Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Índice

1 IDENTIFICACIÓN 3
1.1 Solicitante 3
1.2 Asunto 3
1.3 Documentos aportados por el solicitante 3
1.4 Documentos oficiales 3
2 DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD 4
2.1 Antecedentes 4
2.2 Motivos de la solicitud 5
2.3 Descripción de la solicitud 5
3 EVALUACIÓN 6
3.1 Informes de evaluación 6
3.2 Normativa y documentación de referencia 6
3.2.1 Normativa 6
3.2.2 Documentación de referencia 7
3.3 Resumen de la evaluación 7
3.3.1 *Definición de la estrategia de paradas derivadas de las solicitudes del DCO. Aspectos generales* 7
3.3.2 *Limitaciones de seguridad aplicables a las paradas* 9
3.3.3 *Parámetros operativos de gestión aplicables a las operaciones de parada de la planta* 14
3.3.4 *Consideraciones específicas sobre las paradas de la planta a solicitud del DCO* 20
3.3.5 *Bases de licencia y bases de diseño afectadas* 20
3.3.6 *Conclusiones de la evaluación* 20
3.4 Deficiencias de evaluación 22
3.5 Incumplimientos de evaluación 23
3.6 Discrepancias frente a lo solicitado 23
4 CONCLUSIONES Y ACCIONES 23
4.1 Aceptación de lo solicitado 23
4.2 Requerimientos del CSN 23
4.3 Otras actuaciones adicionales 25
4.4 Compromisos del titular 26
4.5 Recomendaciones 26
ANEXO I 27
ANEXO II 31

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE LA MODIFICACIÓN PARA INCORPORAR UNA ESTRATEGIA DE PARADAS DE LA CENTRAL DERIVADAS DE SOLICITUDES DEL DESPACHO DELEGADO EN LA CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ, UNIDADES I Y II

1 IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante

Centrales Nucleares Almaraz-Trillo AIE (CNAT).

1.2 Asunto

Solicitud de la central nuclear Almaraz (en adelante CN Almaraz), unidades I y II, de autorización de modificación para incorporar una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado.

1.3 Documentos aportados por el solicitante

El 18 de noviembre de 2024, con número de registro de entrada 39107, se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), procedente de la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miterd), la carta de referencia CN-ALM/IIS/241118 de petición de informe preceptivo sobre la *Solicitud de autorización de la modificación para incorporar una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado en la Central Nuclear de Almaraz, Unidades I y II*.

La citada petición de informe preceptivo lleva la siguiente documentación asociada:

- SL-24/030 *Informe de licenciamiento de la modificación para incorporar en CN Almaraz una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del Despacho Central de Operaciones*, que incluye como anexo el Análisis de la estrategia de paradas derivadas de solicitudes del despacho delegado.
- Documento de IDOM Nº 20674.CD.04.110.130.001 Rev. 0A *Monitorización de los Transitorios y del Gasto en Fatiga de la Unidad 1 de C.N. Almaraz del 01/01/2022 al 31/12/2022*.
- Documento de IDOM Nº 20674.CD.04.110.130.002 Rev. 0A *Monitorización de los Transitorios y del Gasto en Fatiga de la Unidad 2 de C.N. Almaraz del 01/01/2022 al 31/12/2022*.
- Documento de IDOM Nº 103887 / 103887.CD.04.110.013 Rev. 0A *Análisis del Impacto de las paradas en el contexto de Operación Flexible en C.N. Almaraz.*

1.4 Documentos oficiales

N/A

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

2 DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD

2.1 Antecedentes

Las centrales nucleares (CCNN) españolas han venido operando históricamente en la denominada "operación en carga base", al 100% de su potencia licenciada, salvo en transitorios, paradas o reducciones de potencia programadas por mantenimiento u otras situaciones operativas. En general, han sido otras instalaciones del sistema eléctrico nacional las que han venido proporcionando la flexibilidad necesaria ante las variaciones de la demanda en la red, salvo en casos puntuales. Sin embargo, la implantación creciente de nuevas fuentes de energía eléctrica ha incrementado las peticiones de los despachos delegados a las CCNN con el fin de reducir carga por debajo del 100%, respondiendo a criterios de demanda de producción eléctrica.

Por otra parte, los titulares han venido modificando los procedimientos que regulan su relación con los despachos delegados, clasificados como no relacionados con la seguridad, ampliando paulatinamente su capacidad de flexibilidad operativa a demanda del mercado. Esto condujo al CSN (propuesta de dictamen de referencia CSN/PDT/CINU/GENER/2404/45.1), con fecha 31 de mayo de 2024, a la emisión de sendas ITC a los titulares de las CCNN, sobre la base del de las instrucciones del Consejo IS-02 *sobre documentación de actividades de recarga en centrales nucleares* e IS-21 *sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño de centrales nucleares*. Además, se emitieron con la misma fecha cartas de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear en las que se solicitaba el envío de cierta información adicional.

Dichas ITC tenían por objeto clarificar el posicionamiento del CSN en cuanto a la aplicación de la IS-21 a la operación a potencia flexible (FPO, por sus siglas en inglés) y requerir a los titulares la presentación de una solicitud de autorización para cualquier ampliación de la FPO implantada en la instalación con posterioridad a la fecha de emisión de la ITC, con el fin de descartar cualquier posible impacto en la seguridad derivada de la misma. Así mismo, en las ITC se solicitaba a los titulares el envío al CSN de los análisis que soportaban los cambios implantados con anterioridad a la emisión de la ITC.

En el caso concreto de CN Almaraz, el CSN emitió la Instrucción Técnica Complementaria de referencia CSN/ITC/SG/AL0/24/01 y la carta de referencia CSN/C/DSN/AL0/24/12. En respuesta, CN Almaraz remitió la información solicitada mediante los escritos de referencia ATA-CSN-018699 y ATA-CSN- 018788 respectivamente.

A la vista de la información aportada por los titulares, y teniendo en cuenta los cambios que necesariamente deberían realizar en sus procedimientos vigentes para definir adecuadamente las estrategias de FPO a implantar, incluyendo las paradas de la central a demanda del despacho delegado, el CSN consideró necesario que, por aplicación directa de la ITC, los titulares debían solicitar formalmente autorización de dichos cambios.

Para clarificar el alcance de este requisito, el CSN celebró reuniones con cada titular, en las que transmitió sus consideraciones acerca del contenido y alcance de las solicitudes, además de otros acuerdos relacionados con la FPO.

Concretamente, la reunión con el titular de CN Almaraz tuvo lugar el 30 de octubre de 2024, cuyos acuerdos se recogen en el Acta de Reunión Técnica CSN/ART/CNALM/AL0/2411/09 *Reunión sobre las próximas actuaciones relacionadas con la operación a potencia flexible en CN Almaraz*.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Tras la reunión, y como ya se ha indicado, el 18 de noviembre de 2024, procedente del Miterd, se recibió en el CSN petición de informe preceptivo relativo a la solicitud de CN Almaraz de autorización de modificación para incorporar una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado, que es objeto de la presente propuesta de dictamen.

2.2 Motivos de la solicitud

La solicitud de autorización de modificación para incorporar una estrategia de paradas presentada por el titular de CN Almaraz tiene por objeto la modificación de su estrategia de operación flexible (FPO) para incluir las paradas de la central a petición del despacho delegado de carga (o despacho central de operación, DCO), por criterios de mercado eléctrico no relacionados con aspectos operativos o de seguridad de la planta.

El titular presenta esta solicitud en cumplimiento con la instrucción del Consejo IS-21, sobre requisitos aplicables a m*odificaciones en centrales nucleare*s, que en el último párrafo del artículo 3.1.1 establece:

> *Asimismo, se solicitará este tipo de autorización para modificaciones complejas o que sean significativas desde el punto de vista de la seguridad nuclear o la protección radiológica, aunque no se den las circunstancias descritas anteriormente, cuando así sea requerido por la Dirección General de Política Energética y Minas o el Consejo de Seguridad Nuclear o a juicio del explotador.*

Todo ello en coherencia con la ITC de referencia CSN/ITC/SG/AL0/24/01 *Instrucción técnica complementaria sobre operación a potencia flexible,* que el CSN remitió al titular de CN Almaraz, en la que se indica:

> *Por todo ello, en virtud de lo establecido en el último párrafo de artículo 3.1.1 de la Instrucción del Consejo IS-21, e independientemente del resultado de la evaluación de seguridad, el CSN considera que las modificaciones de las estrategias y limitaciones aplicables a la FPO que se pretendan efectuar desde la recepción de esta ITC se deben someter a un proceso de autorización, en los términos contemplados en el artículo 25.1 del RINR y en la IS-21.*

2.3 Descripción de la solicitud

Mediante esta solicitud el titular pretende incorporar una estrategia de paradas de CN Almaraz derivadas de solicitudes del despacho delegado.

