

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE DISEÑO DE AUMENTO DE QUEMADO MÁXIMO DE PASTILLA DE COMBUSTIBLE GNF2 HASTA 70 MWd/kgU Y DE LA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Iberdrola Generación S.A.U., Central Nuclear de Cofrentes (en adelante CNC).

1.2. Asunto

Solicitud de autorización de la modificación de diseño de aumento de quemado máximo de pastilla de combustible GNF2 hasta 70 MWd/kgU y de aprobación de la revisión del Estudio de Seguridad (ES) de CNC para incluir los cambios derivados de la misma.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

La propia solicitud, enviada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), actualmente Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MIET), que adjuntaba la “Solicitud de autorización de aumento de quemado máximo de pastilla del diseño combustible GNF2 hasta 70 MWd/kgU”, N° 11/01 Rev. 1, recibida en el CSN con fecha 15 de septiembre de 2011 en su registro telemático, con número de registro de entrada 42392.

El documento contiene una descripción de la solicitud, antecedentes, justificación y aspectos relevantes de seguridad de la modificación de diseño contemplada, así como la identificación de los documentos oficiales de explotación y documentos básicos afectados por la misma. La solicitud incluye los siguientes anexos:

1. ITEC-1617 “GNF2 Fuel Rod Thermal-Mechanical Design for CN Cofrentes using PRIME Code”, Rev. 0, March 2011.
2. “Análisis de Seguridad del aumento de quemado máximo de pastilla del diseño GNF-2 hasta 70 MWd/kgU”, IT-CONUC-331, Rev. 0, Marzo 2011.
3. PC-01-11 Rev. 1 /DB 07 Rev. 31 “Aumento de quemado máximo de pastilla del diseño GNF-2 hasta 70 MWd/kgU”.
4. Hojas Actuales y Hojas Futuras del ES.

Como consecuencia del proceso de evaluación el titular ha remitido al CSN una modificación de la propuesta inicial de revisión del ES, mediante escrito recibido con fecha 1 de febrero de 2012, N° de registro telemático de entrada 40195, consistente en una nueva hoja propuesta para la hoja 4.1-19 del Estudio de Seguridad.

1.4. Documentos de licencia afectados

La propuesta del titular afecta a los apartados 3.9.7, 4.1.6, 3.9.1.4.11 y 4.1.4.2 del Estudio de Seguridad, actualmente en Rev. 44.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

Antecedentes de la solicitud.

Mediante la resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del MITYC de fecha 18 de septiembre de 2009 se autorizó la carga y operación en el núcleo del reactor y almacenamiento una vez irradiado del combustible tipo GNF2 diseñado por GNF (Global Nuclear Fuel)/GENUSA (GNF y ENUSA) en CNC. En esta resolución se aprobaba la utilización del GNF2 con la limitación de un quemado de pastilla hasta 45 MWd/kgU debido a que los análisis termomecánicos de barra fueron realizados con la metodología GESTR-M, que no está debidamente cualificada para los valores máximos normales de operación esperables en el diseño GNF2, y el código de análisis termomecánico de barra PRIME estaba en proceso de licenciamiento por la Nuclear Regulatory Commission (NRC).

El 7 de abril de 2011 CNC había presentado a la DGPEM una revisión 0 de solicitud de autorización para el aumento de quemado de pastilla de combustible GNF2 hasta 70 MW, en la que se reflejaba que tal modificación de diseño no tenía impacto en ningún Documento Oficial de Explotación. Sin embargo, la modificación de diseño para la que se solicita autorización conlleva la actualización del Estudio de Seguridad para incorporar nuevas referencias asociadas a los cálculos soporte del aumento de quemado máximo de pastilla de combustible, razón por la que se presenta la revisión 1 objeto de esta Propuesta de Dictamen Técnico (PDT).

Mediante la resolución de la DGPEM del MITYC de fecha 27 de julio de 2011 se autorizaron las modificaciones de diseño para la utilización en CNC del método basado en el código PRIME en lugar de la metodología GESTR-M, y la actualización de la metodología de Análisis de Recarga GIRALDA. La solicitud objeto de esta PDT toma crédito de esta aprobación de la utilización del código PRIME y la metodología de Análisis de Recarga GIRALDA.

Cabe citar como precedente que mediante la resolución de la DGPEM del MITYC de fecha 12 de marzo de 2008 se autorizó a CNC el aumento de valor máximo de quemado de la pastilla de combustible de diseño SVEA-96 Optima 2 desde su valor de 70 a 71.5 MWd/kgU.

Razones de la solicitud

CNC ha procedido a realizar análisis específicos de barra de combustible GNF2 para su central mediante la aplicación del código termomecánico PRIME, de los cuales ha determinado unos límites termomecánicos hasta valores de quemado de pastilla superiores a los actualmente licenciados que aseguran el cumplimiento de los criterios de diseño de la barra de combustible. Adicionalmente, CNC expone que existe suficiente experiencia operativa del diseño GNF2 para valores de quemado de hasta 70 MWd/kgU que permiten considerar que no debe producirse ningún problema operativo en la central.

