



IDENT.: CSN/PDT/CNCOF/COF/1106/181

REV.: 0

SUPL.:

SUPLEMENTOS				
-------------	--	--	--	--

TITULO: PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO SOBRE LA PROPUESTA PC 01/10, REV.1 DE AUTORIZACIÓN DE UNA MODIFICACIÓN DE DISEÑO PARA UTILIZAR EL CÓDIGO PRIME Y OTRA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RECARGA "GIRALDA", ASÍ COMO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO MEJORADAS DE CN COFRENTES ASOCIADAS

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

PROPUESTA PC 01/10, REV.1 DE AUTORIZACIÓN DE UNA MODIFICACIÓN DE DISEÑO PARA UTILIZAR EL CÓDIGO PRIME Y OTRA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RECARGA “GIRALDA”, ASÍ COMO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO MEJORADAS DE CN COFRENTES ASOCIADAS

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Iberdrola generación, C.N. Cofrentes (en adelante CNC).

1.2. Asunto

Solicitud de autorización de la Propuesta de Cambio 01/10 (rev.1) de la modificación de diseño consistente en el uso del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de combustible y en la introducción de diversas modificaciones en la metodología “GIRALDA” de análisis de recargas, así como de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas (ETFMS) de la C.N. Cofrentes asociadas a estas modificaciones.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

El 9 de diciembre de 2010, se recibió en el CSN el escrito de la dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITC) que adjuntaba la “Solicitud de aprobación de la Propuesta PC 01/10 Rev.0 de modificación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas de la Central Nuclear de Cofrentes”, y cuyo nº de registro de entrada en el CSN es el 42434, que incluía las propuestas de modificación de diseño del asunto.

Posteriormente, el 24 de mayo de 2011, procedente de la DGPEM se recibió en el CSN la revisión 1 de dicha solicitud (nº de registro de entrada en el CSN: 41444). Esta revisión había sido preparada por el titular como consecuencia de los comentarios de la evaluación del CSN.

La revisión 1 de esta solicitud incluye los siguientes anexos:

1. “Informe de referencia para Diseño y Análisis de Seguridad de Recargas de combustible en reactores BWR”, IT-CONUC-025, rev.10
2. Análisis de Seguridad de Modificación de Diseño de la revisión 10 de IT-CONUC-025 y uso de la metodología basada en el código PRIME”. IT-CONUC-320, rev.1, abril 2011.

3. PC 01/10 rev.1/DOE-01 “Actualización a la revisión 10 de la metodología GIRALDA para la evaluación de las seguridad de la recarga”
4. “Metodología de Análisis de Licencia de Transitorios de Recarga de CN Cofrentes con Retran”. IT-CONUC-008, rev.3, Junio 2010.
5. “Validación del Modelo Termo-hidráulico de SIMULATE3 para CN Cofrentes”. IT-CONUC-075. Rev.6, abril 2011.
6. “Evaluación del Diseño Nuclear del Combustible”. EST-CONUC-rev.8, sept. 2010.

Además de la información que acompaña a su solicitud, CNC había transmitido previamente al CSN las cartas “CN Cofrentes. Documentación de aplicación del código PRIME al combustible GNF2” de fecha de 5 de julio de 2010 y referencia 10.146415.00177 (nº de registro de entrada 41399) y “C.N. Cofrentes. Documentación de licenciamiento del GNF2. Enmiendas del GESTAR II y General Compliance rev. 3” de fecha 15 de noviembre de 2010 y referencia 10.999833.003229 (nº de registro de entrada 42242), que contienen los documentos relacionados con su solicitud que a continuación se referencian.

Carta del 5 de julio de 2010:

- Informes de licenciamiento (“Licensing Topical Reports”) del código PRIME presentados por GNF a la NRC
 - NEDC-33256P “The PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance. Part 1 – Technical Bases”, January 2007
 - NEDC-33257P “The PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance. Part 2 – Qualification”, January 2007
 - NEDC-33258P “The PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance. Part 3 – Application Methodology”, January 2007
- Informe de evaluación de la NRC de los informes de licenciamiento del código PRIME
 - Final Safety Evaluation by the Office of Nuclear Reactor Regulation. Topical Report NEDC-33256P, NEDC-33257P, and NEDC-33258P “The PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance”. GLOBAL NUCLEAR FUELS – AMERICAS, LLC – January 2010.
- Documentos adicionales en la evaluación de la NRC
 - Letter from GNF to USNRC, MFN 09-106, “Request for Additional Information Response for the PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance (TAC No. MD4114)”, 27 February, 2009.
 - Letter from GNF to USNRC, MFN 09-106, Supplement 2, “Response to Supplement to Request for Additional Information Re: Licensing Topical Reports NEDC-33256P, NEDC-33257P, and NEDC-33258P “The PRIME Model for Analysis of Fuel Rod Thermal-Mechanical performance (TAC No. MD4114)’”, 11 August, 2009.
 - Letter from GE-Hitachi Nuclear Energy to US-NRC, MFN-09466, “Implementation of PRIME Models and Data in Downstream Methods, NEDO-33173, Supplement 4, July 2009”, 10 July, 2009.

