010), "Evaluación del comportamiento y de los ensayos out-of-pile. Vainas aleaciones japonesas LTA's Almaraz II"
- INF-NC-002497 rev.2 (16/03/2010), "Evaluación del comportamiento y de los ensayos out-of-pile. Vainas aleaciones AXIOM LTA's y ZIRLO OPT Almaraz II"
- INF-NC-004646 (06/05/2010), "Análisis LOCA de las LTA fase 2 para CN Almaraz"
- INF-NC-004652 rev.1 (05/05/2010), "Diseño termomecánico barras especiales quemadas LTAs de Almaraz 2 (). Vainas de desarrollo japonés / Fase 2"
- INF-NC-004670 rev.0, "Diseño termomecánico barras especiales quemadas LTAs de Almaraz 2 () / vainas desarrolladas por () / FASE 2"
- INF-NC-004658 rev.0 (16/04/2010) "Diseño termomecánico de barras LTAs frescas. Fase 2 de Almaraz II. Vainas de desarrollo japonés"
- INF-NC-004671 rev.0 (24/04/2010) "Diseño termomecánico de barras LTAs frescas. Fase 2 de Almaraz II. Vainas de Zirlo y Zirlo OPT" Que la Inspección comprobó los siguientes aspectos:
 - Que para el estudio de seguridad del combustible se utilizó la operación del ciclo 20 de la unidad II de C.N. Almaraz. En este sentido, la comprobación de parámetros para la recarga fue inmediata.
 - Se ha tenido en cuenta la operación pasada de las barras que van a programa de alto quemado, así como la operación durante el ciclo 20 (y en su caso una estimación del ciclo 21) para todas las barras de la fase 2.
 - Los cálculos termomecánicos para la fase 2 se han realizado de la siguiente manera: Para las de alto quemado, con el código (). Esta versión presenta diferencias menores con respecto a la versión correspondiente a la documentación aportada al CSN sobre el código, la (). Para las barras frescas con presiones de llenado superiores a las estándar, con el código (). En ambos caso se han cambiado algunos modelos para tener en cuenta las especificidades de cada material de vaina.

- El código [REDACTED] se ha aceptado en Bélgica, en su versión [REDACTED] para cálculos de recarga de combustible con vaina de ZIRLO, de acuerdo con la nota mostrada durante la Inspección, de referencia R-RBPP00-MTG-08-001-0-e (26-02-2005).
- En los casos de barras de alto quemado, el código [REDACTED] tiene en cuenta la reducción de la conductividad del UO₂ con el quemado. Esto produce una disminución considerable de la potencia lineal a la que se alcanza la temperatura de fusión de pastilla combustible que se considera que comienza a partir de los 20 GWD/TmU de quemado.
- Para las barras de alto quemado, se ha utilizado el [REDACTED] durante toda su irradiación para generar los input a los análisis de seguridad (durante la fase 1 se había utilizado [REDACTED]), tomando crédito de la reducción en factores de pico de potencia aplicables a los elementos LTA. Para la irradiación de los ciclos anteriores de las barras de alto quemado se ha utilizado una envolvente de historia de potencia correspondiente a su operación en los ciclos anteriores.
- Para los análisis de seguridad de las barras de alto quemado no se ha utilizado la historia de potencia envolvente de todo el ciclo, sino una pequeña envolvente de las historias de potencia de las barras de los ciclos anteriores.
- Respecto de la corrosión durante el LOCA para barras de alto quemado, se ha utilizado la corrosión previa al accidente en función del quemado proporcionada por [REDACTED] con el modelo de ZIRLO, que se considera conservador para las vainas avanzadas objeto del programa de demostración, lo que se ha confirmado en las dos campañas de inspección realizadas al finalizar los ciclos 1 y 2 de irradiación de dichos elementos.
- Para las barras frescas con alta presión de llenado se obtenía, en el análisis de LOCA, estallido de las vainas que daba lugar a valores de PCT muy altos, por lo que se tomó crédito en el análisis de la reducción del factor de pico correspondiente al elemento LTA para obtener valores de PCT por debajo del límite. La reducción resultante no coincide con la utilizada en los análisis no-LOCA de la varilla.
- Para las barras de alto quemado, en cambio, se ha forzado en el análisis de LOCA el estallido temprano (en torno a unos 10 segundos) de vaina de forma artificial, a base