Aunque los procedimientos de CN Almaraz ya contemplaban con anterioridad a la emisión de la CSN/ITC/SG/AL0/24/01 la posibilidad de llevar la central a parada como consecuencia de una solicitud del despacho delegado, tal y como se detalla en las respuestas remitidas al CSN, la estrategia que se presenta tiene por objeto concretar un marco de referencia para estas paradas, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades actuales del sistema y mercado eléctricos. De esta forma, la estrategia podrá ser implementada en los procedimientos de CN Almaraz aplicables.

Para la definición de esta estrategia se han fijado ciertos parámetros operativos de gestión relativos a las paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho, no viéndose afectadas en ningún caso las limitaciones de seguridad aplicables.

En el Anexo del informe de licenciamiento SL-24/030 se recoge el análisis de seguridad soporte de la solicitud, en el que se documentan las evaluaciones realizadas a tal fin. En este anexo se

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

identifican los parámetros y limitaciones de seguridad aplicables a las paradas en CN Almaraz, independientemente del origen que ocasione dicha parada, incluyéndose las solicitadas por el DCO, que aseguran que se cumplen los límites de seguridad aplicables y constituye el análisis de seguridad relativo a la modificación que se describe en dicho informe.

Estas limitaciones de seguridad, que se encuentran en las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas (ETFM) vigentes o en otros documentos de licencia, aseguran que las paradas se realizan dentro de los límites de seguridad aplicables de los análisis de seguridad y bases de licencia vigentes de la central, dentro del marco de la autorización de explotación. En concreto se identifican las curvas de presión y temperatura del sistema de refrigeración del reactor (RCS), que deben asegurarse en todo momento, y los programas de gestión de vida de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de la central respecto el consumo de fatiga. El análisis de seguridad realizado en relación con la estrategia de FPO que propone el titular demuestra que la estrategia de FPO propuesto garantiza el cumplimiento con estas limitaciones de seguridad, que no se modifican.

El resto de los parámetros aplicables a las operaciones de parada de la planta son parámetros operativos de gestión y recomendaciones establecidos por el titular para el control de las maniobras de parada. Estos parámetros facilitan la gestión de dichas maniobras, no considerándose limitaciones de seguridad.

De acuerdo con los aspectos reflejados en este anexo el titular asegura que la realización de un número máximo de paradas a petición del DCO durante el período de operación prevista de la central no supone un impacto negativo en aspectos de seguridad existiendo margen suficiente para valorar a futuro la modificación de este valor.

Así mismo, el titular indica que los procedimientos aplicables se modificarán de acuerdo con lo autorizado en el marco de esta solicitud.

La estrategia de paradas propuesta por CN Almaraz y los componentes más relevantes potencialmente afectados por la misma se describe en el apartado 3.3.1 de la presente propuesta de dictamen.

3 EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación

- CSN/IEV/INSI-ICON-IMES-CTIN-GEMA/AL0/2503/1388. Evaluación de la estrategia de operación flexible (FPO) mediante paradas de planta solicitada por CN Almaraz en respuesta a la instrucción técnica complementaria CSN/ITC/SG/AL0/24/01.

3.2 Normativa y documentación de referencia

3.2.1 Normativa

- Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

- RD-1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR). Art.25 Modificación de las Instalaciones[1]
- Instrucción del Consejo IS-02 Rev.1 sobre Documentación de actividades de recarga en centrales nucleares
- Instrucción del Consejo IS-21 sobre Requisitos aplicables a las modificaciones de diseño de centrales nucleares
- CSN/ITC/SG/AL0/24/01 Instrucción técnica complementaria sobre operación a potencia flexible

3.2.2 Documentación de referencia

- IAEA NP-T-3.23 Non-baseload Operation in Nuclear Power Plants: Load Following and Frequency Control Modes of Flexible Operation (2018)
- NEA Technical and Economic Aspects of Load Following with Nuclear Power Plants (2011)
- 2014 EPRI 3002002612 Program on Technology Innovation: Approach to Transition Nuclear Power Plants to Flexible Power Operations
- 2016 EPRI 3002008119 Westinghouse and Combustion Engineering Fleet NPP Operational Variables During Load-Following Operations
- 2018 EPRI 3002013086 Executive Summary of Lessons Learned from Transitioning to Flexible Power Operations 2014-2018

3.3 Resumen de la evaluación

La evaluación se ha documentado en un único informe de evaluación, elaborado por la Coordinadora Técnica de Ingeniería (CTIN) y las siguientes áreas de la Subdirección de Ingeniería:

- Área de Ingeniería de Sistemas (INSI)
- Área de Ingeniería del Combustible Nuclear (ICON)
- Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES)
- Área de Gestión de Vida y Mantenimiento (GEMA)

A continuación se describe la evaluación de los análisis presentados por el titular en el alcance de su solicitud, la cual se ha estructurado en el informe de evaluación de forma similar al informe de licenciamiento SL-24/030.

3.3.1 *Definición de la estrategia de paradas derivadas de las solicitudes del DCO. Aspectos generales*

La estrategia de paradas propuesta por el titular contempla lo que se recoge en la tabla 1 a continuación.

[1] Con posterioridad a la solicitud ha entrado en vigor el nuevo Reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (RD 1217/2024, de 3 de diciembre), aunque las modificaciones incluidas en el mismo no modifican los resultados de la evaluación.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Parámetro	Valor/Observaciones
Nº máximo de paradas (por despacho) hasta la fecha prevista de cese de operación, según PNIEC y Protocolo de Cierre Ordenado de CCNNEE (1/11/2027 CNA1, 31/10/2028 CNA2)	8 paradas en CNA1 / 12 paradas en CNA2
Nº máximo de paradas (por despacho) por ciclo	No se establece un límite de paradas por ciclo. Se establece un valor de referencia de 4 paradas por ciclo, pudiéndose superar este valor, siempre que el cómputo global no exceda el número máximo de paradas hasta fin previsto de operación.
Estado de Operación de la parada (por despacho)	Modo 3, modo 4 o modo 5, en función de la duración de la parada, necesidades operativas o trabajos de mantenimiento a realizar. Nota: no se excluye la posibilidad de alcanzar modo 6 para efectuar intervenciones que así lo requieran.
Duración mínima de la parada (por despacho) (días)	La duración mínima se establece en 5 días, desde el momento del desacoplamiento hasta el acoplamiento.
Duración máxima de la parada (por despacho) (días)	No se establece una duración máxima en modos 4 o 5. 7 días en el caso de modo 3.
Periodo mínimo a potencia entre paradas sucesivas (por despacho)	No hay una limitación técnica. Se toman 10 días como referencia.
Parámetros o limitaciones operativas técnicas	Existencia de fallos en combustible, fugas en tubos de GV o Condensador, anomalías en equipos que pudiesen verse afectados negativamente por la realización de variaciones de carga o circunstancias asociadas a la gestión del embalse de Arrocampo
Condiciones limitativas Tiempo asociadas a las Recargas	Con carácter general, no en el primer ni dos últimos meses de ciclo, existiendo la posibilidad de análisis particularizado de viabilidad en esos intervalos.

Tabla 1 - Parámetros operativos de gestión que definen la estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado

La nueva estrategia de paradas no modifica las rampas de variación de potencia contempladas en los procedimientos vigentes de parada y arranque.

Los análisis del titular identifican un conjunto de variables que se ven principalmente afectadas por la FPO (caudales, presión, temperatura, calidad del vapor y características del proceso) y, asimismo, los mecanismos de degradación y los componentes más relevantes afectados en CN Almaraz que, básicamente, son la fatiga, los fenómenos de FAC (*Flow Accelerated Corrosion*) y erosión y el desgaste de los mecanismos de accionamiento de las barras de control (CRDM).