Carta del 15 de noviembre de 2010:

- Final Safety Evaluation for Amendment 33 to Global Nuclear Fuel Topical Report NEDE-24011-P, “General Electric Standard Application for Reactor Fuel (GESTAR II) (TAC No. ME3525), August 30, 2010. (Incluido en el NEDE-24011-P-A-17-US).
- Documentos adicionales referenciados en esta evaluación de la NRC:
 - Letter from GNF to NRC, FLN-2008-011, “Amendment 32 to NEDE-24011-P-A, General Electric Standard Application for Reactor Fuel (GESTAR II),” dated October 15, 2008 (ADAMS Package Accession No. ML082910505)
 - Amendment 32 Safety Evaluation Follow-on Items and GNF Response (MFN 10-045 Enclosure 1, March 5, 2010)
 - Letter from GNF to NRC, MFN-10-045 Supplement 1, “Amendment 33 to NEDE-24011-P-A, General Electric Standard Application for Reactor Fuel (GESTAR II) and GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-P-A (GESTAR-II),” NEDC-33270P, Revision 3, March 2010,” dated March 5, 2010.” (ADAMS Package Accession No. ML100700464). (MFN-10-045, Enclosure 4, March 5, 2010).
 - Letter from GNF to NRC, MFN-10-045 Supplement 1, “Amendment 33 to NEDE-24011-P, General Electric Standard Application for Reactor Fuel (GESTAR II),” dated May 27, 2010 (ADAMS Package Accession No. ML101481067)
- NEDC-33270P, Revision 3, eDRFSection 0000-0065-5410-R3, “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-P-A (GESTAR-II),” March 2010, (MFN 10-045 Enclosure 7, March 5, 2010).

1.4. Documentos de licencia afectados

La propuesta del titular afecta a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas (ETFM). Concretamente, se modifican las “Referencias para el ILON”, página 1.1-8 de las ETFM, donde se relacionan los métodos analíticos utilizados para determinar los Límites de Operación y los documentos en que se desarrollan dichos métodos, para incluir los nuevos documentos que desarrollan los cambios de metodología solicitados:

- GESTAR Base Document NEDE-24011-P-A, Rev. 17 y Supplement for SPAIN NEDE-24011-P-9-SP Rev. 9, para la metodología empleada por GE/ENUSA.
- Reference Safety Report for Boiling Water Reactor Reload Fuel, IT-CONUC-025 Rev. 10, para la metodología empleada por IBERDROLA.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1. Razones, Descripción y Antecedentes de la solicitud.

La solicitud presentada por el titular incluye en su alcance dos aspectos diferentes, pero ambos relacionados con los métodos aceptables para la realización del Estudio de Seguridad de la Recarga:

- i) Uso del código PRIME de GNF/GENUSA para análisis termomecánico de varillas de combustible.

Iberdrola presenta esta solicitud con el fin de poder ampliar las condiciones de la licencia del combustible de diseño GNF2 cargado en la recarga 17 de CNC (2009). Actualmente existe una limitación de quemado de 45 MWd/kgU para el combustible GNF-2, que se deriva de que se licenció, tanto en EE.UU como en España, utilizando el código termomecánico GESTR-M de la compañía GNF, el cual produce resultados no conservadores a quemados muy superiores a 45 MWd/kgU.

Cabe señalar que la propuesta de Iberdrola para poder alcanzar un quemado pico de pastilla de 70 MWd/kgU es objeto de otra solicitud presentada recientemente por el titular y que está siendo evaluada por el CSN.

- ii) Modificación en la metodología GIRALDA de análisis de recarga, en la que se recogen los siguientes cambios que requieren autorización:
- Utilización del Método de Wilks para cuantificación de incertidumbres, recogido en la revisión 3 del Informe “Metodología de Análisis de Licencia de transitorios de Recarga de C.N. Cofrentes con Retran.” IT-CONUC-008.
 - Correcciones en el cálculo de factores de fricción monofásica, recogidas en la revisión 6 del documento IT-CONUC-75.
 - Actualización del documento EST-CONUC-015, en el que se sustituye el valor fijo de la incertidumbre del enriquecimiento de U-235 por la máxima tolerancia que en cada caso indique el suministrador del combustible.
 - Incorporación en el apartado 7.1 del Apéndice D de una referencia al valor inicial de vaina oxidada en los análisis de LOCA (*Loss-of-coolant accident*).

La solicitud de autorización se sustenta en el Análisis de Seguridad recogido en el documento IT-CONUC-320. rev.1 “Análisis de seguridad de modificación de diseño: Revisión 10 de IT-CONUC-025 y uso de la Metodología basada en el código PRIME”.

- iii) Modificación de ETFMs

Como consecuencia de los cambios indicados, Iberdrola ha identificado la necesidad de modificar las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas de la central, en

aquellos apartados en los que se referencian los documentos de licencia que se ven afectados por la solicitud del titular.

