

## ACTA DE INSPECCIÓN

D. [REDACTED] D. [REDACTED] y D. [REDACTED]

[REDACTED] Inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear,

**CERTIFICAN:** Que a las 9:30 horas del día 19 de febrero de 2014 se personaron en las oficinas de ENUSA en Madrid, [REDACTED]

Que el objeto de la inspección era recabar información y datos necesarios para la evaluación del código VIPRE que CN Almaraz planea utilizar en sustitución del código THINC-IV en su diseño termohidráulico y sus análisis de transitorios del Capítulo XV y de comprobación de las recargas de las dos unidades de la Central.

Que la Inspección fue recibida por D<sup>a</sup> [REDACTED] en representación de CN Almaraz, quien manifestó conocer y aceptar la finalidad de la Inspección. Por parte de CN Almaraz también estuvieron presentes D. [REDACTED] y, parcialmente, D. [REDACTED]

Que durante la inspección estuvieron presentes, por parte de ENUSA, D. [REDACTED]

[REDACTED]

Que los representantes del titular fueron advertidos, previamente al inicio de la Inspección, de que el Acta que se levante de la misma, así como los comentarios recogidos en su tramitación, 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 suministrada por los asistentes, así como de las comprobaciones documentales realizadas por la Inspección, resulta:

- Que la inspección dio comienzo siguiendo la agenda previamente enviada y comenzando por revisar el borrador enviado por CN Almaraz con respuestas a la PIA remitida por el CSN, siguiendo el orden de las preguntas de la misma.
- Que los representantes de ENUSA aclararon, con respecto al CLEN límite de la correlación WRB-2M, que el valor que aparece en las respuestas a la PIA ha sido objeto de un redondeo en el sentido conservador, pero que la estadística de la correlación, tanto para VIPRE como para THINC-IV, da un CLEN-CL algo menor; y el valor de éste es menor para THINC que para VIPRE. Sin embargo, esto no tiene influencia a la hora de obtener el CLEN límite de diseño convolucionando todas las incertidumbres de acuerdo con la metodología RTDP, ya que se hace uso de la estadística de la correlación y no del valor redondeado reflejado en la tabla. Este hecho explica que, aunque el valor Límite de la Correlación aparece idéntico, el del Límite de Diseño es distinto.
- Que, asimismo, a preguntas de la Inspección, los representantes de ENUSA indicaron que la metodología intermedia ITDP no se usa ya nunca, que la correlación WRB-2M no se usa con la metodología STDP más conservadora y que, para las incertidumbres de la correlación W-3, el código de DNB no juega papel alguno.
- Que los representantes de ENUSA explicaron que las diferencias en CLEN límite de diseño al pasar del código THINC-IV a VIPRE se deben a la diferente estadística de los datos de la correlación y a las diferentes sensibilidades a cada uno a los parámetros de diseño de la planta, puesto que las varianzas de los mismos no han cambiado.
- Que la Inspección se interesó sobre el tipo de diseño experimental utilizado en la obtención de los datos para las correlaciones de CLEN, y el impacto que pueda tener el uso de una expresión del CLEN-CL adecuada para muestreo aleatorio simple cuando los datos no provienen de ese tipo de muestreo. Los representantes de CN Almaraz dijeron no conocer ningún estudio sobre tal impacto.

**SN**

CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

- Que la Inspección preguntó, a continuación, sobre la homogeneidad de las poblaciones de datos subyacentes a las distintas correlaciones de DNB y los chequeos hechos sobre las mismas y se revisaron los documentos [REDACTED]. A Sección F (de la que se solicitó copia) sobre la correlación WRB-2M y [REDACTED] [REDACTED] del que se solicitó copia) sobre la WRB-1.
- Que, a continuación, la Inspección revisó la verificación independiente asociada a la base de datos de las correlaciones de DNB, WRB-1 y WRB-2M, comprobando que, para la primera, la mayoría de los ensayos se utilizaron para ajustar la correlación y una parte relativamente pequeña de los datos correspondientes a 3 ensayos finales se compararon con experimentos con la correlación ya finalizada, y podrían considerarse como verificación independiente. La Inspección solicitó copia de los resultados estadísticos de los ensayos mencionados con el fin de comprobar que la incertidumbre derivada por [REDACTED] usando todos los datos, tanto los de ajuste como los de verificación, no está infraestimada al compararla con la que se obtendría de usar solo los de verificación.
- Que para la correlación WRB-2M, los representantes de ENUSA no pudieron aclarar, con la documentación disponible, qué parte de los ensayos correspondientes a dicha correlación se ha utilizado para ajuste y cuáles se han comparado con los datos con la correlación ya congelada. Se acordó trasladar esta cuestión a [REDACTED] si bien la respuesta no es crítica para la evaluación de VIPRE. Por otro lado, los representantes de ENUSA explicaron que se había modificado la correlación original tras descubrir al aplicarla a datos con formas axiales uniformes [REDACTED] una infraestimación general del DNB, corrigiéndose esto mediante una penalización [REDACTED] [REDACTED] no consideró esto un ajuste de la correlación sino una penalización sobre la misma y este enfoque fue aceptado por la NRC, de manera que se mantuvo la incertidumbre sobre la misma determinada con la base de datos original, teniendo en cuenta