Se destacan los siguientes aspectos generales de los análisis e informes de CN Almaraz:

- El titular dispone de programas de vigilancia y gestión de vida y materiales para el seguimiento de estos mecanismos de degradación, fundamentalmente:
    - PGE-01 Programa de monitorización de fatiga
    - MISI Manual de Inspección en Servicio
    - PGE-11 Programa de corrosión acelerada por caudal (FAC)
- El programa específico de vigilancia del FAC y erosión se encuentra en el capítulo 2 del Manual de inspección adicional de CN Almaraz (MIA-AL) *Programa de medición de espesores de tuberías susceptibles de fenómenos de erosión-corrosión*.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

- CN Almaraz dispone de los documentos AL1-20-25 y AL2-20-58 en los que se recoge el estudio de susceptibilidad a FAC y erosión de las unidades I y II, respectivamente, basados en las directrices recogidas en las guías EPRI NSAC-202L y EPRI 3002005530.
- Para los sistemas potencialmente afectados por FAC y erosión que no pueden modelarse con CHECKWORKS™ (herramienta predictiva y de selección de localizaciones críticas para priorizar las áreas a examinar), los análisis recomiendan obtener mayor información sobre la pérdida de espesores mediante muestreos en recarga, según el ranking de prioridades del anexo III de los informes AL1-20-25 y AL2-20-58.
- Si bien hay transitorios que podrían implicar la necesidad de establecer una limitación de la extensión de la operación de hasta 49 años en la unidad I y 50 en la unidad II, se considera que es una limitación atribuible al método de extrapolación a 60 años, que maximiza los eventos supuestos en el período anterior a la disponibilidad del SAMO, en que no hay registros, por lo que la actualización con los eventos reales del período posterior podría retrasar este límite.
- Los análisis realizados del impacto de la FPO en la fatiga de los materiales para los transitorios más limitantes muestran márgenes mayores para las paradas estabilizadas en modo 3 que en modo 5. En general, las paradas para ir a modo 5 son más exigentes desde el punto de vista del control químico y de la gestión de efluentes en la planta.
- Se considera conveniente el seguimiento de la fatiga para asegurar que la FPO realizada se encuentra dentro de la envolvente de los transitorios analizados.

En general, el titular no propone acciones adicionales a las previstas en sus actuales planes de vigilancia y gestión de vida, considerando que son suficientes para mantener la supervisión sobre el efecto de la estrategia de FPO que se propone autorizar sobre las ESC potencialmente afectadas.

3.3.2 *Limitaciones de seguridad aplicables a las paradas*

La solicitud del titular incluye un análisis de la posible afectación del incremento de las paradas de la central sobre los límites de seguridad aplicables, según los análisis de seguridad y las bases de licencia vigentes, con el fin de confirmar que esta práctica no modifica el nivel de seguridad de la operación de la planta. En este punto se ha considerado:

- Limitaciones de seguridad relacionadas con la operación del núcleo
- Limitaciones de seguridad relacionadas con ESC

Limitaciones de seguridad relacionadas con la operación del núcleo

Desde el punto de vista del combustible, CN Almaraz no identifica limitaciones de seguridad durante la parada. Además, indica que durante las mismas no se acumula quemado a potencia reducida y, por panto, no entran en el cómputo del contador Delta-BU de las Core Operating Guidelines (WCOG, WCAP-18372-P). El área ICON está de acuerdo con ambas afirmaciones.

Limitaciones de seguridad relacionadas con ESC

Las limitaciones de seguridad relacionadas con ESC se dividen en:

a) Límites de presión y temperatura del RCS
b) Limitaciones asociadas al consumo de fatiga
c) Impacto en el cumplimiento del criterio de “fuga antes de rotura”

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

a) Límites de presión y temperatura del RCS

Las curvas P-T marcan los valores límite admisibles de presión y temperatura en cualquier condición de operación normal de la vasija, de manera que se garantice que no se produzca el fallo frágil de la misma (la región permitida se encuentra a la derecha y abajo en la gráfica de las curvas, que corresponde a presiones bajas y temperaturas altas). Con la irradiación neutrónica, acumulativa durante el paso del tiempo, el acero ferrítico que forma la *beltline* de la vasija se fragiliza, reduciéndose su tenacidad y, en consecuencia, la presión admisible para una temperatura dada (como *beltline* en este contexto se entiende la zona de la vasija sometida a una fluencia acumulada determinada; ≥ 1E+17 n/cm^2 con E ≥ 1MeV). Por este motivo los límites P-T van variando con el tiempo, de manera que es necesario actualizar las curvas cada vez que se cumple en términos de fluencia la vigencia de las curvas que estén licenciadas.

Las curvas P-T actuales licenciadas en las ETFM de cada una de las dos unidades de CN Almaraz, recogidas en el informe de los límites de presión y temperatura, están vigentes desde octubre de 2019, han sido evaluadas favorablemente por el CSN, y tienen un periodo de validez de 50 EFPY (*Effective Full Power Years*, años efectivos a plena potencia), de manera que cubren la operación de ambos reactores hasta el final de su vida útil prevista (01/11/2027 en unidad I y 31/10/2028 en unidad II).

El área IMES ha examinado el apartado 2.2.1 del anexo "Análisis de la estrategia de paradas derivadas de solicitudes del despacho delegado" del informe SL-24/030, que recoge el análisis de las potenciales limitaciones de seguridad derivadas de las paradas por FPO debidas a los límites de presión y temperatura del RCS. En concreto, el titular indica que en las ETFM se establecen las siguientes condiciones límite de operación (CLO), que garantizan el cumplimiento de estos límites:

- Límite de Seguridad 2.1.2, de presión del RCS
- CLO 3.4.3 Límites de Presión y Temperatura (P-T) del RCS
- CLO 3.4.12 Sistema de Protección contra sobrepresiones en frío

El titular concluye que "Las maniobras de parada, tanto si son programadas como si son solicitadas por el DCO, siguen la zona de operación permitida de dichas curvas, asegurándose así los límites de seguridad aplicables".

El área IMES considera aceptables los argumentos del titular. Por tanto, teniendo en cuenta también la base técnica mediante la cual se establecen las curvas P-T, el área IMES considera que, siempre y cuando no se vulneren las restricciones asociadas a los límites presión–temperatura establecidas en las ETFM, las posibles paradas por FPO no tendrían impacto sobre los análisis de seguridad y las bases de licencia vigentes, de manera que esta práctica no modificaría, desde este punto de vista, el nivel de seguridad de la operación de la planta.

b) Limitaciones asociadas al consumo de fatiga

El fenómeno de fatiga consiste en la acumulación de daño debido a los ciclos de carga de distintos transitorios que afectan a una estructura o componente; cuanto mayor es el número de ciclos de estos transitorios menor es la variación de tensión admisible soportada por dicho elemento.

En el ámbito de la evaluación del impacto de las paradas de la central en la fatiga térmica, CN Almaraz ha considerado la resolución de los AEFT (Análisis de Envejecimiento en Función del Tiempo) de fatiga, teniendo en cuenta la última actualización de la contabilización de los transitorios recogida en los documentos de monitorización de los transitorios y del gasto en fatiga

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

de las unidades I y II. Con el objetivo de dar cumplimiento a los AEFT, CN Almaraz ha establecido varios criterios:

- La no superación de los ciclos de diseño por parte de los ciclos reales, siempre y cuando no esté implicado el efecto del ambiente.
- Otros criterios limitantes establecidos de manera concreta por algún AEFT, los cuales se establecen para garantizar que no se supera el número de ciclos límite, tanto en número de ciclos acumulados como en la proyección a dos años vista a partir de la fecha de corte del informe.
- Consideración del efecto del ambiente del AEFT 2.6 asegurando que el CUF (factor de uso acumulativo por fatiga) no supere la unidad, y gestión de esta monitorización.

La realización de la operación flexible o las paradas adicionales en las centrales nucleares suponen un aumento en el gasto de fatiga de ciertos elementos de la planta. Esto se debe al aumento de ciclos de los transitorios implicados en estas maniobras y en las paradas. En el caso de CN Almaraz, los transitorios directamente relacionados con las paradas adicionales, hasta modo 5 (parada fría) son los mostrados en la Tabla 2:

Transitorio	Descripción
1	Calentamiento RCS a ritmo ≤ 55,5 °C/h (100 °F/h)
2	Enfriamiento RCS a ritmo ≤ 55,5 °C/h (100 °F/h)
3	Enfriamiento del presionador a ritmo ≤ 111 °C/h (200 °F/h) (Caso I: 2250-400 psia)
4	Enfriamiento del presionador a ritmo ≤ 111 °C/h (200 °F/h) (Caso II: 400-15 psia)
5	Aumento de potencia en rampa a razón del 5% de plena potencia/minuto
6	Reducción de potencia en rampa a razón del 5% de plena potencia/minuto
11	Aumento de carga de 0-15% de la potencia total
12	Reducción de carga del 0-15% de la potencia total
13	Reciclado de agua de alimentación en parada caliente
17	Igualación de la concentración de boro
48	Ciclos de Insurge/Outsurge
131	Presurización de los intercambiadores de calor residual
132	Puesta en servicio de los intercambiadores de calor residual

Tabla 2 – Transitorios directamente relacionados con las paradas adicionales

En el caso de las paradas hasta modo 3 (disponible caliente), los transitorios que intervienen son: 5, 6, 11, 12, 13 y 17.