En base a estos argumentos CNC plantea la modificación de diseño consistente en la eliminación de la actual limitación de valor máximo de quemado de pastilla GNF2 de 45 MWd/kgU y aumentar el valor hasta 70 MWd/kgU.

Iberdrola SAU presenta la solicitud de autorización de la citada modificación de diseño, y de los cambios al ES asociados a la misma, en cumplimiento con lo establecido en la Instrucción de Seguridad IS-21 del CSN “sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño de las centrales nucleares” .

CNC expone que tiene previsto implantar la presente modificación durante a partir del actual ciclo de operación 19, que se inició en noviembre de 2011.

Descripción de la solicitud

La solicitud de autorización presentada por CNC contempla 2 aspectos:

- i) Autorización de la modificación de diseño consistente en el aumento de quemado máximo de pastilla de diseño mecánico de combustible GNF2 desde un valor de 45 a 70 MWd/kgU.
- ii) Modificación del ES, de cara a su actualización para incorporar nuevas referencias asociadas a los cálculos soporte del aumento de quemado máximo de pastilla del combustible GNF2. Los apartados del ES que se actualizan con esta solicitud son los siguientes:
 - Modificación del apartado 3.9.7. REFERENCIAS, en donde se incluye la Referencia 27 ‘GENUSA, “GNF2 Fuel Rod Thermal-Mechanical Design for C.N. Cofrentes using PRIME CODE”, ITEC-1617, Rev. 1’, y se hace mención a esta referencia en el punto 3.9.1.4.11.
 - Modificación del apartado 4.1.6 REFERENCIAS, en donde se incluye la Referencia 17 ‘GENUSA, “GNF2 Fuel Rod Thermal-Mechanical Design for C.N. Cofrentes using PRIME CODE”, ITEC-1617, Rev. 1’, y se hace mención a esta referencia en el punto 4.1.4.2.

La solicitud de autorización para esta modificación de diseño se apoya en el Análisis de Seguridad recogido en el documento “IT-CONUC-331. Análisis de Seguridad del aumento de quemado máximo de pastilla del diseño GNF-2 hasta 70 MWd/kgU”, Rev. 0, Marzo 2011, presentado en apoyo de la solicitud.

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/1109/301 “Aumento del quemado máximo de pastilla para el diseño del combustible GNF2 hasta 70 MWd/kgU”.
- Informe de Evaluación de referencia CSN/IEV/INNU/COF/1111/1034 Rev. 1 “Evaluación genérica de la introducción del diseño de combustible GNF2 en CN Cofrentes hasta un quemado máximo pico de pastilla de 70 GWd/TmU”.

3.2. Resumen de la evaluación

El objeto de la evaluación ha sido revisar la idoneidad del diseño de combustible GNF2 del suministrador GNF/GENUSA para su carga en el núcleo de CNC a partir del ciclo 19 y siguientes, de forma que alcance un quemado máximo pico de pastilla de 70 MWd/kgU, valorando las características de este nuevo diseño respecto a la seguridad de operación de la central.

Adicionalmente a la documentación presentada por IBERDROLA en soporte de la solicitud, dentro del alcance de la revisión han sido tenidos en cuenta los siguientes documentos remitidos previamente por parte de la central en el marco de procesos de licenciamiento y de otras interacciones con el CSN :

- NEDC-33270P Rev. 3 “GNF” Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-P-A (GESTAR II)”, marzo 2010; recibido en el registro telemático del CSN con fecha 15/11/2010, Nº Reg. 42242.
- NEDC-33292P Rev. 2 “GEXL17 Correlation for GNF2 Fuel”, diciembre 2007; recibido en el registro telemático del CSN con fecha 20/10/2008, Nº Reg. 41285.
- ITEC-1412 Rev. 1 GENUSA “GNF Thermal-Hidraulic Design for C.N. Cofrentes”, febrero 2011; recibido en el registro telemático del CSN con fecha 02/06/2011, Nº Reg. 41531.
- ITEC-1427 Rev.1 “GNF2 Fuel Assembly Mechanical Design for C.N. Cofrentes”, febrero 2011; recibido en el registro telemático del CSN con fecha 02/06/2011, Nº Reg. 41531.

La evaluación se ha basado en la revisión de la documentación presentada así como en la realización de dos inspecciones, la primera realizada de forma conjunta a Iberdrola y ENUSA sobre aspectos genéricos del combustible GNF2 en su aplicación a CNC (acta de referencia CSN/AIN/COF/11/746), y la segunda que se realizó dentro del Plan Básico de Inspección al estudio de seguridad de la recarga para el ciclo 19 (acta de referencia CSN/AIN/COF/11/749).

En enero de 2010 se aprobó por parte de la NRC la utilización del código PRIME para la realización de los análisis termomecánicos de barra del diseño combustible GNF2,

recogiéndose en el informe de licenciamiento las condiciones de aplicación y limitaciones de uso del mismo, entre las que se establece un valor máximo de quemado de pastilla de 70 MWd/kgU.