**SN**

CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

estos últimos experimentos solo para determinar, de forma conservadora, la

- Que, en relación al comportamiento de los códigos de DNB con respecto a diferentes formas axiales de la potencia, los representantes de ENUSA indicaron que VIPRE, para ciertas formas distintas de la coseno, daba diferencias superiores al valor tradicionalmente asociado a la incertidumbre del código (4%) y usado con THINC y, además, valores de DNB más altos que THINC. Que se estudió si esto podía deberse a que ambos códigos calculan el DNB, según su numérica, en distinto punto de la celda de control, y para evitar errores excesivos por este hecho se aumentó la nodalización axial utilizada por VIPRE. Con ello se consiguió mantener los resultados del código dentro de la incertidumbre tradicional, pero todavía los valores de DNB de VIPRE seguían siendo más altos que los obtenidos con THINC para situaciones equivalentes.
- Que la Inspección planteó si este hecho, teniendo en cuenta que los modelos de VIPRE son más detallados que los de THINC en general, no podría llevar a la conclusión de que los cálculos de THINC hayan sido no conservadores.
- Que los representantes de ENUSA y CN Almaraz respondieron que las diferencias en los valores de DNB entre los dos códigos eran inferiores a la incertidumbre genérica considerada en el código termohidráulico (4%), por lo que consideraban que no existía realmente el problema de falta de conservadurismo en los resultados con THINC-IV. Adicionalmente indicaron que el margen existente entre el Límite de Diseño y el Límite de Análisis de Seguridad es suficientemente amplio como para no preocuparse por el tema.
- Que la Inspección preguntó a continuación sobre la tabla de sensibilidades a las 9 variables de incertidumbre de la metodología RTDP (variables de planta y códigos) incluidas en las repuestas a la PIA, solicitando aclaración sobre las distribuciones de dichas variables y la interpretación de la columna titulada "Uncertainty" en la tabla. Los representantes de ENUSA explicaron qué debía entenderse por distribución normal "one-sided" y "two-sided" en los casos en que se usaban una u

otra, y aclararon que la consideración como uniforme de la distribución de probabilidad de la fracción efectiva de caudal la hizo [REDACTED]. Se acordó que la respuesta a la PIA se ampliaría para aclarar este punto, completándose la tabla con los valores de desviación típica asociados a cada incertidumbre y la manera precisa en que se obtienen.

- Que la Inspección preguntó por el origen de las incertidumbres asociadas a los códigos, por un lado el de DNB (VIPRE/THINC) y por otro el transitorio (LOFTRAN) que se recogen en la mencionada tabla. Los representantes de ENUSA aclararon que ambos valores provienen de la evaluación de la NRC ya que, en un principio, [REDACTED] proponía asociar una incertidumbre nula a los códigos como tales. Sin embargo, según se refleja en la nota de cálculo INF-NC-006202 que la Inspección revisó, la NRC consideró estimar en un 4% la incertidumbre asociada a THINC-IV, de aplicación a VIPRE por las mismas razones, para tener en cuenta una serie de causas de error no consideradas adecuadamente por [REDACTED] en su análisis. Asimismo se confirmó que el 1% de incertidumbre asociada a LOFTRAN había sido impuesto también por la NRC en un proceso similar. En este caso el valor es menor al considerarse que en forma global LOFTRAN produce resultados conservadores.
- Que, a continuación, se pasó a revisar las penalizaciones a considerar sobre el CLEN límite de diseño. La Inspección preguntó primero por el origen y valor de la penalización por arqueo de barra en los casos en que aplica (DNB en la parte baja del canal con uso de correlaciones W-3 o WRB-1). Los representantes de ENUSA aclararon que se utilizó en un primer momento un valor de penalización del 1% en DNB (nota de cálculo [REDACTED] revisión 0 de 12/02/2013) para el transitorio de extracción de barras desde subcrítico (RWFS), pero que luego, siguiendo el manual de procedimientos de [REDACTED] (THDPM), se aumentó este valor hasta el 3% para la W-3 y 1.4% para la WRB-1. Sobre el origen de este cambio, del valor y el método de su determinación los representantes de ENUSA indicaron que se utilizaba un código llamado BOWEN que hace un análisis de

**SN**

CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

Monte Carlo para determinar el valor envolvente de la penalización considerando todos los quemados posibles, en este caso, para la correlación W-3.