CN Almaraz identifica los transitorios y contabiliza los ciclos que ocurrirían con la nueva estrategia de paradas hasta la fecha del cese definitivo de explotación (uno de noviembre de 2027 para la unidad I y 31 de octubre de 2028 para la unidad II), verificando que los AEFT se mantendrán válidos

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

bajo estas nuevas condiciones operativas y asegurando que en todos los casos cumple con los límites de los códigos de diseño correspondientes.

Asimismo, CN Almaraz ha determinado los márgenes disponibles y límites a las paradas adicionales para las dos unidades (Tabla 3):

Modo de parada	Transitorios directamente relacionados más limitantes	Cese Definitivo de Explotación Unidad 1 (1 nov 2027)	Cese Definitivo de Explotación Unidad 2 (31 oct 2028)
		Margen disponible	Margen disponible
Paradas adicionales hasta modo 3 (disponible caliente)	11 y 12	58	63
Paradas adicionales hasta modo 5 (parada fría)	1 y 2	50	55

Tabla 3 – Márgenes disponibles y límites a las paradas adicionales para las unidades I y II en CN Almaraz

Tal como se muestra en la Tabla 3, para la unidad I, con un horizonte de cese de explotación en 2027, existiría un margen de 58 paradas adicionales hasta modo 3 o de 50 paradas hasta modo 5. En el caso de la unidad II, también con un horizonte de cese de explotación en 2027, habría un margen de 63 paradas adicionales hasta modo 3 o de 55 paradas hasta modo 5.

Con respecto a los valores de esta tabla, el CSN mantuvo una reunión con CN Almaraz el día 7 de marzo de 2025, reflejada en la nota CSN/ART/GEMA/AL0/2503/01, con el fin de aclarar dudas relativas al cálculo de los márgenes disponibles y los límites en cuanto a las paradas adicionales remanentes.

Durante esta reunión se confirmó que la comparativa de ciclos en dicho cálculo no se realizaba únicamente con respecto a los ciclos admisibles por el diseño original. CN Almaraz indicó que las limitaciones del nuevo número acumulado de paradas vienen determinadas teniendo como base la resolución de los AEFT derivados de la operación a largo plazo y que, para la determinación de los márgenes disponibles y límites de las paradas adicionales, los ciclos ocurridos se comparan a los de diseño cuando no interviene el factor ambiental y, en caso de considerarlo, se asegura que el CUF no supere el valor unidad. Asimismo, el CSN preguntó si se ha detectado si algún elemento ha superado el CUF unidad admisible, a lo que CN Almaraz respondió negativamente, indicando que con el proceso de monitorización establecido anualmente y con los límites fijados se puede asegurar que no se supera dicho valor. En el ámbito de la gestión del envejecimiento, CN Almaraz indicó que los ciclos correspondientes a las paradas adicionales se gestionan mediante el programa de gestión de vida y siempre utilizando el criterio de aceptación de ciclos más limitante, incluyendo, si es preciso, el efecto del ambiente.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

La utilización de programas de gestión de vida da respuesta al cumplimiento de la instrucción IS-22, sobre gestión del envejecimiento y operación a largo plazo de centrales nucleares, por la que el titular debe realizar las actividades necesarias de gestión de envejecimiento de las ESC de la central a través de los correspondientes programas de gestión de envejecimiento (PGE).

La metodología usada por CN Almaraz para el análisis de fatiga con la inclusión del nuevo número de paradas consiste en la contabilización de ciclos de transitorios ocurridos en ambas unidades y su comparación con criterios aceptables. En la determinación de los márgenes disponibles y límites a las paradas adicionales, CN Almaraz ha determinado que el CUF no supera la unidad para los ciclos de los transitorios proyectados a 60 años, considerando un escenario preliminar de 2 paradas por ciclo, y para hallar los márgenes disponibles y límites de parada ha restado a dichos ciclos a 60 años los proyectados a las fechas de cese (sin considerar paradas adicionales).

CN Almaraz utiliza la herramienta *FatiguePro* para la evaluación del gasto de fatiga, el programa de gestión de vida específico (PGE-01) que lleva a cabo la vigilancia y monitorización de dicho fenómeno, así como el programa de inspección en servicio para la vigilancia de los componentes potencialmente afectados, PGE-03.

Por todo lo anterior, el área GEMA considera que CN Almaraz cumple con la IS-22 para mantener la validez de la evaluación de los AEFT y para garantizar que las ESC dentro de su alcance cumplen con su función hasta la fecha de cese según sus vigentes autorizaciones de explotación (1 de noviembre de 2027 para la unidad 1 y 31 de octubre de 2028 para la unidad 2).

c) Impacto en el cumplimiento del criterio de "fuga antes de rotura"

La metodología basada en "fuga antes de rotura" (*Leak Before Break*, LBB por sus siglas en inglés) se encuentra licenciada en CN Almaraz, tal y como se recoge en el capítulo 3.6.1 del Estudio de Seguridad (ES). Los análisis originales fueron relicenciados en su momento para considerar las modificaciones de las condiciones de operación debidas a los aumentos de potencia y a la sustitución de los generadores de vapor.

Más recientemente, CN Almaraz justificó la validez del cumplimiento con los criterios de LBB en las tuberías del RCS mediante el AEFT desarrollado para la operación a largo plazo (OLP). Tal y como se recoge en dicho análisis, el valor de crecimiento de grieta es despreciable, en base a los mecanismos considerados para los análisis a 60 años.

Según recoge el apartado 2.2.3 del informe SL-24/030, CN Almaraz dispone de un sistema de detección de fugas del primario que cumple con la sensibilidad requerida para cumplir con el criterio de LBB, tal y como se recoge en el apartado 5.2.7 del ES.

Dicho sistema de detección de fugas está incluido en la ETF 3.4.15, requerido operable en modos 1, 2, 3 y 4. En modo 5, el sistema se encuentra a una presión menor de 35 bar, por lo que el riesgo de aparición de grietas precursoras de grandes roturas es prácticamente despreciable.

Teniendo en cuenta los diferentes mecanismos que pudieran conducir a potenciales agrietamientos, fatiga o en menor significación PWSCC (Primary water stress-corrosion cracking), considerando los diferentes programas de monitorización y de vigilancia mediante programas de inspección específicos implantados dentro de los programas de inspección en servicio y gestión de vida, y considerando también la disponibilidad del sistema de detección, el área GEMA considera aceptables los argumentos aportados por CN Almaraz.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

3.3.3 *Parámetros operativos de gestión aplicables a las operaciones de parada de la planta*

En lo que respecta a los parámetros considerados para definir la estrategia de FPO, que se recogen en la tabla 1 de esta PDT, el titular indica que estos parámetros no son límites de seguridad, a lo que cabe indicar que, como toda operación en la planta, puede acaban afectando a los límites de seguridad existentes si no se realiza con los controles necesarios. Se trata, por tanto, de establecer las restricciones operativas para controlar esta nueva práctica de FPO que modifica sustancialmente las condiciones de explotación y que, de acuerdo con lo establecido en la ITC del CSN sobre la FPO, debe ser objeto de evaluación del CSN antes de llevarla a cabo.