La revisión 1 de esta solicitud fue presentada por Iberdrola como consecuencia de los comentarios de la evaluación del CSN en relación con la oportunidad de la propuesta de eliminación del transitorio “Elemento mal posicionado (FLE)” de los análisis específicos de recarga, que se incluía en la revisión 0.

Teniendo en cuenta que CN Cofrentes tiene previsto iniciar la próxima parada de recarga el 25 de septiembre de 2011 (Recarga 18), el titular en su propuesta indica su interés por disponer de la autorización de las modificaciones de diseño y de las modificaciones a ETFMs y sus Bases con tiempo suficiente para su aplicación en la evaluación de seguridad prevista para dicha Recarga.

3. EVALUACIÓN

3.1. Referencia y título de los informes de evaluación:

En el proceso de evaluación se han generado los siguientes documentos:

- Nota de Evaluación Técnica de referencia CSN/NET/IMES/COF/1103/288 “Aplicación del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de barra del tipo de combustible GNF2”
- Informe de Evaluación de referencia CSN/IEV/INNU/COF/1106/1019 “Evaluación del código Termomecánico PRIME y de su metodología asociada”
- Informe de Evaluación de referencia CSN/IEV/INNU/COF/1106/1020 “Evaluación de la revisión 10 de la metodología GIRALDA”

Además, durante la evaluación del CSN se han realizado dos inspecciones específicas que se documentaron en las siguientes actas:

- CSN/AIN/COF/11/735 (23 de mayo de 2011), en relación con el código PRIME
- CSN/AIN/COF/11/737 (24 de mayo de 2011), en relación con la metodología GIRALDA

3.2. Resumen de la evaluación

a) Normativa aplicable a esta evaluación

La normativa aplicada en esta evaluación ha sido la siguiente:

- IS-02 “Instrucción sobre actividades de recarga en centrales nucleares” (CSN), septiembre de 2004
- IS-21 “Instrucción sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares” (CSN), febrero de 2009
- GS-1.11 “Modificaciones de diseño en centrales nucleares” (CSN), julio de 2002

- NUREG-0800 “Standard Review Plan – Chapter 4.2 Fuel System Design”, USNRC, marzo de 2007

b) Antecedentes inmediatos de la evaluación

Mediante resolución de 18 de septiembre de 2009, la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) aprobó la solicitud de CNC para la carga y operación en el núcleo del reactor y almacenamiento, una vez irradiado, de combustible tipo GNF-2 fabricado por la compañía GNF (Global Nuclear Fuel)/GENUSA. A pesar de que el límite teórico de diseño de quemado del combustible GNF-2 es de 70 Mwd/KgU, la solicitud presentada por el titular limitaba el quemado a un valor de 45 Mwd/KgU, pendiente de que GNF lograra completar con la NRC el proceso de aceptación de su nueva metodología de diseño termomecánico de barra de combustible basada en el código PRIME.

El 18 de junio de 2010, y previamente al envío de la propuesta que se aborda en este informe, se mantuvo una reunión entre el CSN y el titular (referencia CSN/ART/CNCOF/COF/1006/01) en la que CNC adelantó las líneas maestras de la misma, informando de que la NRC había ya finalizado el proceso de aceptación antes mencionado.

c) Evaluación de aspectos de ingeniería mecánica

El CSN ya evaluó los aspectos de ingeniería mecánica de la solicitud de CNC para la carga y operación de combustible GNF-2 con límite de quemado de hasta 45 MWd/kgU. En dicha evaluación se revisaba el cumplimiento de los criterios de diseño mecánico del *esqueleto* de los elementos de combustible (EC) y, en particular, se identificaba que el cumplimiento de los criterios relacionados con el crecimiento diferencial de los distintos componentes del EC por efecto de su irradiación se había realizado aplicando un modelo que empleaba una base de datos de alcance limitado. En base a lo indicado en dicha evaluación se concluía que, en el caso de que CNC solicitara eliminar la restricción al quemado de 45 MWd/kgU, la validez de las bases de datos a emplear en los análisis debería ser revisada.

Por tanto, la evaluación actual del CSN se ha centrado en verificar la validez de las bases de datos empleadas en el modelo de crecimiento por irradiación del código PRIME, frente al límite de quemado máximo de 70 Mwd/KgU que contempla este código en su alcance, del cual el titular planea hacer uso en el futuro. En particular el CSN ha revisado el proceso de licenciamiento llevado a cabo por la NRC, con el soporte técnico de Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), y ha concluido que el modelo de crecimiento por irradiación incluido en el código PRIME es aceptable para su uso con quemados máximos de pastilla de hasta 70 MWd/kgU.

Por lo tanto, la propuesta del titular se considera aceptable.

d) Evaluación del código PRIME en los aspectos de ingeniería del núcleo

La evaluación de la idoneidad del código termomecánico PRIME y de su metodología asociada se ha basado en la revisión de la documentación presentada por el titular, así como la información recabada en la Inspección realizada el 23 de mayo de 2011. También se ha hecho un uso extensivo del informe técnico de evaluación de PNNL preparado para la NRC e incluido en la Revisión 1 de la documentación de PRIME antes referenciada.