- Que la inspección revisó la nota de cálculo [REDACTED] revisión 0 de 03/02/2014, de donde se aplicaba esta penalización a CN Almaraz, comprobándose que existe margen para acomodarla en el CLEN-AS (Análisis de Seguridad). Asimismo se verificó en la misma nota la aplicación de la penalización por núcleos mixtos al combustible MAEF 2007, conjuntamente con la de arqueo de barra, comprobándose también que sobra margen en el CLEN-AS para acomodarlas.
- Que, de acuerdo con los representantes de CN Almaraz, el origen de la penalización por arqueo de barra se puede encontrar en los documentos WCAP-8691 y 8692, revisión 1.
- Que, sobre la aplicabilidad del valor de penalización por núcleos mixtos basada en THINC a VIPRE, los representantes de ENUSA mostraron a la Inspección el informe de [REDACTED] revisión 1 (ENUSA [REDACTED] de mayo de 2010) en el que se determinaba una penalización para VIPRE por este tema del 1% para el transitorio RWFS y las correlaciones W-3 y WRB-1, confirmando que mantener el valor de THINC del 1.3% resulta conservador.
- Que, con respecto a la aparición de posibles penalizaciones por formas axiales específicas de ciclo no cubiertas por las genéricas, los representantes de ENUSA confirmaron que se comprobaban todas las formas, en función del quemado, previstas en el diseño nuclear del ciclo, eliminándose del análisis solo algunas correspondientes a bajas potencias que no serían posibles para determinados transitorios. Asimismo, se indicó que la penalización se obtiene como diferencia simple entre el valor peor obtenido y el genérico sin ningún tratamiento ni factor mayorante.
- Que, con respecto a la aparición de posibles penalizaciones por formas radiales en elementos con gadolinio, los representantes de ENUSA aclararon que [REDACTED]

**SN**

CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

[REDACTED] todas las posibles situaciones de varillas con gadolinio en el elemento, aclarando que este estudio no es estándar de [REDACTED] sino que el CSN lo había exigido en su momento y ENUSA continúa haciéndolo.

- Que, siguiendo el orden de las preguntas de la PIA, los representantes de ENUSA explicaron que el código VIPRE solo calcula efectivamente transmisión de calor previa al CLEN pues comprueba que este no se alcanza en ningún transitorio salvo el de extracción de una sola barra (Condición 3) y el rotor agarrotado (Condición 4). Que para el primero de ellos se determina el censo de varillas con DNB contando las que superaban el límite de  $F\Delta H$  al disparar la planta por OTAT, comprobándose que no supera el 5% del total (valor con origen en las consecuencias radiológicas tolerables asociadas a los accidentes de Condición 3); mientras que, para el segundo, al alcanzarse el DNB por bajo caudal antes de llegar las barras a su  $F\Delta H$  límite, se calcula el valor de  $F\Delta H$  correspondiente al DNB en la condición de bajo caudal y se cuentan las varillas que lo superan, comparándose con un límite del 25% del censo. Este último valor es específicamente usado en CN Almaraz y se corresponde con límites de dosis.

Que, a continuación, los representantes de ENUSA explicaron los cambios introducidos en la nodalización axial de VIPRE con respecto a la usada en THINC-IV (91 frente a 46 pasos), obtenida al doblar el número de pasos en la zona calentada del combustible manteniendo la longitud activa exactamente cubierta, aunque pudiera variar ligeramente la longitud total del elemento al mantener algunos nodos con el mismo tamaño. Aclararon también que no tiene sentido plantearse nodalizaciones más finas, puesto que la correlación WRB-2M se desarrolló usando VIPRE con 100 nodos, por lo que no es posible obtener más información superando ese número de pasos axiales.

- Que, con respecto a las respuestas relativas a la sección del Capítulo XV del EFS, los representantes de ENUSA aclararon algunas dudas de interpretación de las

**SN**

CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

respuestas asociadas a las secciones 15.2.2 y 15.4.2.1, acordándose que se completaría la redacción de las respuestas incluyendo las aclaraciones aportadas.

- Que, a continuación, la inspección preguntó por la aplicabilidad a VIPRE de las conclusiones obtenidas para THINC-IV sobre la sensibilidad del cálculo de DNB a algunos modelos del mismo que podían diferir significativamente de un código al otro. En particular, se preguntó por el valor del coeficiente de difusión térmica (CDT) determinado por comparación de simulaciones de THINC frente a experimentos con medida de temperaturas a la salida del núcleo y su validez para VIPRE toda vez que no se había comprobado la base de datos experimental origen del coeficiente frente cálculos de VIPRE.
- Que los representantes de ENUSA respondieron que, en el modelo de mezcla turbulenta, la fórmula que ambos códigos utilizan a la que aplican dicho coeficiente CDT para determinar la mezcla turbulenta, en la ecuación de conservación de la energía es la misma aunque difieren en su tratamiento numérico; que, por tanto, las variaciones entre las predicciones de ambos códigos solo podrían provenir de los cálculos de caudales y entalpías que entran en el citado modelo (aparte de datos geométricos); y que no se esperan diferencias significativas entre las determinaciones de estas variables hechas por THINC y VIPRE, por lo que considera que el valor de CDT utilizado sigue siendo aplicable.
- Que, con respecto a la sensibilidad de los códigos a la distribución de huecos obtenida por los modelos de ebullición subenfriada, los representantes de ENUSA reconocieron que estos modelos sí son significativamente diferentes entre THINC y VIPRE, y que este último calcula más huecos en condiciones de límites térmicos que THINC, mientras que en condiciones nominales es a la inversa. Asimismo, indicaron que THINC tiene en cuenta la capa de CRUD de las varillas, lo cual es causa de las grandes diferencias que aparecen en la modificación propuesta al Capítulo 4 del EFS entre ambos códigos. Los representantes de ENUSA mostraron, a solicitud de la Inspección, datos de fracciones de huecos calculadas por THINC

para varillas limpias (sin CRUD), comprobándose que las diferencias entre los cálculos de ambos códigos se reducen pero aún son grandes.