El titular ha estructurado este aspecto de la solicitud en los siguientes cuatro apartados:

- Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con la operación del núcleo
- Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con ESC
- Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con la operación de la planta
- Parámetros operativos de gestión y recomendaciones para paradas a petición del DCO

Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con la operación del núcleo

En este apartado, la solicitud trata los siguientes aspectos:

1. Ritmo máximo durante la subida de carga: se siguen las recomendaciones del suministrador (ENUSA) y se fija un ritmo máximo que tiene en cuenta el posible acondicionamiento del combustible.
2. Bolsa de energía: las paradas afectan al factor de operación (que se define como el cociente entre los días efectivos a plena potencia entre días reales del ciclo). En principio no hay cuestiones de seguridad implicadas.
3. Impacto en el diseño del siguiente ciclo: si el factor de operación de un ciclo no cae dentro de la ventana prevista se puede invalidar el diseño del ciclo siguiente. En esta situación, una vez descartada la posibilidad de modificar la fecha de la parada para recarga, sería necesario un rediseño del ciclo siguiente.
4. Impacto en el quemado de descarga de los elementos combustibles: la duración de las paradas afectará al quemado de descarga de los elementos combustible, lo que puede condicionar su almacenamiento en la piscina de combustible gastado. Puesto que esta situación se controla por las ETFM, CN Almaraz la considera una cuestión de gestión y de rediseño de ciclos futuros en los que se reintroducirían los elementos combustibles afectados.
5. Gestión de combustible gastado: las desviaciones entre los quemados reales y previstos tendrían una incidencia en cuanto a su gestión posterior como combustible gastado. Con respecto a la situación en la piscina de combustible gastado, se ha comentado en el párrafo anterior. Respecto al almacenamiento en contenedores, habrá que cumplir en cualquier caso con las curvas de carga autorizadas en los correspondientes contenedores y ATI. En ese sentido, un quemado menor del previsto sería favorable en cuanto a requisitos radiológicos y térmicos (menos fuente) y como contrapartida más demandante a efectos de criticidad. El impacto es difícil de anticipar y cuantificar, pues dependerá de las condiciones particulares de operación de los ciclos, pero en cualquier caso CN Almaraz lo considera gestionable a través de los planes de carga.

6. Impacto de las paradas sobre la bolsa de energía: CN Almaraz entiende que las paradas tienen un impacto directo en la bolsa energética de los ciclos, pero las modificaciones tienen que ver con aspectos prácticos y de gestión, no de seguridad.

El área ICON está de acuerdo con las valoraciones de CN Almaraz.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con ESC

En este apartado, la solicitud trata los siguientes aspectos:

a) Fatiga
b) FAC
c) Desgaste CRDM
d) Régimen de funcionamiento de las ESC en parada
e) Almacenamiento y gestión de residuos
f) Recomendaciones relacionadas con la química

a) Fatiga

En relación con la fatiga, CN Almaraz realiza un análisis en cuanto a los parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionadas con ESC, en el ámbito de gestión de vida y materiales, revisando los programas de monitorización y de vigilancia para verificar la necesidad de establecer acciones adicionales a las actualmente implantadas como consecuencia de las paradas adicionales por FPO.

- El seguimiento de la monitorización de fatiga debido a ciclos se realiza anualmente. El titular no considera necesario establecer acciones adicionales a las ya contempladas en los programas existentes.
- Fatiga en las T de bypass de los cambiadores del sistema de extracción de calor residual (RH). La frecuencia de inspección de las soldaduras más susceptibles está establecida mediante un análisis basado en el tiempo de operación del sistema, bajo unas determinadas condiciones de salto térmico antes y después de los cambiadores. El titular no establece acciones adicionales a las ya definidas en los programas existentes.
- Líneas de spray y compensación del presionador. El titular lleva a cabo la monitorización y cálculo de fatiga por estatificación térmica tanto en operación normal como en maniobras de parada, por lo que no considera necesario acciones adicionales.
- Fatiga en las toberas de los GGVV. La revisión de las frecuencias de los programas de inspección en caso de identificar una degradación mayor a la esperada está incorporada en el MISI como requisito. El titular no propone establecer acciones adicionales.

El área GEMA considera aceptables los análisis anteriores realizados por el titular.

b) Flow Accelerated Corrosion *(FAC)*

El fenómeno FAC genera degradación, produciendo pérdidas de espesor de la pared interna de tuberías y accesorios de acero al carbono que operan bajo determinadas condiciones químicas e hidrodinámicas. Adicionalmente, dentro del programa de gestión de vida, CN Almaraz gestiona líneas de cualquier material que bajo determinadas condiciones son susceptibles de estar afectadas por mecanismos de erosión debido a caídas de presión, cavitación, etc.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

El titular indica que, como consecuencia de la estrategia de FPO y paradas prolongadas, los siguientes parámetros serán tenidos en cuenta en la actualización del programa específico de vigilancia del FAC, que se ejecuta cada recarga, pudiendo dar como resultado un plan de inspección aumentado si las predicciones apuntan a una mayor pérdida de material en las ESC del secundario (tasa de pérdida de material):

- Número de maniobras de FPO
- Tiempos de permanencia a bajas potencias
- Variación de la temperatura, caudal y calidad de vapor del fluido de proceso

En función de estos parámetros se completará el análisis de susceptibilidad para los sistemas y líneas identificados como potencialmente susceptibles y se valorará si es necesario modificar el plan de inspección vigente.

El titular considera que no es necesario establecer acciones adicionales a las ya contempladas en los programas de gestión existentes relativos a dichos mecanismos.

El área GEMA considera aceptable lo indicado por el titular sobre que el fenómeno de erosión-corrosión no es relevante en el estado de la planta correspondiente a las paradas/arranques por FPO. Además, cabe señalar que las actividades realizadas por CN Almaraz encaminadas al control de estos mecanismos de degradación (FAC y erosión) están totalmente implantados, por lo que tanto los programas muestrales, resultados y seguimiento de los mismos son recogidos en los diferentes informes emitidos en base al cumplimiento de los requisitos de las Instrucciones del CSN IS-22 e IS-23.

c) Desgaste CRDM

El titular indica en su solicitud que el número de paradas adicionales planteado, teniendo en cuenta el intervalo máximo de operación, según la autorización vigente (Orden Ministerial de 17 de marzo de 2021) hasta el 1 de noviembre de 2027 para la unidad I y el 31 de octubre de 2028 para la unidad II, es muy limitado, por lo que consideran despreciable cualquier desgaste en los mecanismos de accionamiento de las barras de control a causa de dichas paradas.

El área GEMA considera aceptable lo indicado por el titular.

d) Régimen de funcionamiento de las ESC en parada

El titular explica que las paradas por FPO se ajustan a los procedimientos existentes para llevar a cabo las paradas de la planta, sin distinciones relevantes respecto a otro tipo de paradas para recarga o por cualquier otro motivo. Por tanto, se trataría de maniobras que están dentro de lo previsto en las condiciones de diseño de ESC en cuanto a las condiciones de presión y temperatura, existiendo previsiones de seguimiento de estas condiciones durante las bajadas de carga y en condición prolongada en disponible caliente (modo 3), incluyendo la parada prolongada de equipos.

En particular, en modo 5 se indica que se dispone del Plan de Fiabilidad de Equipos para el seguimiento de los ESC que permanezcan en servicio durante períodos prolongados de tiempo, como sería el caso del sistema de extracción de calor residual (RHR).

Finalmente, se advierte del estrés térmico que puedan suponer las paradas de ambos grupos para el embalse de Arrocampo, lo que podría afectar al ecosistema. Aunque se trata de un aspecto medioambiental, debe tenerse en cuenta por el impacto de la disponibilidad del embalse como

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

sumidero final de calor (UHS) en la operación de la planta y, por tanto, será objeto del control establecido por medio de los procedimientos disponibles para el control de la calidad del embalse.

En relación con estos aspectos, el titular ha incluido en su estrategia de FPO las siguientes restricciones:

- Se establece una duración máxima de 7 días si la parada es en modo 3.
- No hay una duración máxima si la parada es en modos 4 ó 5.
- La duración mínima de una parada es de 5 días.
- Las circunstancias asociadas a la gestión del embalse de Arrocampo están entre las limitaciones operativas técnicas que podrían impedir la parada.