De la evaluación de PNNL se derivaron algunas modificaciones que fueron indicadas por la NRC a GNF e incorporadas finalmente en la citada Revisión 1 y son, por tanto, parte del metodología PRIME evaluada por el CSN.

A continuación se revisan los principales aspectos evaluados:

- En relación con los modelos implicados en los cálculos térmicos que constituyen la principal motivación del paso de GESTR-M a PRIME, GNF presentó una extensa cualificación de sus resultados globales (medidas de temperatura de combustible) que cubre datos experimentales incluyendo varillas irradiadas en el laboratorio de Halden (Noruega) con quemados por encima de 80 MWd/kgU, y cuyos resultados confirman que el modelo global de PRIME predice adecuadamente la temperatura de las pastillas. La evaluación considera, por tanto, que las revisiones en los modelos térmicos incorporadas a PRIME le capacitan para una estimación adecuada de las temperaturas del combustible
- En relación al cálculo de la corrosión, PRIME no incluye ningún modelo físico para su determinación sino que hace uso de una regresión lineal de una base de datos experimentales, que se afecta de un desplazamiento hasta que la recta resultante cubre el 95% de los datos.
- Para el caso de C.N. Cofrentes, en la inspección se confirmó que la química del primario entraba dentro de las “normales” y, por tanto, le sería de aplicación. También se confirmó que los valores máximos de espesor de óxido medidos en Cofrentes estaban por debajo de la curva *upper bound* utilizada en PRIME para este fenómeno.
- Otra situación específica del código PRIME, derivada de cómo se han ajustado sus modelos para dar por buenos sus resultados frente a bases de datos de cualificación específicas, así como del hecho de basar su tratamiento de incertidumbres en la perturbación de parámetros de entrada que son tolerancias de fabricación, conlleva que estas variables y sus valores de ajuste tomados por el código se deben considerar parte integrante de los modelos.

Este punto fue incluido en el condicionado de la NRC y, en el caso de Iberdrola y GENUSA, deberá mantenerse pero aunque con una particularidad que hace referencia a las tolerancias y datos específicos de fabricación que puedan diferir de la batería estándar utilizada por GNF (densidad de apilamiento de pastillas, volumen del huelgo y presión del refrigerante). Iberdrola debe garantizar que las

incertidumbres que se tomen sobre estos parámetros en PRIME cubren conservadoramente las que utilice GENUSA en aquellos puntos en que exista diferencia respecto al tratamiento genérico.

Por tanto, en la evaluación de la NRC se concluyeron diversas limitaciones para el uso de PRIME, que el titular ya asume en su solicitud, se detallan en el documento IT-CONUC-320 Rev.1. y que la evaluación actual del CSN considera adecuadas para los usos solicitados por Iberdrola

- En cuanto al tratamiento de incertidumbres, la evaluación del CSN ha destacado lo siguiente:
 - GNF considera la incertidumbre debida a los modelos de PRIME a base de aumentar artificialmente la incertidumbre de alguno de los *inputs*, en concreto la potencia, input con gran peso en los resultados. El resultado es que asigna una incertidumbre a la potencia mucho mayor que la debida al error específico de monitorización. Esta concentración de incertidumbre en un solo input reduce, en principio, los efectos no lineales en la propagación de incertidumbre, minimiza la importancia de los términos de interacción y justifica el uso de la propagación lineal de errores. Aunque el procedimiento introduce ciertos problemas, los resultados obtenidos muestran que se cubre aproximadamente el 99% de los datos experimentales.

Las hipótesis consideradas por GNF de propagación lineal de incertidumbres y de normalidad de los outputs introduce ciertos efectos anticonservadores que, sin embargo, la evaluación concluye que quedan compensados por la suposición de que la barra combustible limitante está operando siempre con la potencia lineal de la curva TMOL correspondiente, lo cual es imposible e impone un importante conservadurismo.

Por lo tanto, la evaluación del CSN considera adecuada la metodología de PRIME para garantizar que los resultados de límites de seguridad que se obtienen de su uso cubren la operación del combustible a lo largo de su vida.

- Finalmente, la solicitud de CN señala que la evaluación de la NRC establecía que dado que los modelos de PRIME están validados y ajustados mediante comparación directa con una base de datos concreta se deberá realizar y documentar la aplicabilidad del PRIME cada 5 años a partir del 2015 mediante carta a la NRR:
 - Revisando la disponibilidad de nuevos datos y aumentando la base de datos usada.
 - Los nuevos datos usados deberán identificarse claramente.
 - Las predicciones e incertidumbres de PRIME deberán compararse con la base de datos ampliada.
 - Cualquier dato descartado deberá justificarse.

- Se deberá indicar el tratamiento de los sesgos o incertidumbres aumentadas que se obtengan en los nuevos cálculos.
- Puesto que en la metodología de caso envolvente se usan las tolerancias de fabricación para justificar el conservadurismo, cualquier cambio en dichas tolerancias deberá confirmar que se sigue cubriendo el conservadurismo requerido.

Dado que esta práctica es también habitual en España y que el titular no lo propone explícitamente en su solicitud, se le requerirá que informe al CSN del mismo modo que se hace en EE.UU.