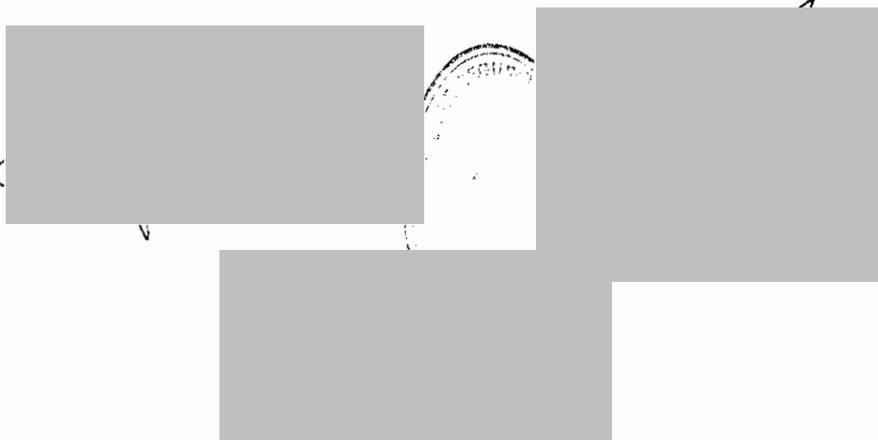
- Que, a la vista de estas diferencias, la Inspección cuestionó la validez para VIPRE de la conclusión obtenida para THINC sobre la escasa sensibilidad del DNB a la fracción de huecos. Los representantes de ENUSA razonaron que, independientemente de la manera de determinar la fracción de huecos, la sensibilidad de ambos códigos a esta variable es muy pequeña puesto que, como se ve también para VIPRE al comparar los modelos de EPRI y de Levy que tiene como opciones, existe poca diferencia (WCAP-14565-P-A, Apéndice de RAIs de la NRC).
- Que la Inspección llamó la atención sobre el hecho de que dicho estudio se refiere a la correlación WRB-2, que no se puede utilizar en CN Almaraz, y que la conclusión del mismo puede no ser aplicable a la correlación WRB-2M. Finalmente, los representantes de ENUSA mostraron a la Inspección la nota de cálculo [REDACTED] revisión 0 de 17/08/2008 en cuyo Anexo 2 se comparan para casos de condiciones nominales y de límites térmicos en CN Almaraz las fracciones de huecos calculadas por THINC-IV y VIPRE comparándolas entre sí y los DNB que calculan ambos códigos con la correlación WRB-2M para los mismos casos, comprobándose que las diferencias significativas en fracciones de huecos no dan lugar a diferencias apreciables en DNB.
- Que se acordó complementar la respuesta relativa a este punto de la PIA con estas comparaciones mencionadas para argumentar la aplicabilidad de la conclusión sobre la falta de sensibilidad a la fracción de huecos con VIPRE.
- Que, en relación a los ensayos de la central de Zion comparados con THINC-IV, que se mencionan en la redacción del Capítulo 4 del EFS propuesta, de los que se dice que sus conclusiones sobre el conservadurismo de las predicciones del código se pueden considerar aplicables a VIPRE, se acordó que se mencionarían en su lugar ensayos de la base de datos de cualificación de VIPRE específicos que demuestran su conservadurismo sin necesidad de asumir la aplicabilidad de lo obtenido con THINC-IV.

- Que se acordó, a su vez, en relación con el punto de la agenda sobre revisión del cálculo del CLEN-LD (límite de diseño) con VIPRE que se complementarían la respuesta asociada de la PIA con la tabla de incertidumbres mejorada y la descripción detallada del caso peor calculado.
- Que, en relación con el nuevo cálculo para VIPRE y su nuevo CLEN-LD de las variables de LOFTRAN, los representantes de ENUSA explicaron que se consideran 8 variables en la dependencia del DNB para su cálculo con LOFTRAN de forma simplificada, aclarando que, de ellas, la variable de caudal no se usa con LOFTRAN una vez introducido VIPRE, pues los cálculos de variación de caudal se hacen con VIPRE, usándose por tanto LOFTRAN solo para transitorios sin variación de caudal. Mostraron a la Inspección el documento WCAP-7878 Rev.7 (Manual de LOFTRAN) en el que aparece la fórmula del DNB con los 8 coeficientes tal como LOFTRAN la usa. Aclararon que los nuevos valores de los mismos varían al cambiar el CLEN-LD, ya que se obtienen como pendientes de las curvas de DNB frente a las variables consideradas y estas cambian al cambiar el DNB límite.
- Que, en relación con la degradación de la conductividad térmica del combustible con el quemado, los representantes de ENUSA aclararon que VIPRE no se está utilizando en sustitución de FACTRAN (código de barra) y que, por tanto, no hace uso de la conductividad térmica del combustible. Asimismo aclararon que se usan cálculos de FACTRAN dentro de la metodología [REDACTED] para, por ejemplo, la expulsión de barra (único transitorio para el que se calcula el DNB que usa FACTRAN), al principio y al final de ciclo, usándose temperaturas de combustible calculadas sin degradación con el quemado. Aclararon que para el resto de transitorios se calculan solo los "state points", recalculando con VIPRE los peores obtenidos con THINC, pero que, con motivo del paso a VIPRE no se ha hecho ningún cálculo de FACTRAN nuevo.
- Que los representantes de ENUSA y de CN Almaraz indicaron a la inspección que, en el momento en que se licenciase la nueva versión del código PAD de diseño de varilla con la degradación de la conductividad térmica del combustible con el