La valoración del CSN al respecto del régimen de funcionamiento en la parada de la planta es la siguiente:

- Se considera que el titular dispone de procedimientos válidos para realizar las maniobras de subida y bajada de carga necesarios para llevar la planta a parada y posteriormente a plena potencia por FPO. Esta valoración se realiza sin perjuicio de que la experiencia operativa adquirida con la práctica de la FPO permita identificar posibles mejoras en dichos procedimientos.
- En el caso de paradas de corta duración, se considera aceptable la permanencia en el estado operativo del modo 3 correspondiente al reactor subcrítico con todos los bancos de control y de parada insertados, con el RCS a presión y temperatura nominales y borado a la concentración de parada caliente libre de Xenon, ya que puede considerarse un estado suficientemente estable y seguro, además de que supone un menor gasto en fatiga. El titular tendrá que modificar la tabla que define su estrategia de FPO para concretar el estado operativo objetivo de la permanencia en modo 3 para las paradas de duración menor o igual a 7 días.
- Se considera que la estrategia de FPO planteada por el titular debe incorporar, entre las circunstancias a valorar para confirmar si es factible la parada, la existencia de problemas o condiciones anómalas que pudiesen afectar a la TBAAA (turbobomba de agua de alimentación auxiliar), ya que en tal caso la parada sólo podría programarse hasta modo 5. Si este problema se produjese estando ya en parada, en modo 4, igualmente debería llevarse la planta a modo 5. Todo ello de acuerdo con la valoración del riesgo y de la defensa en profundidad contemplados en el TSTF-432, adoptado por el titular en su proceso de transición a las ETFM.

e) Almacenamiento y gestión de residuos

El titular explica que el aumento en el número de paradas implica un aumento en la producción de desechos, al modificar de forma sustancial la concentración de boro del RCS. Sin embargo, considera que las restricciones establecidas en la estrategia garantizan la capacidad de gestión de residuos necesaria para llevar a cabo las paradas por FPO.

Se considera aceptable lo indicado por el titular respecto a que cada maniobra de parada y posterior arranque está dentro del dimensionamiento de los sistemas de almacenamiento y tratamiento de residuos. Sin embargo, es la sucesión de este tipo de maniobras con una frecuencia mayor que la contemplada en el diseño de los sistemas la que puede llegar a suponer un problema, si no se establecen los controles adecuados.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Las restricciones establecidas por el titular para limitar las paradas sucesivas por FPO resultan aceptables para garantizar la capacidad de los sistemas de gestión de residuos, siempre y cuando se modifiquen para asegurar que se interpretan en la forma indicada por el propio titular, es decir: que en relación con el parámetro *Condiciones limitativas Tiempo asociadas a la Recarga* la posibilidad de analizar si es viable la parada por FPO es aplicable al mes -2 antes de la recarga, pero no al primer ni al último mes del ciclo.

f) Recomendaciones relacionadas con la química

El titular indica que desde el punto de vista químico y radioquímico no se requieren medidas específicas adicionales a las que ya se aplican en las maniobras previstas en los diferentes modos de operación, salvo en situaciones en un régimen de funcionamiento en un núcleo con fallos, para las que se indican una serie de controles o aspectos a tener en cuenta durante las maniobras por FPO.

GEMA considera aceptable dicha valoración, considerando que dichas maniobras estarán basadas en los procedimientos aplicables para esas situaciones.

<u>Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con la operación de la planta</u>

El titular indica, al respecto de la operación de la planta durante las paradas por FPO que:

- El ritmo de bajada y subida de carga viene definido en las instrucciones generales de operación aplicables a cualquier parada programada
- Deberán realizarse dentro de los límites de las curvas P-T especificados en las ETFM
- El estado de parada será determinado por Operación dependiendo de la duración prevista, los trabajos que vayan a realizarse, el momento del ciclo y la capacidad del sistema de tratamiento de desechos

Se considera aceptable lo indicado por el titular al respecto de que cualquier parada por FPO debe llevarse a cabo según los procedimientos y ETFM aplicables, similar a cualquier otra parada programada. Sin embargo, para asegurar que cuando este tipo de paradas se realicen frecuentemente se establezca el adecuado control de la disponibilidad de sistemas, sin reducir inadvertidamente el nivel de seguridad, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las mismas que se han expuesto en la valoración del régimen de funcionamiento de las ESC en parada (punto *d* anterior) y del almacenamiento y gestión de residuos (punto *e* anterior), relacionadas con los estados de parada, su duración, las condiciones de permanencia en modos 3 y 4, las restricciones para llevar a cabo paradas en los meses inicial y finales del ciclo y el tiempo mínimo entre paradas sucesivas.
- La aplicación de esta estrategia implica que la planta se encuentre con más frecuencia y durante más tiempo en condiciones diferentes de plena potencia, incrementando el número de maniobras de arranque y parada y el aumento y disminución de carga. Esto introduce una mayor complejidad de la operación y necesidades adicionales de supervisión de los cambios de reactividad y de la respuesta de la planta en general. Por tanto, es importante reforzar los planes de formación del personal con responsabilidades en la operación global de la planta para asegurar su comprensión sobre dichas condiciones y maniobras, incluyendo el entrenamiento y el uso del simulador de alcance total reforzando los escenarios que simulen condiciones accidentales en situaciones de subida o bajada de carga, así como en parada.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

- Igualmente, se debe reforzar el análisis de la experiencia operativa propia y ajena en condiciones de operación a carga parcial y en parada, teniendo en cuenta los programas finalizados, existentes o previstos en el contexto internacional. Se considera de especial relevancia el seguimiento, a través del grupo de propietarios PWROG, de los programas de EPRI y la consideración del posicionamiento de la NRC al respecto, con el fin de que los avances que resulten aplicables a CNA puedan ser identificados y extraer las lecciones aprendidas y acciones a implantar para la mejora continua de la seguridad.

Parámetros operativos de gestión y recomendaciones para paradas a petición del DCO

En este apartado, la solicitud trata los siguientes aspectos:

1. Tiempos de preaviso y confirmación por parte del DCO: el titular considera que el preaviso de 84 horas es suficiente para preparar la parada.
2. Duración mínima de la parada (días): no existe ninguna limitación de seguridad relacionada con la duración mínima de una parada de la central. Sin embargo, la operativa relacionada con una parada programada y un posterior arranque planificado sugieren la necesidad de establecer un valor de duración mínima de una parada de la planta realizada a solicitud del DCO, que se establece en 5 días.
3. Duración máxima de las paradas (días): no se trata de una limitación de seguridad, aunque habrá que tener en cuenta el cumplimiento en tiempo y forma de todos los Requisitos de Vigilancia de las ETFM aplicables.
4. Periodo mínimo a plena potencia entre paradas sucesivas (días): aunque se indica que no existe ninguna limitación, se establece como recomendación la operación a potencia de la central durante al menos 10 días.
5. Parámetro operativo de gestión asociado al momento del ciclo: se consideran buenas prácticas no realizar paradas de la planta en el primer mes de ciclo, ni realizar paradas de la planta en el último mes de ciclo y analizar cualquier petición recibida en los dos meses finales.
6. Parámetros y situaciones operativas técnicas: durante la operación normal de la central pueden presentarse condiciones o circunstancias que pudieran impedir o limitar la posibilidad de realizar paradas de planta, tales como existencia de fallos en combustible, fugas en tubos de generador de vapor o condensador.
7. También se establece como condicionante operativo el que la otra Unidad esté funcionando por encima del 50% de potencia, para tener disponible desde ella el suministro de vapor auxiliar mientras no se pueda suministrar vapor auxiliar por otro medio, como por ejemplo desde una caldera auxiliar.

La evaluación está de acuerdo con la argumentación del titular de los puntos 1 a 5. Respecto del punto 6 la redacción de la solicitud podría parecer indicar que habría que avisar al DCO para que no solicitase paradas en los casos de haber presentes limitaciones operativas técnicas. En la carta ATT-CSN-015844, el titular aclara que, en el caso de producirse una limitación operativa, se llevaría a cabo un análisis específico de la situación que pasaría por el Comité de seguridad nuclear de la central. Por parte de la evaluación se considera necesario que, si se entra en esta circunstancia, en la información a enviar al CSN previa a la realización de la parada, se incluya un apartado con la valoración y justificación llevada a cabo por el titular de esos aspectos.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

Por otra parte, cabe realizar las mismas consideraciones expresadas en el apartado anterior de *Parámetros operativos de gestión y recomendaciones relacionados con la operación de la planta* relativas a (i) incorporar esta práctica de FPO mediante paradas de la planta en los programas de formación y entrenamiento del personal de CN Almaraz y (ii) el refuerzo del análisis de aplicabilidad de la experiencia operativa propia y ajena sobre la FPO.