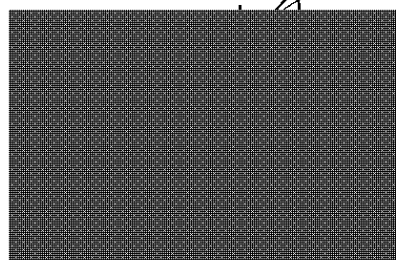
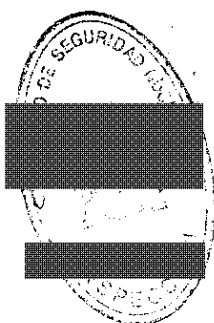
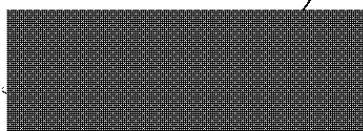
de utilizar una temperatura inicial media de pastilla ficticiamente alta. Se han obtenido así mayores temperaturas de vaina.

- Los análisis de LOCA se han llevado a cabo con cuatro diferentes formas axiales de potencia. En el caso de las barras de alta presión de llenado, y para la forma axial limitante y la aleación limitante de cada subprograma, se ha hecho una extensión del transitorio, minimizando el caudal de reinundación, para dar cuenta de posibles efectos de ebullición en el "downcomer" de la vasija. Para las barras de alto quemado no se ha hecho tal extensión
- Los valores de PCT obtenidos en el análisis de LOCA para todos los casos de ambos subprogramas han estado por debajo del límite de 2200 °F. Los valores más altos han correspondido a las barras con presión de llenado alta con extensión de transitorio (para forma axial y aleación limitantes).
- Los espesores relativos de oxidación totales obtenidos en el análisis de LOCA para las barras de alto quemado han estado claramente por debajo del límite del 17%
- Respecto del crecimiento de barra para el programa de alto quemado, el modelo de [REDACTED] se ajustó al modelo de [REDACTED] que corresponde al Zircaloy 4 y produce resultados conservadores frente al modelo de ZIRLO de [REDACTED].
- Respecto de la presión interna (criterio de reapertura del huelgo), el quemado reportado en el ITEC-1573 corresponde al momento en el que se alcanza el límite de presión. Este quemado es superior al supuesto para dichas barras al fin de ciclo 20 (incluyendo una posible extensión de ciclo de hasta 1000 MWd/TmU), pero el margen existente es menor del 1%.
- Respecto del criterio de tensión máxima de vaina, se comprobó que tal como indica el ITEC-1573, este criterio se sobrepasa en algunas situaciones. Respecto a los casos de alto quemado, la violación es menor del 2%, pero en algunos casos de barras con alta presión de llenado del programa japonés, el sobrepaso respecto del límite establecido es sensiblemente mayor. Los representantes de ENUSA y de C.N. Almaraz se comprometieron a estudiar este tema en mayor profundidad, y a enviar una información más extensa al CSN.

- Respecto del criterio de fatiga, éste sólo se estudia en los casos de barras con presión de llenado por encima de la estándar, pero ni siquiera esto es necesario, ya que este criterio sólo es de aplicación si la Central operase con seguimiento de carga, lo cual no es el caso.
- La Inspección preguntó por la corrección del dato de rango de validez del código  respecto de potencia lineal máxima local, reportado en el documento ITEC-1571, " Code Description and Qualification" April, 2010, dado que no parecía cubrir el valor de potencia lineal para fusión de pastilla utilizado en los análisis.

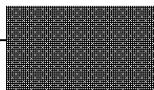
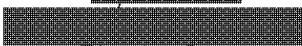
Que por parte de los representantes de C.N. Almaraz y de ENUSA se dieron las facilidades necesarias para la actuación de la Inspección.

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 Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, la Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear, el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas y el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, se levanta y suscribe la presente Acta por triplicado, en Madrid, en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear, a 15 de octubre del 2010.



TRAMITE: En cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 55 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, se invita a un representante autorizado de Central Nuclear de Almaraz, 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, 28 de octubre de 2010



Director General



COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCION

DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Ref.- CSN/AIN/AL2/10/887



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/10/887
Comentarios

Comentario general:

Respecto de las advertencias contenidas en la carta de transmisión, así como en el acta de inspección sobre la posible publicación de la misma o partes de ella, se desea 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.