Una vez evaluada la adecuación del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de barra de combustible del diseño GNF-2, se evalúa a continuación el impacto de su uso en otros análisis de seguridad. Los principales resultados de esta evaluación se señalan a continuación:

- La razón final de las mejoras metodológicas que condujeron a GNF a presentar el código PRIME para licencia era solucionar la falta de conservadurismo que podía desprenderse del uso de GESTR-M para aplicaciones a quemados altos al no tener este código forma de simular la degradación de la conductividad térmica del óxido de uranio con el quemado y otros efectos asociados. Captar estos fenómenos y simular correctamente y conservadoramente sus consecuencias en los cálculos termomecánicos se aborda con PRIME. Pero existen otros análisis de seguridad en los cuales la conductividad del óxido de uranio juega un papel y que pueden verse afectados por la degradación de la misma con el quemado, bien porque dichos análisis hagan uso de datos de entrada obtenidos por un código termomecánico, bien porque dentro de sus códigos hagan uso de valores de dicha conductividad calculados con modelos propios. En el primer caso, para garantizar el conservadurismo del análisis a quemados altos habrán de utilizarse datos de entrada preparados por PRIME. En el segundo, se deberá modificar el código involucrado para que incorpore modelos de degradación de la conductividad con el quemado equivalentes al menos a los de PRIME.

Sin embargo, la modificación de códigos de licencia y/o procedimientos de generación de inputs es un proceso complejo que no se ha implementado todavía ni para GNF ni para GIRALDA. Durante el licenciamiento de PRIME por la NRC se abordó el tratamiento de esta cuestión para determinar, en tanto el proceso descrito no estuviera concluido, si existía impacto en los resultados de licencia, y desarrollar, en tal caso, un procedimiento de cálculo que garantizara el conservadurismo de los resultados a pesar de no contarse con toda la batería de códigos y metodologías de análisis actualizadas. Es decir, la NRC comprobó si continuar usando GESTR-M para alimentar análisis de seguridad (operación normal, transitorios, LOCA, estabilidad) daba lugar a un impacto en variables de licencia (como la, Relación Mínima de Potencia Crítica, MCPR, o la Temperatura Máxima de la Vaina, PCT) que precisara su corrección haciendo uso de PRIME.

Los resultados de los estudios llevados a cabo por GNF concluyeron que no existía impacto en los análisis de estabilidad, e incluso que sería conservador seguir utilizando GESTR-M. La evaluación del CSN considera lógica esta conclusión dado que PRIME calcula una peor transmisión de calor desde la pastilla, lo que redundaría en una “constante del combustible” más larga, reduciéndose por ello el acoplamiento neutrónico-termohidráulico responsable de la inestabilidad.

- En relación a los análisis de transitorios para la evaluación de recargas, la NRC concluyó que no existía impacto en la determinación de la mínima potencia crítica (MCPR), observándose muy poca diferencia entre usar PRIME o GESTR-M para generar las entradas correspondientes para los códigos termohidráulico y la evaluación del CSN considera que esta conclusión es trasladable al caso de la metodología GIRALDA y el código “best-estimate” termohidráulico de transitorios de reactores de agua ligera RETRAN.
- Sin embargo, sí se encontró que podía existir un impacto hacia el lado no conservador en los cálculos de sobrepotencia térmica (TOP) para determinar el margen ante la fusión del combustible en transitorios. Este margen se demuestra comprobando que la sobrepotencia en varilla que causan los transitorios de recarga no supera el valor genérico de TOP establecido por GNF (bien con GESTR-M o con PRIME). Si se supera este límite, la central debe realizar cálculos específicos para demostrar que tiene margen hasta la fusión de pastilla. Estos últimos deberían, ahora mismo, realizarse con PRIME, que es el código que garantiza el conservadurismo de sus resultados en todo el rango de quemado. Por este motivo, la NRC impuso una condición para el tratamiento de este punto de manera provisional, aceptando que se utilizase GESTR-M para los análisis de transitorios pero confirmando el conservadurismo de sus resultados mediante la metodología PRIME y si no, deberán revisarse hasta que sean consistentes con PRIME. En caso de superación de los límites genéricos, se deberá realizar el correspondiente cálculo específico de ciclo con PRIME. Esta condición se traslada tal cual para el caso de GIRALDA.
- Por otra parte, parece lógico esperar un impacto no conservador en el cálculo de la energía almacenada para el LOCA. Este fenómeno presenta influencia sobre el primer pico del LOCA grande, fase de blowdown, el cual no es limitante, en general, para la flota de BWR-6 y tampoco para Cofrentes, si bien Iberdrola ha estudiado el impacto realizando un estudio de sensibilidad como se vio en la Inspección.

El tratamiento de los análisis de ATWS, fuera de la base de licencia, se revisó también en la evaluación de la NRC, que concluyó que no existía impacto significativo.

Por lo tanto, dentro de GIRALDA no será necesario repetir los análisis en este momento, aunque Iberdrola abordará estudios de sensibilidad para el próximo ciclo y el CSN solicitará que se le presenten junto con el estudio de seguridad de la recarga 18.