En el proceso de evaluación se han tenido en cuenta las evaluaciones previas realizadas para la autorización de combustible GNF2 en CNC hasta un valor máximo de quemado de pastilla de 45 MWd/kgU (CSN/PDT/CNCOF/COF/0908/168 Rev. 1) y para la autorización de utilización del código termomecánico PRIME y metodología de Análisis de Recarga GIRALDA (CSN/PDT/CNCOF/COF/1106/181). Asimismo, en el proceso de evaluación se ha seguido en gran medida el modelo de evaluación de cuando se licenciaron los diseños de combustible GE12 y GE14.

La base fundamental de la evaluación ha sido la verificación del cumplimiento de los criterios establecidos en la Enmienda 22 que se encuentra recogida en la carta de General Electric (GE) a la NRC “Second Resubmittal of Proposed Amendment 22 to GE Licensing Topical Report NEDE-24011-P-A (Fuel Licensing Criteria)”, de fecha 22 de noviembre de 1989. La evaluación realizada cubre los siguientes aspectos:

- Criterios generales
- Diseño termomecánico
- Diseño nuclear y criticidad del almacenamiento de combustible
- Diseño termohidráulico, incluyendo determinación de correlación de potencia crítica y determinación de límites de seguridad y de operación
- Estabilidad termohidráulica
- Análisis de accidentes
- Experiencia operativa del combustible GNF2
- Cambios propuestos al ES

a) Evaluación de criterios generales

En lo que concierne a la evaluación del CSN del cumplimiento con los criterios generales de la citada carta cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto al criterio 1.1.1.A “Se usarán procedimientos de análisis y modelos analíticos aprobados”, su cumplimiento se ha verificado mediante el proceso de licenciamiento de utilización del código PRIME y metodología de Análisis de Recarga GIRALDA.
- En cuanto al criterio 1.1.1.B “Las características de los nuevos diseños se probarán en elementos combustibles de prueba (Lead Use Assemblies, LUAs”, se considera cumplido por la existencia de LUAs en reactores de Suiza, Estados Unidos y Suecia.
- En cuanto al criterio 1.1.1.C “Se llevará a cabo un programa de pruebas de combustible irradiado”, se considera cumplido puesto que tal programa ya existe en CNC, y la central aporta información periódica de los resultados.
- En cuanto al criterio 1.1.1.D “Si aparecen temas nuevos de licencia asociados al combustible éstos serán evaluados con el fin de asegurar que los criterios vigentes

siguen siendo válidos, y si fuera necesario, se propondrán nuevos criterios para su aprobación”, se considera que se cumple por medio de los informes anuales de normativa, experiencia operativa ó por la Revisión Periódica de Seguridad.

- En cuanto al criterio 1.1.1.E “Si cualquiera de los criterios anteriores no se cumplieran, será necesario enviarlos a la NRC para su aprobación”, se considera cumplido una vez aprobado el uso del código PRIME por el CSN.

b) Evaluación de criterios termomecánicos

En lo que concierne al cumplimiento de los criterios de diseño mecánico del esqueleto de los elementos combustibles, en el proceso de evaluación de la solicitud para la carga y operación de combustible GNF2 hasta un quemado de 45 MWd/kgU se señalaba por parte del CSN que en el caso de que CNC solicitara eliminar la restricción de quemado de 45 MWd/kgU la validez de las bases de datos a emplear en los análisis debía ser revisada.

La verificación de los criterios relativos al crecimiento diferencial de los diferentes componentes del elemento combustible GNF2 se documenta en la sección 5.2 del informe ITEC-1427 Rev. 0, viniendo soportada por los análisis documentados en el informe DRF Nº 15-5839 “GNF2 Differential Growth Analysis”.

En la nueva revisión 1 del ITEC-1427 no se ha modificado la sección 5.2 del mismo, por lo que los resultados que se mencionan en la misma son las verificaciones realizadas para la revisión 0, esto es, las bases de datos empleadas para el desarrollo de los modelos de análisis corresponden a valores de crecimiento observados para elementos combustible tipo GE-11 y GE-12 para quemados medios entre 50 y 60 MWd/kgU.

A este respecto el suministrador GENUSA ha manifestado que la revisión actual del informe ITEC-1427 soporta un quemado límite de pastilla de hasta 80 MWd/kgU (quemado medio aproximado de 65 MWd/kgU), y que los datos disponibles para diseños de tipo GE-14 y GNF2 para quemados medios de hasta 68 MWd/kgU muestran un comportamiento muy similar frente a crecimiento por irradiación respecto de los datos empleados en la elaboración del ITEC-1427.

La evaluación del CSN considera que la justificación aportada por el suministrador referente al origen de los datos empleados en la predicción del crecimiento diferencial de los elementos combustibles tipo GNF2 es válida para garantizar que el comportamiento de los mismos frente a un límite de quemado máximo de pastilla de 70 MWd/kgU será coherente con lo previsto en el diseño.