3.3.4 *Consideraciones específicas sobre las paradas de la planta a solicitud del DCO*

El titular indica que las paradas de la planta se demuestran sin impacto en la operación segura de la central o el estado de sus ESC, teniendo en cuenta que el nº de paradas que se plantea está limitado a 4 por ciclo, a las que aplican los mismos procedimientos, límites y parámetros de seguridad que a cualquier otra parada programada, independientemente de su origen. Se indica que este valor de 4 paradas puede superarse, siempre que el cómputo global no exceda el nº máximo de paradas hasta el fin previsto de operación.

Asimismo, se indica que las paradas por FPO se incluirán en la contabilidad de transitorios y en la actualización de su proyección a 60 años durante la OLP, mediante procesos orientados a verificar que todos los componentes críticos están dentro de sus límites de diseño a fatiga.

Finalmente, se exponen las restricciones operativas, según la Tabla 1 de esta PDT.

Todos los aspectos indicados por el titular en este apartado han sido abordados en apartados anteriores, siendo aplicables las consideraciones ya realizadas al respecto.

3.3.5 *Bases de licencia y bases de diseño afectadas*

El titular indica que incluirá entre las bases de licencia de la instalación la instrucción técnica complementaria CSN/ITC/SG/AL0/24/01 y el acta de la reunión técnica celebrada el 30 de octubre de 2024, con acta de referencia CSN/ART/CNALM/AL0/2411/09.

Con respecto a las bases de diseño, el titular considera que no se ven afectadas por la FPO planteada, ya que los AEFT evaluados no sufren variaciones.

Se considera aceptable lo indicado por el titular, sin perjuicio de los cambios y mejoras que puedan derivarse de la experiencia de aplicación de la FPO.

3.3.6 *Conclusiones de la evaluación*

La estrategia planteada por el titular en su solicitud contempla realizar 4 paradas por ciclo, por flexibilidad operativa (FPO), o bien un número mayor, sin superar el total de 8 y 12 paradas por FPO en las unidades I y II respectivamente, acumuladas hasta el fin de la correspondiente autorización vigente (01/11/2027 para unidad I y 31/10/2028 para unidad II). Las restricciones aplicables a estas operaciones se recogen en la tabla 1 de esta PDT.

La estrategia de FPO definida por el titular, el alcance de los análisis presentados, el conjunto de ESC seleccionados por su potencial afectación y los procedimientos y procesos de mantenimiento implantados en la instalación, se consideran adecuados para monitorizar razonablemente el comportamiento de la planta y de los ESC, detectar tendencias adversas e identificar medidas para su corrección y mejoras para realizar esta práctica de forma ordenada y en condiciones óptimas de seguridad, siempre que se lleve a cabo según lo indicado a continuación, con el fin de poder

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

realizar una adecuada supervisión de dicha estrategia y mantener un nivel de defensa en profundidad similar al existente antes de su implantación:

a) **Antes de iniciar la práctica de operación flexible (FPO)** cuya autorización se ha solicitado, el titular deberá disponer del procedimiento directamente aplicable (CE-A-OP-0025) revisado de acuerdo a la estrategia presentada, e incluyendo, entre las condiciones a tener en cuenta para valorar si es factible llevar a cabo la parada, las siguientes:

   - Cualquier problema que pueda afectar a la TBAAA ya que, en tal caso, la parada sólo podrá programarse para llevar la planta a modo 5. Si este problema se produjese estando ya en parada, igualmente debería llevarse la planta a modo 5.
   - La disponibilidad de tanques y sistemas de gestión de residuos.
   - El funcionamiento adecuado de los sistemas de control de la química del agua.
   - La previsión de análisis y aprobación por el CSNC para confirmar que es factible realizar la parada ante cualquier situación emergente no prevista en los procedimientos.
   - La permanencia en modo 3 será en el estado operativo de RCS borado a la concentración de parada caliente y libre de Xenón, en las condiciones de presión y temperatura nominales de modo 3, con todas las barras de control insertadas al considerase suficientemente estable y seguro para justificar que no se transite a modos 4 ó 5 en caso de paradas limitadas a 7 días. Este estado objetivo se identificará en la tabla que define la estrategia de FPO.
   - La realización de estrategias de paradas por FPO es aplicable a todos los meses del ciclo, a excepción del primero y último, en los cuales no está permitida. En el caso del mes -2 antes de la recarga el titular debe analizar la viabilidad de la parada por FPO caso por caso, teniendo en cuenta las circunstancias aplicables.

b) **En los dos primeros meses desde la autorización** de la presente solicitud el titular remitirá al CSN:

   – Un listado de los procedimientos de operación que potencialmente se prevea adaptar o mejorar para su aplicación durante las paradas por FPO y los arranques posteriores.

   – Un plan de refuerzo de los planes de formación y entrenamiento del personal con responsabilidades en cuanto a operación sobre la FPO que incluya, al menos, los siguientes aspectos:

      - Comprensión de la FPO, distinción de las paradas por necesidad operativa.
      - Bases de licencia y limitaciones operativas relacionadas con la FPO.
      - Respuesta esperada de la planta, capacidad frente a la FPO y características de diseño para la maniobrabilidad.
      - Cambios en los programas operativos de la planta, prácticas y procedimientos.
      - Necesidades de supervisión (cambios en la reactividad y parámetros del núcleo, química, residuos generados, mantenimiento, frecuencia de RV…).

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

- Escenarios de simulador representativos de las operaciones de bajada y subida de carga, así como de la permanencia en los estados de parada.

– Una propuesta para reforzar los análisis de experiencia operativa propia y ajena en las condiciones de operación a carga parcial y en parada, incluyendo variaciones de carga, arranque y parada. En particular, se tendrán en cuenta las recomendaciones aplicables de fabricantes y suministradores sobre el impacto de las variaciones de carga en el funcionamiento de los equipos. En lo que respecta a la experiencia operativa ajena, se atenderán los avances internacionales relacionados con la FPO, incorporando las acciones resultantes de su aplicabilidad a CN Almaraz. El alcance debe incluir la aplicabilidad de los programas de FPO de EPRI y el posicionamiento de la NRC.

c) Las paradas de la central a petición del despacho delegado se realizarán previa información al CSN, según los medios y formatos del titular para transmitir sus previsiones de parada y con la antelación requerida en la instrucción del Consejo IS-10 para las paradas programadas. Cuando dichas paradas se realicen con algún elemento de combustible fallado o con alguna condición anómala que afecte al agua de alimentación auxiliar, la información previa a remitir al CSN incluirá la valoración llevada a cabo por el titular confirmando que no existen circunstancias que puedan agravar la circunstancia existente como consecuencia de la maniobra de parada y arranque posterior.

d) Con el fin de monitorizar y permitir la supervisión de la FPO por parte del CSN, tras cada ciclo de operación en que se haya practicado la FPO mediante paradas se realizará un informe de *Análisis de la flexibilidad operativa durante el ciclo*, que se remitirá al CSN en los 3 primeros meses tras finalizar la recarga correspondiente. Dicho informe tendrá el objetivo de confirmar la respuesta de la planta y su capacidad frente a la FPO practicada, identificar posibles acciones de mejoras y detectar tendencias adversas o inesperadas, contemplando:

   – Un análisis de tendencias del comportamiento de la planta y propuestas de acciones, si fuese el caso.

   – Una valoración, en función de los resultados, de la conveniencia de reforzar la vigilancia de ciertos sistemas que pudieran ser más sensibles a las condiciones derivadas de la FPO para asegurar el control de los mecanismos de degradación a los que potencialmente están expuestos, o de establecer una vigilancia de componentes que adquieren mayor relevancia con la FPO, como es el caso del AFW, así como otros componentes para los que sólo se ha realizado una inspección única previa a iniciar la OLP.

Estas conclusiones se han establecido teniendo en cuenta el intervalo máximo de operación, según la autorización vigente (Orden Ministerial de 17 de marzo de 2021) hasta el 1 de noviembre de 2027 para la unidad I y el 31 de octubre de 2028 para la unidad II. Cualquier extensión de vida de la instalación más allá de la autorizada requerirá una valoración de las condiciones de aceptabilidad de la FPO que pueda ser practicada en la instalación, en el marco del proceso de licenciamiento que tuviese lugar.

3.4 Deficiencias de evaluación

No.

3.5 Incumplimientos de evaluación

No.

3.6 Discrepancias frente a lo solicitado

No.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

4 CONCLUSIONES Y ACCIONES

El titular de CN Almaraz ha solicitado autorización para implantar una nueva estrategia de flexibilidad operativa mediante paradas, en el marco establecido en la IS-21 y, asimismo, en la ITC CSN/ITC/SG/AL0/24/01, por la que se regula específicamente esta práctica.

