

La regulación de la gestión de vida y la operación a largo plazo de las centrales nucleares en España

C. Mendoza, J. M. Fdez.-Cernuda, P. Fdez. Andújar y J. M. Figueras

El artículo presenta una rápida reseña histórica de la normativa creada para regular las actividades de gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo de las estructuras, sistemas y componentes de las centrales nucleares, y analiza brevemente el contenido de las principales normas emitidas al respecto, tanto internacionalmente como en España, en particular la norma española IS-22, emitida por el CSN en 2009 sobre los *Requisitos de seguridad para la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo de las centrales nucleares*, y los procedimientos internos del CSN para la evaluación y la inspección de estas actividades.

This article presents a brief historical overview on ageing management and long term operation (LTO) rulemaking for nuclear power plant's structures, systems and components (SSC), discusses the main Spanish and international standards currently used and, in particular, the spanish Instruction IS-22, issued by CSN in 2009 on Safety requirements for ageing management and long term operation of nuclear power plants, and the CSN internal procedures for assessment and inspection of these activities.

INTRODUCCIÓN

La degradación de estructuras, sistemas y componentes (ESC) de una central nuclear es una consecuencia lógica de su operación. Una vez superados los problemas asociados al comienzo de la operación de la planta, se llega a un periodo de entre diez y quince años en los que se alcanza un máximo de operatividad. Al final de este periodo, la disponibilidad de la planta puede ir disminuyendo como consecuencia de fallos y reparaciones que afectan a dichas ESC.

Estos fallos, cuando son debidos al envejecimiento, pueden comprometer los márgenes de seguridad del diseño inicial, incrementar el riesgo de la operación de la central, e incluso dificultar la posibilidad de una ampliación de la vida operativa o útil de la misma más allá de lo que se conoce como la vida de diseño, para la que fue inicialmente prevista.

La identificación de los agentes que aceleran el envejecimiento de las distintas estructuras, componentes y sistemas de la planta, así como la de los mecanismos de degradación que actúan en cada uno de ellos, es un problema esencialmente técnico.

Este problema existe en todos los países, y como consecuencia de ello, varios propietarios de centrales en todo el mundo comenzaron a desarrollar, en la década de los 70 del pasado siglo, programas

de gestión del envejecimiento durante la vida de diseño. Estos programas constituyeron, así mismo, la base para realizar las solicitudes de ampliación de la licencia de operación, más allá de esa vida de diseño inicial, ante las autoridades competentes.

La concesión de ampliaciones de licencias de operación llevó aparejado una actividad de desarrollo normativo para presentar solicitudes, definición de alcances, códigos aplicables, etc. Esta actividad se ha denominado en USA renovación de licencia o *License Renewal*, y es sobre todo de carácter normativo y regulador.

Por tanto los programas de gestión de la vida útil de las centrales, o de gestión del envejecimiento, se han enmarcado dentro de una estrategia de extensión de la operación más allá de la vida de diseño de la planta (normalmente 40 años, en los diseños de origen americano y europeo).

LA NORMATIVA INTERNACIONAL DE GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO

En este capítulo se va a hacer referencia a los dos principales cuerpos normativos elaborados fuera de nuestras fronteras sobre la gestión del envejecimiento de las ESC, si bien hay que citar que en otros países con centrales nucleares también se ha elaborado



CARLOS MENDOZA GÓMEZ

es licenciado en CC. Físicas e ingeniero técnico industrial. Se incorporó al CSN en 1986 y actualmente es jefe del Área de Gestión de Vida y Mantenimiento.



JOSE MANUEL FERNÁNDEZ-CERNUDA MIGOYA

es ingeniero industrial, especialidad Mecánica, ETSII de Madrid. Se incorporó al CSN en 1984. Actualmente es consejero técnico del Área de Gestión de Vida y Mantenimiento.



PATRICIA FERNÁNDEZ ANDÚJAR

es ingeniera industrial, especialidad Técnicas Energéticas, ETSII de Madrid. Se incorporó al CSN en 2009, actualmente en el Área de Gestión de Vida y Mantenimiento.



JOSÉ MARIA FIGUERAS CLAVIJO

es ingeniero industrial, especialidad Técnicas Energéticas, ETSII de Madrid. Se incorporó al CSN en 1982, siendo jefe del Área de Ingeniería Mecánica y Estructural, y consejero técnico del Área de Gestión de Vida y Mantenimiento.

normativa propia, unas veces adaptando a sus necesidades la ya creada en la OIEA o en Estados Unidos, como son los casos de Bélgica, Suiza, Hungría y otros países, en Europa, América y Asia, y otras veces creándola *ex novo* a partir de su propia experiencia, cual es el caso de Francia, Alemania, Japón o Suecia.