En lo que concierne al cumplimiento con criterios termomecánicos de la barra de combustible cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto al criterio 1.1.2.B.i “Las tensiones, deformaciones y limitaciones por fatiga no excederán los límites del material ni su capacidad de fatiga”, se comprueba su cumplimiento mediante cálculo estadístico. La verificación se ha realizado siguiendo la curva límite de potencia lineal en función del quemado (TMOL, Thermal Mechanical Operating Limit) para combustible con y sin gadolinio, la cual será una condición de

diseño para el combustible GNF2 para los cálculos de seguridad de los ciclos de operación a partir del ciclo 19.

- En cuanto al criterio 1.1.2.B.ii “Se realizarán ensayos mecánicos para demostrar que no se produce pérdida de integridad de las barras combustibles debido a “fretting” en un entorno libre de materiales extraños”, su cumplimiento no se ve afectado por el aumento de quemado.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.iii “En las evaluaciones de la barra combustible se tendrán en cuenta los efectos de reducción de espesor y otros relativos a operar con temperaturas elevadas por la presencia de corrosión y ‘crud’, en la medida en que éstos influyan en las propiedades de los materiales y su fuerza estructural”, ya ha sido tenido en cuenta en el proceso de licenciamiento del código PRIME, en el cual se impuso una condición de que tras 8 ciclos anuales la corrosión “upper bound” no debía superar un valor de 75 μm (también hay un límite a la absorción de hidrógeno por la vaina). Lo que se hace es considerar durante los cálculos térmicos o mecánicos de PRIME una evolución de forma lineal durante el quemado de la capa de óxido (y del ‘crud’ que también se forma), para producir una mayor resistencia térmica, por un lado, y un menor espesor de metal base por otro, para la comprobación de los distintos límites aplicables.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.iv “El contenido de hidrógeno de la pastilla combustible será controlado durante la fabricación de acuerdo con unos determinados estándares para asegurar que no habrá pérdida de integridad mecánica debida a hidruración interna de la vaina”, su cumplimiento no se ve afectado por el aumento de quemado.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.v “La barra combustible ha de ser evaluada para comprobar que no hay pérdida de integridad mecánica debida a transición a ebullición causada por pandeos en la misma barra o en el canal”, es un aspecto sobre el que actualmente se hace un seguimiento operativo extenso y su cumplimiento no se ve afectado por el aumento de quemado.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.vi “No habrá pérdida de integridad mecánica en la barra debida a demasiada presión interna”, su comprobación se realiza aplicando metodología estadística. Las comprobaciones de presión interna se hacen con el código PRIME. Al respecto de la diferencia entre los valores correspondientes a la comprobación genérica de la enmienda 22 y la correspondiente a C.N. Cofrentes ésta es debida a que los valores de las tolerancias de una serie de parámetros son distintos en los cálculos de ENUSA para CNC de los considerados originalmente en la comprobación genérica. ENUSA ha demostrado que el modo de calcular las incertidumbres es semejante al de GE, y que los resultados son muy similares.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.viii “No habrá pérdida de integridad mecánica de la barra debida a colapso de la vaina en un hueco axial de la columna de pastillas combustibles”, la metodología empleada por GNF/ENUSA es genérica y previa al desarrollo de PRIME, habiéndose comprobado por la evaluación que los modelos mecánicos son coherentes con éste código.

- En cuanto al criterio 1.1.2B.ix “No habrá pérdida de integridad mecánica de la barra debida a la fusión del combustible”, su cumplimiento se demuestra con el código PRIME mediante un estudio estadístico. Siguiendo la curva de TMOL se comprueba que existe al menos un margen de 29% de sobrepotencia para el cumplimiento de evitar la fusión del centro de la pastilla. Este valor de sobrepotencia se comprueba que no se alcanza durante los transitorios del estudio de seguridad de la recarga.
- En cuanto al criterio 1.1.2.B.x “No habrá pérdida de integridad mecánica de la barra debida a la interacción mecánica entre el combustible y la vaina”, su cumplimiento se basa en un estudio realizado con hipótesis conservadoras. El valor de deformación de vaina calculado por ENUSA con datos de tolerancia de la fabricación para el caso de CNC es ligeramente mayor que el valor genérico en NEDC-33270P, pero se comprueba que para sobrepotencias del 50% no se sobrepasan los límites. Adicionalmente, se hace un cálculo para el caso de que las sobrepotencias se produzcan partiendo de una condición de potencia parcial. En este caso se debe hacer un barrido de potencias iniciales (bajando hasta el 20%) y comprobar que en el caso de una sobrepotencia del 10% de la nominal se sigue cumpliendo el límite aplicable de deformación. Esta condición no se cumple con el valor más bajo de potencia inicial (20%), pero si con el 21%. La evaluación no considera esta variación significativa.

c) Evaluación de criterios nucleares

En lo que concierne a la evaluación del CSN del cumplimiento con los criterios nucleares cabe destacar lo siguiente:

- Los métodos de análisis empleados para los criterios nucleares son los mismos que en la evaluación llevada a cabo para introducir el uso de combustible GNF2 hasta 45 MWd/kgU, por lo que las conclusiones de la evaluación al respecto de los métodos aplicados siguen siendo válidas para el nuevo quemado solicitado.
- En cuanto a los criterios 1.1.3.A “El coeficiente de reactividad Doppler se mantendrá negativo para todas las condiciones de operación”, 1.1.3.B “El coeficiente de reactividad de huecos se mantendrá negativo para todas las condiciones de operación”, 1.1.3.C “El coeficiente de temperatura del moderador se mantendrá negativo para temperaturas iguales o superiores a las de espera caliente”, 1.1.3.D “La realimentación por calentamiento instantáneo del moderador y el combustible en accidentes de reactividad debe ser negativa”, y 1.1.3.E “El coeficiente de reactividad de potencia, calculado como el cambio en reactividad causada por un incremento de potencia desde un estado estacionario, debe ser negativo a partir de la situación de espera caliente”, la metodología de análisis aplicada por General Electric para su comprobación se basa en la utilización del código neutrónico TGBLA06, concluyéndose de tales análisis el cumplimiento de los criterios citados. La temperatura de espera caliente considerada en los análisis es la correspondiente a la de saturación en condiciones de presión normal, que es del orden (o superior) a 260 °C.

- En cuanto al criterio 1.1.3.F “Se comprobará que se cumple el requisito de margen de parada en frío para cada ciclo”, su comprobación es específica de cada planta y el cumplimiento se comprueba cada ciclo.
- En cuanto al criterio 1.1.13.G “El factor de multiplicación efectiva para los nuevos diseños en condiciones normales y anormales deberá cumplir los límites de almacenamiento de combustible para la k-infinito en celda sin control”, su cumplimiento se comprueba cada ciclo.

d) Evaluación de criterios termohidráulicos, correlación mínima de potencia crítica (MCPR) y límites de seguridad y operación

En lo que concierne a la evaluación del CSN del cumplimiento con los criterios termohidráulicos, MCPR y límites de operación y seguridad cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto al criterio 1.1.4 “Las características de caída de presión a lo largo del elemento combustible se tendrán en cuenta en los análisis específicos de ciclo para el cálculo del límite de operación de la correlación mínima de potencia crítica”, el aumento de quemado no tiene impacto en este criterio, aunque en el tiempo transcurrido desde la evaluación anterior del GNF2 se ha ampliado la base experimental con el resultado de que ha aumentado el error medio y su desviación estándar. La evaluación ha comprobado este aspecto en la inspección de recarga realizada.
- En cuanto al criterio 1.1.5.A “Un límite de seguridad de MCPR específico de ciclo se calculará sobre una base específica de ciclo siguiendo los pasos de 1.1.5.B (de GESTAR II)”, se comprueba mediante cálculos específicos de planta y ciclo, realizados con alguna metodología aprobada. CNC lleva a cabo su correspondiente cálculo específico con la metodología GIRALDA, con un método analítico que hace uso del código MASL (originario de ABB Atom, ahora Westinghouse) y que ha sido aprobado por el CSN. El código MASL utiliza un procedimiento de detección para determinar si un elemento combustible opera con forma axial en doble joroba, y en tal caso asigna un nuevo tipo termohidráulico con incertidumbre de la correlación GEXL17 convenientemente penalizada.

En lo que concierne a los criterios de la subsección 1.1.6.A relativos al límite de operación de MCPR, cuyo establecimiento es específico de ciclo de operación y modelo de combustible, su cumplimiento queda garantizado por el uso de métodos y códigos aprobados por el organismo regulador.

- En cuanto al criterio 1.1.6.A “El límite de operación de MCPR de la planta se establece considerando los posibles transitorios operacionales previstos para cada ciclo de operación”, los análisis de ciclo que se realizan para la determinación del límite de operación se llevan a cabo con metodologías acopladas termohidráulicas y neutrónicas aprobadas para este uso, y se utiliza una correlación de potencia crítica desarrollada para GNF2, lo que garantiza el cumplimiento de este criterio.

Para la Recarga 18 de la central se ha arbitrado un procedimiento provisional mediante el cual los transitorios se calculan haciendo uso de modelos existentes que no incorporan la degradación de la conductividad térmica del combustible con el quemado, pero se garantiza su conservadurismo usando datos de PRIME para el GNF2 y penalizando los resultados si se da el caso. Los cálculos realizados en este sentido para la recarga 18 han sido revisados por la evaluación del CSN en la inspección de recarga realizada. Para las recargas siguientes en la evaluación para la autorización del uso del código PRIME se estableció que toda la cadena de códigos deberá incorporar modelos congruentes con los de PRIME.