- Un aspecto particular que destaca la evaluación del CSN es el relativo a la actual combinación de códigos utilizados en la metodología GIRALDA: RETRAN (transitorios) y TRAC-BF1/ApK (LOCA), LAPUR (estabilidad) y FRAP-T6/ApK (LOCA), no todos en el mismo estado de actualización, en cuanto a versiones, modelos y datos de entrada.

Por ello, Iberdrola deberá incorporar a los métodos de análisis de GIRALDA, en todo caso con anterioridad a los análisis de seguridad de la Recarga 19 (prevista para el año 2013), los cambios en los ficheros de entrada y/o subrutinas de los códigos necesarios para tener en cuenta los fenómenos de degradación de la conductividad térmica del combustible de forma equivalente al tratamiento de PRIME. Esto incluye en particular las metodologías asociadas a los códigos RETRAN, LAPUR, TRAC-B1/APK y FRAP-T6/APK.

- Por último, la evaluación del CSN hace notar que en Cofrentes coexisten combustibles de suministradores diferentes que conllevan aparejadas sus propias metodologías termomecánicas. En la metodología GIRALDA, las entradas y los análisis termomecánicos son responsabilidad de los suministradores del combustible y surge, por tanto, la cuestión de si estos cálculos llevan ya o no modelos compatibles con PRIME que garanticen el tratamiento conservador de la conductividad del combustible a alto quemado.

La evaluación tiene constancia de que el combustible ATRIUM está en ese caso, pero no tiene tal constancia para el combustible tipo Optima2. Por ello, aunque la evaluación de estos cambios no es objeto de esta solicitud, se deberá requerir a Iberdrola que confirme que son adecuados los cálculos para el combustible Optima2.

e) Evaluación de los cambios a la metodología GIRALDA

La metodología Giralda para análisis de recargas, en su revisión 8, fue aprobada en la resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas de 03/07/2009, con dos condiciones:

1. *“El procedimiento actual de validación al 95/95 presentada para el modelo de Licencia de RETRAN para Giralda basado en la ley de propagación lineal de errores no es aceptable para justificar el grado de conservadurismo del mismo, por lo que no se admitirá su uso. El conservadurismo del modelo deberá validarse usando la variable de aumento relativo de la potencia crítica (RCPR) y mediante un método que no desprecie efectos no lineales validación. La condición será de aplicación para el próximo uso que el titular haga del modelo en el Estudio de Seguridad de la Recarga.*

2. *Se ha detectado un error en el procedimiento de ajuste de los factores de fricción monofásica a partir de los datos de los suministradores de combustible, que lleva a subestimaciones de las caídas de presión monofásicas por parte del código SIMULATE. Dicho error presenta un impacto despreciable en términos de aumento relativo de la potencia crítica (RCPR). No obstante, se considera que Iberdrola deberá corregir este error en una futura revisión de la metodología”.*

Estas condiciones han dado lugar a modificaciones de la metodología Giralda, incluidas en la solicitud de Iberdrola objeto de este informe.

Adicionalmente, el titular ha introducido otras dos modificaciones, a consecuencia de sendas inspecciones del CSN:

- Modificación del documento EST-CONUC-015 “Evaluación del Diseño Nuclear del Combustible”, reemplazando un valor fijo de la incertidumbre asociada al enriquecimiento por la tolerancia máxima de cada fabricante
- Inclusión en el apartado 7.1 del apéndice D una referencia al espesor inicial de vaina oxidada para los análisis de LOCA

A fin de verificar la materialización documental de estas modificaciones y realizar otras comprobaciones al respecto, el CSN realizó una inspección en las oficinas de Iberdrola Ingeniería y Construcción el día 24 de mayo de 2011.

La evaluación del CSN ha comprobado el cumplimiento de estas condiciones y la adecuada implantación de estas modificaciones, siendo de señalar los siguientes aspectos de la propuesta de cambio presentada por el titular:

- Validación del conservadurismo de su modelo de licencia para transitorios rápidos por medio de un método de propagación de incertidumbres que no desprecie los efectos no-lineales entre diferentes inputs.

Según lo requerido por el CSN durante el proceso de evaluación, Iberdrola ha usado el probado método de Wilks o de estadísticos de orden. Asimismo, ha comparado los resultados de dicho métodos con los obtenidos con el método de Propagación Lineal de Errores (PLE). Los resultados han sido que para los dos transitorios limitantes en términos de límites térmicos (LRNB y FWCF) y para todos los combustibles considerados (SVEA-96 Optima 2, GE-14 y ATRIUM 10XP) se han obtenido, con el método de Wilks, valores de RCPR siempre mayores a los del método de PLE y menores a los producidos por el modelo de licencia.

Por tanto la evaluación del CSN ha concluido que el cambio introducido en la metodología GIRALDA cumple lo requerido por el CSN.

- A fin de dar cumplimiento a la segunda condición, referida anteriormente, de aprobación de la versión 8 de la metodología GIRALDA, el titular propuso una modificación a su procedimiento de ajuste de factores de fricción monofásica de SIMULATE3.