quemado incorporada, en lugar de actualizar FACTRAN se utilizaría probablemente VIPRE en sustitución del mismo, al cual se le puede introducir por input la conductividad del combustible con las correcciones que el nuevo PAD determine.

Que por parte de los representantes de CN Almaraz y 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 señala la Ley 15/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, la Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear, el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes y el Permiso referido, se levanta y suscribe la presente Acta por triplicado en Madrid y en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear a 4 de marzo de dos mil catorce.



---

**TRAMITE:** En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 45 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, se invita a un representante autorizado de C.N. Almaraz, para que con su firma, lugar y fecha manifieste su conformidad o reparos al contenido del Acta.

---

En relación con la consideración de documento público de la presente Acta de Inspección, se ruega que se haga constar expresamente en el trámite de la misma si hay alguna información de la contenida en la presente Acta que sea considerada por el titular como reservada o confidencial y no deba ser publicada.

CONFORME, con los comentarios que se adjuntan.  
Madrid, 20 de marzo de 2014

PA





**COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCION**

**DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR**

**Ref.- CSN/AIN/AL0/14/1011**



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011**  
*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/AL0/14/1011**  
**Comentarios**

**Hoja 2 de 11, segundo y tercer párrafo:**

Dice el Acta:

*“Que los representantes de ENUSA aclararon, con respecto al CLEN límite de la correlación WRB-2M, que el valor que aparece en las respuestas a la PIA ha sido objeto de un redondeo en el sentido conservador, pero que la estadística de la correlación, tanto para VIPRE como para THINC-IV, da un CLEN-CL algo menor; y el valor de éste es menor para THINC que para VIPRE. Sin embargo, esto no tiene influencia a la hora de obtener el CLEN límite de diseño convolucionando todas las incertidumbres de acuerdo con la metodología RTDP, ya que se hace uso de la estadística de la correlación y no del valor redondeado reflejado en la tabla. Este hecho explica que, aunque el valor Límite de la Correlación aparece idéntico, el del Límite de Diseño es distinto.*

*Que, asimismo, a preguntas de la Inspección, los representantes de ENUSA indicaron que la metodología intermedia ITDP no se usa ya nunca, que la correlación WRB-2M no se usa con la metodología STDP más conservadora y que, para las incertidumbres de la correlación W-3, el código de DNB no juega papel alguno.”*

Comentario:

Aclarar respecto al primer párrafo, que este hecho explica sólo en parte que, aunque el valor Límite de la Correlación aparece idéntico, el del Límite de Diseño es distinto.

Lo que se transmitió durante la inspección es que la metodología intermedia ITDP no se usa para Almaraz y que las incertidumbres de la correlación W-3, no juegan papel alguno en la aplicación no estadística del cálculo de DNP.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
*Comentarios*

**Hoja 3 de 11, segundo párrafo a primero de la hoja 4:**

Dice el Acta:

*“Que, a continuación, la Inspección revisó la verificación independiente asociada a la base de datos de las correlaciones de DNB, WRB-1 y WRB-2M, comprobando que, para la primera, la mayoría de los ensayos se utilizaron para ajustar la correlación y una parte relativamente pequeña de los datos correspondientes a 3 ensayos finales se compararon con experimentos con la correlación ya finalizada, y podrían considerarse como verificación independiente. La Inspección solicitó copia de los resultados estadísticos de los ensayos mencionados con el fin de comprobar que la incertidumbre derivada por Westinghouse usando todos los datos, tanto los de ajuste como los de verificación, no está infraestimada al compararla con la que se obtendría de usar solo los de verificación.*

*Que para la correlación WRB-2M, los representantes de ENUSA no pudieron aclarar, con la documentación disponible, qué parte de los ensayos correspondientes a dicha correlación se ha utilizado para ajuste y cuáles se han comparado con los datos con la correlación ya congelada. Se acordó trasladar esta cuestión a Westinghouse, si bien la respuesta no es crítica para la evaluación de VIPRE. Por otro lado, los representantes de ENUSA explicaron que se había modificado la correlación original tras descubrir al aplicarla a datos con formas axiales uniformes [REDACTED] una infraestimación general del DNB, corrigiéndose esto mediante una penalización [REDACTED]*