- En cuanto al criterio 1.1.6.B “Para cada nuevo diseño de combustible la aplicabilidad de análisis genéricos de MCPR descritos en la sección 4 de GESTAR II, o en el suplemento específico de cada país a este documento base, será confirmada para cada ciclo de operación, o bien se llevará a cabo un análisis específico de planta”, los análisis a que se refiere este criterio son el error de extracción de barras, el error de carga de un elemento combustible en el núcleo, y la generación de los límites térmicos en condiciones no nominales. Para el primero de los análisis se han calculado resultados genéricos y se evalúa de forma específica en cada ciclo de operación para GNF2 con métodos licenciados. El segundo de los análisis se evalúa de forma específica en cada ciclo de operación para GNF2. En cuanto al tercero de los análisis, CNC diseña los núcleos de recarga mediante su metodología GIRALDA, en la que se contempla la verificación de la validez de los límites térmicos en condiciones no nominales en cada ciclo de operación.
- En cuanto al criterio 1.1.7.A “Se confirmará la correlación de potencia crítica vigente, o bien se establecerá una nueva correlación, cuando haya un cambio en los parámetros “mojados” de la geometría de flujo, incluyendo específicamente los diámetros de barras de combustible y barras de agua, las dimensiones del canal y el diseño de los espaciadores”, el combustible GNF2 tiene distinta configuración de barras de longitud parcial y diseño diferente de espaciadores respecto a diseños previos, así que se ha establecido una nueva correlación llamada GEXL17, que se describe en el NEDC-33292P Rev. 2.
- En cuanto al criterio 1.1.7B “Puede desarrollarse una nueva correlación de potencia crítica para un diseño de combustible siempre que exista una cantidad significativa de datos”, la base de datos actual en la que se basa la correlación GEXL17 contiene una cantidad significativa de datos de experimentos a escala real obtenidos en las instalaciones ATLAS y Stern Labs.
- En cuanto al criterio 1.1.7.C, en el cual se determinan los criterios para establecer una nueva correlación de potencia crítica, la evaluación del CSN ha chequeado las características más relevantes de la correlación GEXL17 en lo que concierne al cumplimiento de este criterio, cabiendo destacar que en el desarrollo de la misma se han utilizado los criterios identificados en 1.1.7.C, el rango de validez de la GEXL17 en cuanto a valores de presión, flujo máscico, subenfriamiento de entrada y factor R, la existencia de un proceso de cualificación de GEXL17 en transitorios, y que en la base de datos de desarrollo de GEXL17 no existen datos correspondientes a formas axiales en doble joroba.

En el documento ITEC-1412 se dan valores específicos del sesgo y desviación típica para perfiles axiales en doble joroba, derivados de comparaciones de GEXL17 con un modelo basado en el código de subcanal COBRAG. Los datos de las comparaciones indican que, en las condiciones utilizadas, GEXL17 predice de manera menos conservadora que el modelo de COBRAG. Por otra parte, COBRAG se considera cualificado para predecir, sin sesgo significativo, la potencia crítica para formas axiales de doble joroba. Estos argumentos han llevado a GNF a atribuir, para el perfil en doble joroba, mayores valores de sesgo y desviación típica que para los restantes perfiles, lo cual llevaría a un aumento de probabilidad de entrada en la transición de ebullición en los elementos combustibles afectados y a un consiguiente aumento en el límite de seguridad de MCPR. Esta situación ya se venía dando para el diseño del combustible G14, si bien ha sido para el ciclo 19 con GNF2 cuando su influencia penalizante se ha hecho sentir en el límite de seguridad de MCPR de la planta.

e) Evaluación de criterios de estabilidad termohidráulica

En lo que concierne a la evaluación del CSN del cumplimiento con los criterios de estabilidad termohidráulica cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto al criterio 1.1.8 “Los nuevos diseños de combustible deben satisfacer uno de los dos criterios siguientes: A) las características de estabilidad, definidas como los valores de “decay ratio” del núcleo y canal limitante, deben ser iguales o mejores que las de un diseño GE previamente aprobado, o B) en otro caso se debe demostrar que no hay cambios en la zona de exclusión”, la conclusión de la evaluación realizada para la autorización del uso de combustible GNF2 de cumplimiento con el criterio A) sigue siendo válida con el aumento de quemado propuesto.

f) Evaluación de criterios de análisis de accidentes

En lo que concierne a la evaluación del CSN del cumplimiento con los criterios de análisis de accidentes cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto al criterio 1.1.9 “Se demostrará el cumplimiento con los criterios de protección contra sobrepresión del código ASME mediante análisis específicos de ciclo”, es de aplicación específica cada ciclo, y CNC viene haciendo referencia al mismo en los estudios de seguridad de las recargas.
- En cuanto a los criterios 1.1.10.A “Se cumplirán los criterios especificados en el 10CFR50.46 mediante un análisis limitante o específico de planta” y 1.1.10.B “Cuando se introduzcan nuevos diseños de combustible se deberán confirmar los ‘factores de ajuste de la máxima potencia calorífica lineal media en un plano’”, relativos al análisis de accidente con pérdida de refrigerante (LOCA), son comprobados por CNC con metodología licenciada. Asimismo, la evaluación del CSN comprobó durante la inspección de la recarga que los análisis de sensibilidad realizados, requeridos durante el periodo transitorio en el que no están incorporados al resto de códigos de análisis todos

los modelos de PRIME, concluyen que los análisis vigentes seguían siendo válidos y que para el combustible GNF2 se seguían cumpliendo los límites.