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



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/10/887
Comentarios

Hoja 3 de 6, último párrafo:

Dice el Acta:

“Los cálculos termomecánicos para la fase 2 se han realizado de la siguiente manera: Para las de alto quemado, con el código [REDACTED]. Esta versión presenta diferencias menores con respecto a la versión correspondiente a la documentación aportada al CSN sobre el código, la [REDACTED]. Para las barras frescas con presiones de llenado superiores a las estándar, con el código [REDACTED]. En ambos casos se han cambiado algunos modelos para tener en cuenta las especificidades de cada material de vaina.”

Comentario:

La información correcta es: *“Para las de alto quemado, con el código [REDACTED]. Esta versión presenta diferencias menores con respecto a la versión correspondiente a la documentación aportada al CSN sobre el código, la [REDACTED].”*



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/10/887
Comentarios

Hoja 5 de 6, último párrafo:

Dice el Acta:

“- Respecto del criterio de tensión máxima de vaina, se comprobó que tal como indica el ITEC-1513, este criterio se sobrepeso en algunas situaciones, Respecto a los casos de alto quemado, la violación es menor del 2% , pera en algunos casos de barras con alta presión de llenado del programa japonés, el sobrepaso respecto del limite establecido es sensiblemente mayor. Los representantes de ENUSA y de C.N. Almaraz se comprometieran a estudiar este tema en mayor profundidad, y a enviar una información más extensa al CSN”.

Comentario:

Durante la inspección se observó que el criterio de tensiones resulta en valores del orden de 1% superior al límite en barras quemadas, mientras que para las barras frescas de aleaciones japonesas se han obtenido valores 13% superiores al límite. A continuación se explica a que se deben estas diferencias, así como los conservadurismos existentes en los cálculos realizados.

Se presentan en la tabla 1 las distintas aleaciones existentes en el programa, así como el valor de límite elástico utilizado en los cálculos de tensión.

Tabla 1. Aleaciones y Límite elástico

	Aleaciones japonesas	Aleaciones americanas
Barras quemadas	J1 (RX) / 0.8*YS ZIRLO J2 (RX) / 0.8* YS ZIRLO	X1(PRX) / 0.8*YS ZIRLO X2(RX) / 0.8*YS ZIRLO X4(PRX) / 0.8*YS ZIRLO X5(PRX) / 0.8*YS ZIRLO ZIRLO OPT (PRX) / 0.8*YS ZIRLO (*)
Barras frescas	J1 (RX) / 0.8*YS ZIRLO J2 (RX) / 0.8* YS ZIRLO	ZIRLO (CWSR) / YS ZIRLO ZIRLO OPT (PRX)/ YS ZIRLO OPT (Figura 1)

(*) Esta aproximación es conservadora respecto a la expresión del ZIRLO OPT (Figura 1).

El valor máximo del factor tensión efectiva/límite elástico obtenido se presentan en la tabla 2:

Tabla 2: Tensión efectiva / Límite elástico

	Aleaciones japonesas	Aleaciones americanas
Barras quemadas	1.017	1.01
Barras frescas	1.1375	0.96



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/10/887
Comentarios

Este valor se calcula considerando transitorios de condición 2, siendo las potencias correspondientes a estos valores del orden de 10 kW/ft para las barras quemadas y de 14.5 Kw/ft para las barras frescas.

Respecto al resultado obtenido para las barras quemadas, indicar que estos valores se obtienen a quemados superiores a 70000 MWd/tU, cuando ya se ha producido la saturación del daño por irradiación.

Respecto al resultado obtenido en las barras frescas de aleaciones japonesas, destacar que el cálculo ha sido realizado considerando 100 μ m de espesor de óxido a final de vida por medio de un factor multiplicador del modelo de corrosión de ZIRLO. Este cálculo es muy conservador puesto que el periodo de irradiación máximo de estas barras es de dos ciclos y las inspecciones realizadas en barras de aleaciones J irradiadas 2 ciclos reportan espesores de óxido inferiores a 30 micras. Cálculos adicionales utilizando el modelo de corrosión de ZIRLO pero eliminando el extra-conservadurismo indicado anteriormente, resultan en un factor tensión efectiva /límite elástico de 1.086.