En concreto, la estrategia planteada por el titular en su solicitud contempla, a modo de limite objetivo, un numero de 4 paradas por ciclo por flexibilidad operativa (FPO), si bien dicho límite por ciclo podría superarse, sin superar el total de 8 y 12 paradas por FPO en las unidades I y II respectivamente, acumuladas hasta el fin de la correspondiente autorización vigente (01/11/2027 y 31/10/2028). Las restricciones aplicables a estas operaciones se recogen en la tabla 1 de esta PDT.

La evaluación efectuada por las áreas técnicas del CSN concluye que la estrategia de operación flexible mediante paradas propuesta por CN Almaraz se considera aceptable, si bien se identifican aspectos a tener en cuenta que tienen por objeto el mantenimiento de un nivel de defensa en profundidad en la central similar al existente antes de la implantación de dicha estrategia, así como permitir al CSN realizar una adecuada supervisión sobre la misma. Los aspectos que tienen que ver con el mantenimiento del nivel de defensa en profundidad se establecen como condiciones, tal y como se detalla en el apartado 4.2, mientras que los aspectos relacionados con la información a remitir al CSN para una adecuada supervisión de la implantación de la estrategia por parte de dicho organismo se incorporan a un escrito de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear (DTSN), como se detalla en el apartado 4.3. La redacción final del condicionado, así como del contenido de la carta de la DTSN, ha sido acordada con las áreas técnicas del CSN involucradas en la evaluación.

Por tanto, se propone informar favorablemente la solicitud de la central nuclear Almaraz de autorización de modificación para incorporar una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado, con las condiciones que se detallan en el apartado 4.2 y los aspectos adicionales que se incluyen en el apartado 4.3.

4.1 Aceptación de lo solicitado

Sí.

4.2 Requerimientos del CSN

Sí, los que se establecen a continuación:

1) Antes de iniciar la práctica de operación flexible (FPO) cuya autorización se ha solicitado, el titular deberá disponer del procedimiento directamente aplicable (OPX-ES-44) revisado, incluyendo, entre las condiciones a tener en cuenta para valorar si es factible llevar a cabo la parada, las siguientes:

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

- Cualquier problema que pueda afectar a la turbobomba de agua de alimentación auxiliar (TBAAA) ya que, en tal caso, la parada sólo podrá programarse hasta modo 5. Si este problema se produjese estando ya en parada, igualmente debería llevarse la planta a modo 5
- La disponibilidad de tanques y sistemas de gestión de residuos
- El funcionamiento adecuado de los sistemas de control de la química del agua
- La previsión de análisis y aprobación por el CSNC para confirmar que es factible realizar la parada ante cualquier situación emergente no prevista en los procedimientos
- La permanencia en modo 3, será en el estado operativo de sistema de refrigeración del reactor (RCS) borado a la concentración de parada caliente y libre de Xenón, en las condiciones de presión y temperatura nominales de modo 3, con todas las barras de control insertadas al considerase suficientemente estable y seguro para justificar que no se transite a modos 4 ó 5 en caso de paradas limitadas a 7 días. Este estado objetivo se identificará en la tabla que define la estrategia de FPO
- La realización de estrategias de paradas por FPO es aplicable a todos los meses del ciclo, a excepción del primero y último, en los cuales no está permitida. En el caso del mes -2 antes de la recarga el titular debe analizar la viabilidad de la parada por FPO caso por caso, teniendo en cuenta las circunstancias aplicables

2) Las paradas de la central a petición del despacho delegado (DCO) se realizarán previa información al CSN, según los medios y formatos del titular para transmitir sus previsiones de parada y con la antelación requerida en la IS-10 para las paradas programadas. Cuando dichas paradas se realicen con algún elemento de combustible fallado o con alguna condición anómala que afecte al sistema de agua de alimentación auxiliar (AFW), la información previa a remitir al CSN incluirá la valoración llevada a cabo por el titular confirmando que no existen circunstancias que puedan agravar la circunstancia existente como consecuencia de la maniobra de parada y arranque posterior.

3) En el plazo de dos meses el titular dispondrá de:

   a. un plan de refuerzo de los planes de formación y entrenamiento del personal de operación en las condiciones de operación flexible.

   b. una propuesta de refuerzo de los análisis de experiencia operativa propia y ajena para incluir en su alcance la experiencia nacional e internacional y lecciones aprendidas derivadas de la aplicación de estrategias de operación flexible, incluidas las paradas a demanda del mercado.

4) El titular incorporará al informe anual del plan de gestión de vida (PGV) que remite anualmente al CSN, un apartado específico en el que incluya un análisis del resultado de la aplicación de la flexibilidad operativa durante el ciclo, con el objeto de confirmar la respuesta de la planta y su capacidad frente a la FPO practicada, identificar posibles acciones de mejora y detectar tendencias adversas o inesperadas.

   Dicho apartado incluirá, al menos:

   a. Un análisis de tendencias del comportamiento de la planta y propuestas de acciones, si fuese el caso.

b. Una valoración, en función de los resultados, de la conveniencia de reforzar la vigilancia de ciertos sistemas que pudieran ser más sensibles a las condiciones derivadas de la FPO para asegurar el control de los mecanismos de degradación a los que potencialmente están expuestos, o de establecer una vigilancia de componentes que adquieren mayor relevancia con la FPO, como es el caso del AFW, así como otros componentes para los que sólo se ha realizado una inspección única previa a iniciar la OLP.

Estas conclusiones se han establecido teniendo en cuenta el intervalo máximo de operación, según la autorización vigente (Orden Ministerial de 17 de marzo de 2021) hasta el 1 de noviembre de 2027 para la unidad I y el 31 de octubre de 2028 para la unidad II. Cualquier extensión de vida de la instalación más allá de la autorizada requerirá una valoración de las condiciones de aceptabilidad de la FPO que pueda ser practicada en la instalación, en el marco del proceso de licenciamiento que tuviese lugar.

4.3 Otras actuaciones adicionales

Sí, se solicita al titular el envío al CSN de la siguiente información, en los plazos indicados, con el objetivo de que dicho organismo pueda llevar a cabo un adecuado seguimiento de la mencionada estrategia:

Dos meses después de la obtención de la autorización de modificación para incorporar una estrategia de paradas de la central derivadas de solicitudes del despacho delegado:

1. El procedimiento al que alude la condición 1 asociada a la autorización de la modificación para incorporar una estrategia de paradas derivadas de solicitudes del despacho delegado.
2. Un listado de los procedimientos de operación que potencialmente se prevea adaptar o mejorar para su aplicación durante las paradas por FPO y los arranques posteriores.
3. Un plan de refuerzo de los planes de formación y entrenamiento del personal con responsabilidades en cuanto a operación sobre la FPO que incluya, al menos, los siguientes aspectos:
   - Comprensión de la FPO, distinción de las paradas por necesidad operativa.
   - Bases de licencia y limitaciones operativas relacionadas con la FPO.
   - Respuesta esperada de la planta, capacidad frente a la FPO y características de diseño para la maniobrabilidad.
   - Cambios en los programas operativos de la planta, prácticas y procedimientos.
   - Necesidades de supervisión (cambios en la reactividad y parámetros del núcleo, química, residuos generados, mantenimiento, frecuencia de RV…).
   - Escenarios de simulador representativos de las operaciones de bajada y subida de carga, así como de la permanencia en los estados de parada.
4. Una propuesta para reforzar los análisis de experiencia operativa propia y ajena en las condiciones de operación a carga parcial y en parada, incluyendo variaciones de carga, arranque y parada. En particular, se tendrán en cuenta las recomendaciones aplicables de fabricantes y suministradores sobre el impacto de las variaciones de carga en el funcionamiento de los equipos. En lo que respecta a la experiencia operativa ajena, se

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

atenderán los avances internacionales relacionados con la FPO, incorporando las acciones resultantes de su aplicabilidad a CN Almaraz. El alcance debe incluir la aplicabilidad de los programas de FPO de EPRI y el posicionamiento de la NRC.

4.4 Compromisos del titular

No.

4.5 Recomendaciones

No.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

ANEXO I

Escrito de resolución: CSN/C/P/MITERD/AL0/25/01

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78

ANEXO II

Escrito al titular: CSN/C/DSN/AL0/25/12

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2503/363
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=57433-13435-33755-77F78