Iberdrola ha elaborado un nuevo procedimiento de ajuste de factores de fricción monofásica de SIMULATE3. El principal criterio de convergencia se ha modificado; siendo ahora mucho más restrictivo que el de la revisión anterior y, además, se expresa en términos del error del propio factor de fricción y no de una magnitud transformada como el DCPR (delta de CPR).

Una vez evaluado el procedimiento por el CSN, demostró no ser adecuado porque había un error en el procedimiento de ajuste de factores de fricción monofásicos, cuyo resultado es que se mantenía, aunque en menor grado, una subestimación de las caídas de presión, lo que impactaba en los cálculos de caudal de refrigerante.

Este hecho constituye, de acuerdo con PG.IV.08, una “deficiencia de evaluación”. La valoración de la misma es que se trata de una deficiencia no significativa ya que no conlleva un problema de seguridad habida cuenta de que el impacto en el caudal de refrigerante es muy pequeño y la mayor desviación esperable en términos de MCPR es de 0,005, que está en el límite de significación de dicha cifra.

Una vez comunicada esta deficiencia, el titular procedió a corregirla, por lo que la evaluación del CSN concluye que ya no existe la posibilidad de subestimación que introducía el método anterior y, por tanto, considera el procedimiento adecuado

- Otros cambios a la metodología
 - Tras la identificación de un error en la incertidumbre de enriquecimiento aplicada en los Análisis de Criticidad del combustible GNF2, CN Cofrentes ha verificado que el efecto del aumento de incertidumbre es despreciable en relación con los márgenes de seguridad resultantes para las celdas limitantes de cada diseño de combustible tanto para la bóveda de combustible fresco como para las piscinas de combustible gastado. Posteriormente ha procedido a realizar la correspondiente modificación al documento de metodología que corrige la desviación detectada y, por tanto, se considera aceptable.
 - Uno de los criterios de aceptación para los análisis de LOCA en BWR, tal y como aparecen en la norma americana 10 CFR 50.46 es que el máximo espesor calculado de la capa de óxido sobre las vainas de combustible no supere el 17% del espesor inicial de vaina. En la norma no se hace explícito si en el cómputo se debe incluir el espesor de vaina oxidada que existiera previamente al LOCA.

La evaluación del CSN estimó necesario considerar este espesor, incluyendo el dato del espesor inicial de vaina oxidada al documentar los resultados de análisis de LOCA. Iberdrola ha incluido, por ello, en el apartado 7.1 del apéndice D al ITC-CONUC-025 (rev.19), una referencia al espesor inicial de vaina oxidada para los análisis de LOCA. En los análisis de LOCA para CN

Cofrentes, el espesor de capa de óxido que se compare con el límite de licencia deberá incluir siempre el citado espesor inicial.

f) Evaluación de los cambios a las ETFM

Los cambios a las ETFM de CNC que ahora se evalúan consisten en la incorporación o sustitución de referencias de documentos asociados a la modificación de diseño propuesta por el titular.

Concretamente, en el Apartado 1.1 (Definiciones) de las ETFM, página 1.1-8, se actualiza el epígrafe correspondiente a “Referencias para el ILON” incluyendo lo siguiente:

- GESTAR Base Document NEDE-24011-P-A, Rev. 17 y Supplement for SPAIN NEDE-24011-P-9-SP Rev. 9, para la metodología empleada por GE/ENUSA.
- Reference Safety Report for Boiling Water Reactor Reload Fuel, IT-CONUC-025 Rev. 10, para la metodología empleada por IBERDROLA.

El primero es el documento genérico de metodologías de cálculo de GNF y la Revisión 17 es la que incorpora internamente las referencias pertinentes relativas al uso de PRIME y su metodología asociada. Por tanto, es correcto que figure como referencia en este apartado para reflejar el hecho de que a partir de ahora, el titular puede hacer uso de la metodología PRIME.

La segunda referencia se refiere al documento equivalente al anterior pero dentro del marco de las metodologías de análisis propiedad de Iberdrola agrupadas bajo el nombre genérico de GIRALDA. También es correcta la incorporación de la revisión 10.

g) Cambios al Estudio de seguridad

Las modificaciones de diseño objeto d esta solicitud, consistentes en el uso del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de combustible y en la introducción de diversas modificaciones en la metodología “GIRALDA” de análisis de recargas, deben quedar reflejadas en los correspondientes capítulos del Estudio de Seguridad (ES).

De hecho, en su escrito “CN Cofrentes. Notificación de cambios de ETFM y métodos de análisis de la recarga 18” (nº registro entrada CSN 41460 del 25-5-11), el titular identifica los apartados afectados por este cambio en el ES, incluyendo 3 apartado del Capítulo 15 sobre Análisis de accidentes en que se actualizan y eliminan referencias.

No obstante, el titular no ha incluido estos cambios del ES en su solicitud, por lo que deberá presentarlos antes del próximo 1 de septiembre.

3.3. Modificaciones

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

- Modificación del impacto radiológico de los trabajadores: **NO**
- Modificación física: **NO**
- Modificación de Bases de diseño / Análisis de accidentes / Bases de licencia: **SI.-** Se modifican las bases de licencia debido a la aplicación por primera vez del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de barra tipo de combustible GNF-2 así como la revisión propuesta de la metodología GIRALDA.