La diferencia en el resultado del factor tensión efectiva/límite elástico obtenido para las barras frescas de las aleaciones japonesas y las barras frescas de las aleaciones americanas, se debe fundamentalmente al valor del límite elástico utilizado.

Adicionalmente, destacar que en el ciclo 20 de Almaraz 2 está previsto irradiar únicamente 6 barras frescas de aleaciones japonesas, y que el resultado reportado 1.1375 es similar al resultado que se obtuvo en su día para el diseño de la fase 1 de este programa.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/10/887
Comentarios

Hoja 6 de 6, segundo párrafo:

Dice el Acta:

"- La inspección preguntó por la corrección del dato de rango de validez del código [REDACTED] respecto de potencia lineal máxima local, reportada en el documento ITEC-1571, [REDACTED] Code Description and Qualification" April, 2010, dado que no parecía cubrir el valor de potencia lineal para fusión de pastilla utilizada en las análisis. "

Comentario:

Durante la inspección se indica que en el ITEC-1571 "[REDACTED] Code Description and Qualification" el rango de aplicabilidad del código [REDACTED] para potencia local de barra varía entre 0 y 62 KW/m (0-18.9 kW/ft), aunque los cálculos para fusión de combustible suelen presentarse hasta 22 kW/ft.

La sección 5 del ITEC-1571 presenta el rango de aplicabilidad de los modelos fundamentales del código: modelo térmico, modelos mecánicos, modelo de liberación de gases de fisión y modelo de corrosión de vaina.

El límite de potencia local de barra está basado en los datos experimentales que soportan el modelo de liberación de gases de fisión en transitorio. Este modelo es relevante a la hora de analizar el efecto de los transitorios de condición 1 y 2 en el estado del gas dentro de la barra. El valor máximo de la base de datos para liberación de gases de fisión en transitorios es 62 KW/m y cubre la potencia local máxima alcanzable en estos transitorios operacionales de corta duración, por ello se ha indicado este valor como el límite de aplicabilidad del [REDACTED] para potencia local.

Siguiendo la metodología aplicable, durante el cálculo de potencia para fusión de combustible no se utiliza el modelo de liberación de gases de fisión en transitorio. Únicamente durante el periodo de irradiación previo al análisis de potencia de fusión, se simulan transitorios de condición 2 al objeto de calcular las condiciones del gas existente en el huelgo pastilla-vaina.

El rango de aplicabilidad del resto de modelos que se utilizan para el cálculo de potencia de fusión no depende de la potencia local de barra.

CSN



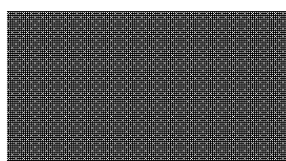
CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

DILIGENCIA

En relación con el Acta de Inspección de referencia CSN/AIN/AL2/10/887, de fecha 15 de octubre de 2010, realizada a CN Almaraz, los Inspectores que la suscriben declaran, con relación a los comentarios formulados en el TRÁMITE de la misma, lo siguiente:

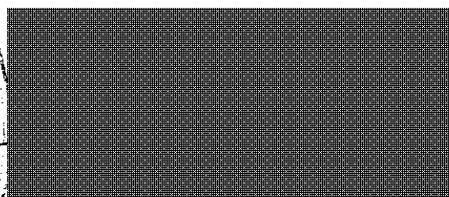
- **Comentario general:** Se acepta el comentario. No modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 3 de 6, último párrafo:** Se acepta el comentario.
- **Hoja 5 de 6, último párrafo:** El comentario contiene información adicional a la aportada por el Titular durante la Inspección, de acuerdo con lo solicitado durante la misma.
- **Hoja 6 de 6, segundo párrafo:** Se acepta el comentario. El comentario contiene información adicional a la aportada por el Titular durante la Inspección.
-

Madrid, 15 de diciembre del 2010



D.

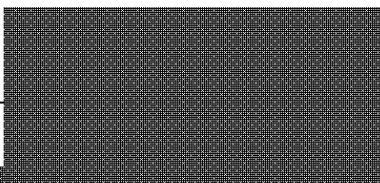
INSPECTOR



D.

INSPECTOR

P.A.



D.

INSPECTOR