- En cuanto al criterio 1.1.11.B “Se comprobará la aplicabilidad del análisis genérico limitante para centrales con extracción de barras de control en bancada”, relativo al análisis de accidente de caída de barra de control, durante los análisis necesarios para evaluar el Estudio de Seguridad de la Recarga se comprueba que los valores de las barras caídas son inferiores a unos determinados valores dependientes del fabricante.
- En cuanto al criterio 1.1.12 “Cuando se introduzca un nuevo diseño combustible, se confirmará y se documentará que el análisis limitante vigente sea aplicable, o en caso contrario se realizará un nuevo análisis”, relativo a accidente de recarga, la evaluación del CSN ha confirmado la validez del análisis vigente, cuya evaluación se encuentra recogida en el Informe de evaluación CSN/IEV/INNU/COF/0905/928 “Evaluación del término fuente del combustible GNF2 de C.N.Cofrentes”.
- En cuanto al criterio 1.1.13 “El combustible deberá cumplir uno de los criterios siguientes: A) Se mantendrá un coeficiente de reactividad de huecos suficientemente negativo en cualquier condición de operación a partir de criticidad o, si no se satisface lo anterior, B) Los sucesos limitantes se analizarán para demostrar que los criterios del ATWS se mantienen”, relativo al accidente de transitorios previstos sin disparo del reactor. CNC ha utilizado la segunda opción y el impacto del uso de modelos equivalentes a los de PRIME es despreciable.

g) Evaluación de experiencia operativa

La experiencia operativa de este diseño de combustible GNF2 todavía es limitada, ya que ningún elemento ha acabado su vida en el reactor, y muestra que su comportamiento en cuanto a crecimiento de barra, corrosión y deposiciones de ‘crud’ es similar al del combustible GE14, del que es una evolución y del que existe amplia experiencia.

Dada esta limitación de experiencia operativa, CNC deberá informar periódicamente al CSN de los resultados de los programas de inspección que GE está llevando a cabo en la actualidad sobre este diseño de combustible, así como de cualquier otra información operativa relevante sobre el mismo.

Adicionalmente, CNC deberá realizar inspecciones al combustible GNF2, al menos visuales, al finalizar los ciclos de operación 19 y 20, con el objeto de comprobar que no están apareciendo fenómenos no esperados, de cara a obtener experiencia de operación de lotes de recarga en ciclos de 24 meses como los que va a operar CN Cofrentes.

h) Evaluación de las propuestas de modificación al ES

La solicitud presentada por Iberdrola S.A.U. contempla la modificación del ES de cara a su actualización para incorporar nuevas referencias asociadas a los cálculos soporte del aumento de quemado máximo de pastilla del combustible GNF2. Los apartados del ES que se actualizan con esta solicitud son los siguientes:

- Modificación del apartado 3.9.7. REFERENCIAS, en donde se incluye la Referencia 27 ‘GENUSA, “GNF2 Fuel Rod Thermal-Mechanical Design for C.N. Cofrentes using PRIME CODE”, ITEC-1617, Rev. 1’, y se hace mención a esta referencia en el punto 3.9.1.4.11.
- Modificación del apartado 4.1.6 REFERENCIAS, en donde se incluye la Referencia 17 ‘GENUSA, “GNF2 Fuel Rod Thermal-Mechanical Design for C.N. Cofrentes using PRIME CODE”, ITEC-1617, Rev. 1’, y se hace mención a esta referencia en el punto 4.1.4.2.

La Evaluación del CSN considera tales cambios al ES aceptables.

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**: modificación de la base de diseño de grado de quemado que aumenta de 45 a 70 MWd/kgU.

3.4. Hallazgos (Deficiencias de evaluación): NO

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: NO

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone informar favorablemente la solicitud N° 11/01 Rev. 1 de CN Cofrentes de autorización de la modificación de diseño de aumento de quemado máximo de pastilla de combustible GNF2 hasta 70 MWd/kgU y de aprobación de la revisión del Estudio de Seguridad para incluir los cambios derivados de la misma.

CNC deberá informar periódicamente al CSN de los resultados de los programas de inspección que GE está llevando a cabo en la actualidad sobre este diseño de combustible, así como de cualquier otra información operativa relevante sobre el mismo.

CNC deberá realizar inspecciones al combustible GNF2, al menos visuales, al finalizar los ciclos de operación 19 y 20, con el objeto de comprobar que no están apareciendo fenómenos no esperados.

Enumeración de las conclusiones:

4.1. Aceptación de lo solicitado: SI

4.2. Requerimientos del CSN: SI

CNC deberá informar periódicamente al CSN de los resultados de inspección de GE sobre este diseño de combustible, así como de cualquier otra información operativa relevante sobre el mismo.