*[REDACTED] no consideró esto un ajuste de la correlación sino una penalización sobre la misma y este enfoque fue aceptado por la NRC, de manera que se mantuvo la incertidumbre sobre la misma determinada con la base de datos original, teniendo en cuenta estos últimos experimentos solo para determinar, de forma conservadora, la [REDACTED]*

Comentario:

Los resultados estadísticos de los ensayos mencionados permitirían comprobar que la incertidumbre derivada por [REDACTED] usando todos los datos, no está infraestimada al compararla con la que se obtendría de usar sólo los considerados de verificación.

Los representantes de ENUSA explicaron que se había modificado la forma de aplicar la correlación original tras descubrir al aplicarla a datos con formas axiales uniformes una infraestimación del DNB.

El texto que aparece subrayado se considera confidencial, por lo que debe eliminarse de la versión pública del acta.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
*Comentarios*

**Hoja 4 de 11, segundo a cuarto párrafo:**

Dice el Acta:

*“Que, en relación al comportamiento de los códigos de DNB con respecto a diferentes formas axiales de la potencia, los representantes de ENUSA indicaron que VIPRE, para ciertas formas distintas de la coseno, daba diferencias superiores al valor tradicionalmente asociado a la incertidumbre del código (4%) y usado con THINC y, además, valores de DNB más altos que THINC. Que se estudió si esto podía deberse a que ambos códigos calculan el DNB, según su numérica, en distinto punto de la celda de control, y para evitar errores excesivos por este hecho se aumentó la nodalización axial utilizada por VIPRE. Con ello se consiguió mantener los resultados del código dentro de la incertidumbre tradicional, pero todavía los valores de DNB de VIPRE seguían siendo más altos que los obtenidos con THINC para situaciones equivalentes. Que la Inspección planteó si este hecho, teniendo en cuenta que los modelos de VIPRE son más detallados que los de THINC en general, no podría llevar a la conclusión de que los cálculos de THINC hayan sido no conservadores.*

*Que los representantes de ENUSA y CN Almaraz respondieron que las diferencias en los valores de DNB entre los dos códigos eran inferiores a la incertidumbre genérica considerada en el código termohidráulico (4%), por lo que consideraban que no existía realmente el problema de falta de conservadurismo en los resultados con THINC-IV. Adicionalmente indicaron que el margen existente entre el Límite de Diseño y el Límite de Análisis de Seguridad es suficientemente amplio como para no preocuparse por el tema.”*

Comentario:

En relación al comportamiento de los códigos de DNB con respecto a diferentes formas axiales de la potencia, VIPRE para ciertas formas distintas de la coseno daba valores de DNB más bajos que THINC.

Con el aumento de la nodalización axial utilizada por VIPRE se consiguió mantener los resultados del código dentro de la incertidumbre tradicional, pero todavía los valores de DNB de VIPRE seguían siendo más bajos que los obtenidos con THINC para situaciones equivalentes.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
Comentarios

**Hoja 4 de 11, último párrafo a segundo de la hoja siguiente:**

Dice el Acta:

*“Que la Inspección preguntó a continuación sobre la tabla de sensibilidades a las 9 variables de incertidumbre de la metodología RTDP (variables de planta y códigos) incluidas en las repuestas a la PIA, solicitando aclaración sobre las distribuciones de dichas variables y la interpretación de la columna titulada "Uncertainty" en la tabla. Los representantes de ENUSA explicaron qué debía entenderse por distribución normal "one-sided" y "two-sided" en los casos en que se usaban una u otra, y aclararon que la consideración como uniforme de la distribución de probabilidad de la fracción efectiva de caudal la hizo [REDACTED]. Se acordó que la respuesta a la PIA se ampliaría para aclarar este punto, completándose la tabla con los valores de desviación típica asociados a cada incertidumbre y la manera precisa en que se obtienen.*

*Que la Inspección preguntó por el origen de las incertidumbres asociadas a los códigos, por un lado el de DNB (VIPRE/THINC) y por otro el transitorio (LOFTRAN) que se recogen en la mencionada tabla. Los representantes de ENUSA aclararon que ambos valores provienen de la evaluación de la NRC ya que, en un principio, [REDACTED] proponía asociar una incertidumbre nula a los códigos como tales. Sin embargo, según se refleja en la nota de cálculo INF-NC-006202 que la Inspección revisó, la NRC consideró estimar en un 4% la incertidumbre asociada a THINC-IV, de aplicación a VIPRE por las mismas razones, para tener en cuenta una serie de causas de error no consideradas adecuadamente por [REDACTED] en su análisis. Así mismo se confirmó que el 1% de incertidumbre asociada a LOFTRAN había sido impuesto también por la NRC en un proceso similar. En este caso el valor es menor al considerarse que en forma global LOFTRAN produce resultados conservadores.”*

Comentario:

La NRC consideró estimar en un 4% la incertidumbre asociada a THINC-IV para tener en cuenta una serie de posibles fuentes de incertidumbre no consideradas expresamente por [REDACTED] en su análisis.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
*Comentarios*

**Hoja 6 de 11, último párrafo a primero de la hoja siguiente:**

Dice el Acta:

*“Que, con respecto a la aparición de posibles penalizaciones por formas radiales en elementos con gadolinio, los representantes de ENUSA aclararon [REDACTED] todas las posibles situaciones de varillas con gadolinio en el elemento, aclarando que este estudio no es estándar de [REDACTED] sino que el CSN lo había exigido en su momento y ENUSA continúa haciéndolo.”*

Comentario:

[REDACTED]

El texto que aparece subrayado se considera confidencial, por lo que debe eliminarse de la versión pública del acta.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
*Comentarios*

**Hoja 7 de 11, segundo párrafo:**

Dice el Acta:

*“Que, siguiendo el orden de las preguntas de la PIA, los representantes de ENUSA explicaron que el código VIPRE solo calcula efectivamente transmisión de calor previa al CLEN pues comprueba que este no se alcanza en ningún transitorio salvo el de extracción de una sola barra (Condición 3) y el rotor agarrotado (Condición 4). Que para el primero de ellos se determina el censo de varillas con DNB contando las que superaban el límite de  $F\Delta H$  al disparar la planta por OTAT, comprobándose que no supera el 5% del total (valor con origen en las consecuencias radiológicas tolerables asociadas a los accidentes de Condición 3); mientras que, para el segundo, al alcanzarse el DNB por bajo caudal antes de llegar las barras a su  $F\Delta H$  límite, se calcula el valor de  $F\Delta H$  correspondiente al DNB en la condición de bajo caudal y se cuentan las varillas que lo superan, comparándose con un límite del 25% del censo. Este último valor es específicamente usado en CN Almaraz y se corresponde con límites de dosis.”*

Comentario:

En el caso de extracción de una sola barra, se determina el censo de varillas con DNB contando las que superaban el límite de  $F\Delta H$  en condiciones con una barra extraída.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
Comentarios

**Hoja 9 de 11, segundo a quinto párrafo:**

Dice el Acta:

*“Que, con respecto a la sensibilidad de los códigos a la distribución de huecos obtenida por los modelos de ebullición subenfriada, los representantes de ENUSA reconocieron que estos modelos sí son significativamente diferentes entre THINC y VIPRE, y que este último calcula más huecos en condiciones de límites térmicos que THINC, mientras que en condiciones nominales es a la inversa. Asimismo, indicaron que THINC tiene en cuenta la capa de CRUD de las varillas, lo cual es causa de las grandes diferencias que aparecen en la modificación propuesta al Capítulo 4 del EFS entre ambos códigos. Los representantes de ENUSA mostraron, a solicitud de la Inspección, datos de fracciones de huecos calculadas por THINC para varillas limpias (sin CRUD), comprobándose que las diferencias entre los cálculos de ambos códigos se reducen pero aún son grandes.*

*Que la Inspección llamó la atención sobre el hecho de que dicho estudio se refiere a la correlación WRB-2, que no se puede utilizar en CN Almaraz, y que la conclusión del mismo puede no ser aplicable a la correlación WRB-2M. Finalmente, los representantes de ENUSA mostraron a la Inspección la nota de cálculo INF-NC-003787 revisión 0 de 17/08/2008 en cuyo Anexo 2 se comparan para casos de condiciones nominales y de límites térmicos en CN Almaraz las fracciones de huecos calculadas por THINC-IV y VIPRE comparándolas entre sí y los DNB que calculan ambos códigos con la correlación WRB-2M para los mismos casos, comprobándose que las diferencias significativas en fracciones de huecos no dan lugar a diferencias apreciables en DNB.*

*Que se acordó complementar la respuesta relativa a este punto de la PIA con estas comparaciones mencionadas para argumentar la aplicabilidad de la conclusión sobre la falta de sensibilidad a la fracción de huecos con VIPRE.*

*Que, en relación a los ensayos de la central de Zion comparados con THINC-IV, que se mencionan en la redacción del Capítulo 4 del EFS propuesta, de los que se dice que sus conclusiones sobre el conservadurismo de las predicciones del código se pueden considerar aplicables a VIPRE, se acordó que se mencionarían en su lugar ensayos de la base de datos de cualificación de VIPRE específicos que demuestran su conservadurismo sin necesidad de asumir la aplicabilidad de lo obtenido con THINC-IV.*

*Que se acordó, a su vez, en relación con el punto de la agenda sobre revisión del cálculo del CLEN-LD (límite de diseño) con VIPRE que se complementaría la respuesta asociada de la PIA con la tabla de incertidumbres mejorada y la descripción detallada del caso peor calculado.”*

Comentario:

Los datos de fracciones de huecos calculadas por THINC para varillas limpias (sin CRUD), permiten comprobar que las diferencias entre los cálculos de ambos códigos se reducen notablemente, aunque aún son apreciables.