3.4. Hallazgos (Deficiencias de evaluación): **SI**

En el apartado 3.2 se describe la deficiencia de evaluación identificada por la evaluación del CSN en relación con el procedimiento de ajuste de factores de fricción monofásica del modelo termohidráulico de SIMULATE3 utilizado dentro de la metodología GIRALDA.

La categorización de deficiencias realizada de acuerdo con el procedimiento PG.IV.08, rev. 0 del CSN, ha concluido en que el impacto de la deficiencia en la seguridad es no significativa ya que no conlleva un problema de seguridad habida cuenta de su impacto sobre el MCPR

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: **NO**

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se considera aceptable la propuesta PC 01/10, rev.1. de modificación de diseño propuesta por el titular consistente para el uso del código PRIME para análisis termomecánico de varillas de combustible y en la revisión de la metodología de análisis de recarga GIRALDA en la que se recogen diversos cambios; asimismo se considera aceptable la modificación de las ETFM y el ES asociados a estas modificaciones de diseño, que está contenida en la propuesta PC 01/10, rev.1.

No obstante, el informe favorable del CSN sobre la propuesta PC 01/10, rev.1. está sometido al cumplimiento por CN Cofrentes de las siguientes condiciones:

1. Dado que los modelos de PRIME están validados y ajustados mediante comparación directa con una base de datos concreta se deberá realizar y documentar la aplicabilidad del PRIME cada 5 años a partir del 2016 mediante carta al CSN que incluya lo siguiente:
 - Revisión de la disponibilidad de nuevos datos y su inclusión en la base de datos usada.
 - Identificación clara de los nuevos datos usados.
 - Comparación de las predicciones e incertidumbres de PRIME con la base de datos.

- Justificación de cualquier dato descartado.
 - Indicación del tratamiento de los sesgos o incertidumbres aumentadas que se obtengan en los nuevos cálculos.
 - Dado que en la metodología de caso envolvente se usan las tolerancias de fabricación para justificar el conservadurismo, cualquier cambio en dichas tolerancias deberá confirmar que se sigue cubriendo el conservadurismo requerido.
2. Iberdrola deberá utilizar el código PRIME para todos sus cálculos de diseño y seguridad termomecánicos para los combustibles del suministrador GNF, permitiéndose el uso puntual de GESTR-M en la recarga18 (septiembre de 2011).
 3. Iberdrola presentará al CSN, junto con el informe de seguridad de la recarga 18, estudios de sensibilidad que estimen el impacto de tomar en consideración los fenómenos de degradación de la conductividad térmica del combustible en los análisis de transitorios, LOCA, estabilidad, ATWS y los termomecánicos para los diseños de combustible.
 4. Iberdrola deberá incorporar a los métodos de análisis de GIRALDA, con anterioridad a los análisis de seguridad de la Recarga 19 (año 2013), los cambios en los ficheros de entrada y/o subrutinas de los códigos RETRAN, LAPUR, TRAC-B1/APK y FRAP-T6/APK, que resulten necesarios para tener en cuenta los fenómenos de degradación de la conductividad térmica del combustible de forma equivalente al tratamiento incluido en PRIME, y presentarlos al CSN con un año de antelación a la remisión del informe de seguridad de la recarga 19.
 5. Iberdrola deberá realizar los análisis termomecánicos de combustibles de otros suministradores con versiones de códigos que contemplen dichos fenómenos de manera equivalente a PRIME y presentarlos al CSN con un año de antelación a la remisión del informe de seguridad de la recarga 19.
 6. Antes del 1 de septiembre de 2011, el titular presentará la solicitud de aprobación de los cambios en el Estudio de Seguridad asociados a las modificaciones de diseño de PRIME y GIRALDA objeto de esta autorización

Enumeración de las conclusiones:

- 4.1. Aceptación de lo solicitado: SI**
- 4.2. Requerimientos del CSN: SI**
- 4.3. Recomendaciones del CSN: NO**
- 4.4. Compromisos del Titular: NO**
- 4.5. Hallazgos: SI**

CNC propuso una modificación a su procedimiento de ajuste de los factores de fricción monofásica a partir de los datos de los suministradores de combustible, que llevaba a subestimaciones de las caídas de presión monofásicas por parte del código SIMULATE. Una vez evaluado por el CSN, dicho procedimiento demostró no ser adecuada porque había un error en el ajuste de factores de fricción monofásicos, cuyo resultado es que se mantenía, aunque en menor grado, una subestimación de las caídas de presión, lo que impactaba en los cálculos de caudal de refrigerante.

Este hecho constituye, de acuerdo con PG.IV.08, una “deficiencia de evaluación”. La valoración de la misma es que se trata de una deficiencia no significativa ya que no conlleva un problema de seguridad habida cuenta de que el impacto en el caudal de refrigerante es muy pequeño y la mayor desviación esperable en términos de MCPR es de 0,005, que está en el límite de significación de dicha cifra.