CNC deberá realizar inspecciones al combustible GNF2, al menos visuales, al finalizar los ciclos de operación 19 y 20, con el objeto de comprobar que no están apareciendo fenómenos no esperados.

4.3. Recomendaciones del CSN: NO

4.4. Compromisos del Titular: NO

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME FAVORABLE SOBRE LA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES EN RESPUESTA A LA CONDICIÓN 6 DE LA AUTORIZACIÓN DEL CÓDIGO PRIME

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Iberdrola Generación S.A.U., Central Nuclear de Cofrentes (en adelante CNC).

1.2. Asunto

Solicitud de autorización de la revisión del Estudio de Seguridad (ES) para incorporar cambios asociados a la aprobación del código PRIME.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

La propia solicitud, enviada por la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) , y recibida en el CSN con fecha 15 de septiembre de 2011, con número de registro de entrada 42397, que adjuntaba la “Solicitud de autorización de los cambios al Estudio de Seguridad asociados a la aprobación del código PRIME”, documento N° 11/03 Rev. 0.

El documento contiene una descripción general del cambio, antecedentes, la justificación de la solicitud, y los aspectos relevantes de seguridad. Como Anexo se incluyen las hojas actuales y las hojas que se solicita modificar del ES.

1.4. Documentos de licencia afectados

La propuesta del titular afecta a los apartados 4.2.6, 4.3.5 y 4.4.7 del Estudio de Seguridad de C.N. Cofrentes.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

Antecedentes de la solicitud.

Mediante resolución de la DGPEM del MITYC de fecha 27 de julio de 2011 se autorizaron a CNC las modificaciones de diseño para utilizar el código PRIME, la actualización de la metodología de análisis de recarga GIRALDA, y la revisión 24 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas de la central.

Entre las condiciones asociadas a la citada aprobación se incluía la condición 6, que establece:

“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.”

CNC presentó con fecha 26/08/2011 esta solicitud de autorización en respuesta a lo establecido en la citada condición 6.

Razones de la solicitud

CNC presenta esta solicitud de autorización en respuesta a lo establecido en la condición 6 citada, con el objeto de llevar a cabo la actualización del Estudio de Seguridad para incorporar las nuevas referencias asociadas a la utilización del código PRIME.

Descripción de la solicitud

La propuesta presentada modifica la redacción del Estudio de Seguridad de los apartados 4.2.6 Referencias, 4.3.5 Referencias, y 4.4.7 Referencias, mediante la actualización de las revisiones aplicables a documentos de GNF/GENUSA recogidas en los mismos, que pasan a ser las siguientes:

- General Electric Standard Application for Reactor Fuel”, NEDE-24011-P-A-17.
- “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM”, NEDC-33270-P, Rev. 3.

3. EVALUACIÓN

3.1. Referencia y título de los informes de evaluación:

- CSN/NET/INNU/COF/1109/299 Rev. 1 “Evaluación de los cambios al EFS de CN Cofrentes por el uso del código PRIME”.

3.2. Resumen de la evaluación

La utilización del código PRIME implica la actualización de las revisiones aplicables a algunos de los documentos de GNF/GENUSA referenciados en el ES.

El titular propone la actualización de la Referencia 1 de los apartados 4.2.6 Referencias, 4.3.5 Referencias y 4.4.7 Referencias del ES, de manera que en la misma se recojan las siguientes revisiones de documentos:

- “General Electric Standard Application for Reactor Fuel”, NEDE-24011-P-A-17 en lugar de la actual NEDE-24011-P-A-15.
- “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM”, NEDC-33270-P, Rev. 3 en lugar de la actual NEDC-33270-P, Rev. 1

La Evaluación del CSN ha revisado cada una de las propuestas de modificación al ES contempladas en el documento N° 11/03 Rev. 0 y las considera aceptables.

En la referencia al documento “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM” sigue apareciendo el acrónimo “GSTRM”, que no es aplicable al documento actual. Iberdrola deberá corregir en cada aparición en el ES la referencia “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM” suprimiendo “GSTRM” de la misma.

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: **NO**

3.4. Hallazgos (Deficiencias de evaluación): NO

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: NO

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone informar favorablemente la solicitud de CN Cofrentes de aprobación de la propuesta de revisión del Estudio de Seguridad para incluir la modificación propuesta en el documento N° 11/03 Rev. 0 “Solicitud de autorización de los cambios al Estudio Final de Seguridad asociados a la aprobación del código PRIME”.

Iberdrola deberá corregir en cada aparición en el ES la referencia “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM” suprimiendo “GSTRM” de la misma.

Enumeración de las conclusiones:

4.1. Aceptación de lo solicitado: SI

4.2. Requerimientos del CSN: SI

Iberdrola deberá corregir en cada aparición en el ES la referencia “GNF2 Advantage Generic Compliance with NEDE-24011-PA (GESTAR II) GSTRM” suprimiendo “GSTRM” de la misma.

4.3. Recomendaciones del CSN: NO

4.4. Compromisos del Titular: NO