La correlación WRB-2 no se utiliza en esta aplicación en Almaraz, pero no implica que no pudiese utilizarse.



## ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011

### *Comentarios*

Aclarar adicionalmente que suponer que las diferencias significativas en fracciones de huecos no dan lugar a diferencias apreciables en DNB es razonable, ya que entre los parámetros locales de los que dependen las correlaciones del LEN no figura la fracción de huecos, sino la calidad de equilibrio basada en la entalpía. Por tanto, el LEN solo se ve afectado por la fracción de huecos a través de sus efectos en flujo másico y calidad estática, y estos efectos son limitados ya que tanto en VIPRE-W como en THINC-IV se considera un modelo de flujo bifásico homogéneo.

La fecha correspondiente al informe [REDACTED] de revisión 0 es de 17/03/2008



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL0/14/1011  
*Comentarios*

**Hoja 10 de 11, segundo y tercer párrafos:**

Dice el Acta:

*“Que, en relación con el nuevo cálculo para VIPRE y su nuevo CLEN-LD de las variables de LOFTRAN, los representantes de ENUSA explicaron que se consideran [redacted] variables en la dependencia del DNB para su cálculo con LOFTRAN de forma simplificada, aclarando que, de ellas, la variable de caudal no se usa con LOFTRAN una vez introducido VIPRE, pues los cálculos de variación de caudal se hacen con VIPRE, usándose por tanto LOFTRAN solo para transitorios sin variación de caudal. Mostraron a la Inspección el documento WCAP-7878 Rev.7 (Manual de LOFTRAN) en el que aparece la fórmula del DNB con los [redacted] coeficientes tal como LOFTRAN la usa. Aclararon que los nuevos valores de los mismos varían al cambiar el CLEN-LD, ya que se obtienen como pendientes de las curvas de DNB frente a las variables”1 consideradas y estas cambian al cambiar el DNB límite.*

*Que, en relación con la degradación de la conductividad térmica del combustible con el quemado, los representantes de ENUSA aclararon que VIPRE no se está utilizando en sustitución de FACTRAN (código de barra) y que, por tanto, no hace uso de la conductividad térmica del combustible. Asimismo aclararon que se usan cálculos de FACTRAN dentro de la metodología Westinghouse para, por ejemplo, la expulsión de barra (único transitorio para el que se calcula el DNB que usa FACTRAN), al principio y al final de ciclo, usándose temperaturas de combustible calculadas sin degradación con el quemado. Aclararon que para el resto de transitorios se calculan solo los "state points", recalculando con VIPRE los peores obtenidos con THINC, pero que, con motivo del paso a VIPRE no se ha hecho ningún cálculo de FACTRAN nuevo.”*

Comentario:

Para el cálculo con LOFTRAN de forma simplificada se consideran [redacted] variables [redacted] en la dependencia del DNB. De ellas, la variable de [redacted] no se usa con LOFTRAN, pues los cálculos de DNB para casos de variación [redacted] se hacen con VIPRE, usándose por tanto LOFTRAN, para cálculo de DNB, solo para transitorios sin variación [redacted]

Así mismo, el documento WCAP-7878 Rev.7 (Manual de LOFTRAN) recoge la fórmula del DNB con los [redacted] tal como LOFTRAN la usa.

La expulsión de barra no es el único transitorio para el que se calcula el DNB que usa FACTRAN.

Para los transitorios analizados en este informe se calculan solo los "state points", recalculando con VIPRE los peores obtenidos como se hacía con THINC. Con motivo del paso a VIPRE no se han modificado dichos “state points” ni hecho ningún cálculo de FACTRAN nuevo.

El texto que aparece subrayado se considera confidencial, por lo que debe eliminarse de la versión pública del acta.



## DILIGENCIA

En relación con los comentarios formulados en el “**Trámite**” del acta de inspección de referencia **CSN/AIN/ALO/14/1011**, correspondiente a la inspección realizada en la Central Nuclear de Almaraz el día 19 de febrero de dos mil catorce, los inspectores que la suscriben declaran:

- **Comentario general:** No modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 2 de 11, segundo y tercer párrafo:** Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 3 de 11, segundo párrafo a primero de la hoja 4:** Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 4 de 11, segundo a cuarto párrafo:** Se acepta el comentario.
- **Hoja 4 de 11, último párrafo a segundo de la hoja siguiente:** Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 6 de 11, último párrafo a primero de la hoja siguiente:** Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 7 de 11, segundo párrafo:** No se acepta el comentario, que no modifica el contenido del Acta.
- **Hoja 9 de 11, segundo a quinto párrafo:**
  - Se acepta la corrección sobre la fecha del documento mencionado.
  - Se aceptan el primer y el tercer párrafos del comentario, que no modifican el contenido del Acta.
  - No se acepta el comentario sobre la posibilidad de uso de la correlación WRB-2.



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

– Hoja 10 de 11, segundo y tercer párrafos: Se acepta el comentario.

Madrid, 27 de marzo 2014



Fdo.

Inspector CSN



Inspector CSN



Inspector CSN