También existen otros procesos internacionales generadores de normativa sobre estos aspectos, como es el caso del proyecto PREEV¹ dentro del Foro Iberoamericano, mediante el cual se ha creado un conjunto de cuatro guías generales sobre los criterios básicos y la metodología a aplicar por los organismos reguladores, en cuanto a la evaluación y la inspección formal de la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo (OLP).

Estados Unidos

En los años 80, en Estados Unidos, el regulador USNRC inició el programa *Nuclear Aging Plant Research* (NPAR) para identificar los mecanismos de degradación por envejecimiento de las ESC, y valorar si los códigos y programas de inspección, pruebas, mantenimiento y/o vigilancia implantados por entonces contemplaban la totalidad de dichos mecanismos.

El NPAR dio lugar a la emisión de la Regla 10CFR54 *Requirements for Renewal of Operating Licenses for NPP* (LRR). La regla 10CFR54 entró en vigor en 1991 (habiendo sido revisada posteriormente en junio de 1995) y se ha desarrollado mediante una serie de documentos de apoyo, entre ellos los informes NUREG-1800 *Standard Review Plan for Review of License Renewal* (SRPLR) y NUREG-1801 *Generic Ageing Lessons Learned* (GALL), ambos en revisión 2 de diciembre 2010 en la actualidad, y la Guía Reguladora RG 1.188 *Standard format and content for applications to renew NPP Operating Licenses* (en rev. 1 de 2005).

Por su parte, el *Nuclear Energy Institute* (NEI) preparó la Guía de aplicación NEI-95-10 *Industry Guidelines for Implementing the Requirements of 10CFR Part 54*, actualmente en revisión 6 de junio 2005, para facilitar el cumplimiento de la Regla por los distintos propietarios de centrales nucleares en Estados Unidos, y que se encuentra endosada por la guía RG 1.188. Esta guía del NEI se complementa a su vez mediante varios informes técnicos, destacando entre ellos los *handbooks* emitidos por EPRI para componentes mecánicos (TR-1010639), eléctricos (TR-1013475) y estructuras (TR-1015078), que recopilan la experiencia acumulada en Estados Unidos para esas ESC.

La Regla 10CFR54 contiene los requisitos y criterios para realizar las solicitudes

des de licencia de operación a largo plazo, resaltándose a continuación los siguientes aspectos:

- Emisión de un plan integrado de gestión del envejecimiento (*Integrated Plant Assessment*, IPA), considerando lo siguiente:
 - El alcance y la selección de ESC a incorporar en esa gestión (*Scoping and Screening*, S&S),
 - Los análisis a realizar para gestionar el envejecimiento (*Ageing Management Review*, AMR),
 - Los programas de gestión del envejecimiento de las ESC (*Ageing Management Programmes*, AMP), incluyendo los diez atributos necesarios para su validación,
 - Identificación y evaluación de los análisis de envejecimiento en función del tiempo (*Time Limited Ageing Analysis*, TLAA),
- Evaluación del impacto ambiental (GEIS)
- Emisión de un suplemento al EFS e identificación de cambios en las ETF.
- La Regla resulta aplicable sólo a la gestión del envejecimiento "físico", sin considerar los aspectos de la obsolescencia, estando su alcance referenciado a sólo los denominados componentes "pasivos" y de "vida larga", entendiendo la Regla 10CFR54 que los componente que sean "activos" se gestionan mediante la Regla de Mantenimiento (10CFR50.65) y otros programas de mantenimiento e inspección.
- Para cumplir los criterios de *scoping* se deben considerar otras Reglas de la USNRC, tales como: 10CFR50.48 (FP), 50.49 (EQ), 50.61 (PTS), 50.62 (ATWS) y 50.63 (SBO).
- Es de carácter determinista, sin incorporar criterios de riesgo, y se basa en el principio del mantenimiento de las bases de licencia existentes para la central, durante el periodo de extensión de esa licencia.
- Determina tanto los aspectos técnicos (metodología y contenido de



Portadas de documentos reguladores sobre gestión del envejecimiento

la solicitud de la *License Renewal*) como los administrativos (tipo de informes, forma y momento de

presentación de la solicitud,...), todos ellos propios de la regulación norteamericana. En particular, la USNRC admite que se pueda solicitar a partir de que falten 20 años para la fecha de expiración de la licencia concedida (se recuerda que en Estados Unidos sólo se concede la inicial, generalmente por 40 años).

OIEA

Este organismo ha venido desarrollando, durante las últimas cuatro décadas, normativa relacionada con la gestión del envejecimiento de las ESC de los reactores nucleares existentes en todo el mundo, siendo de hecho quien definió las típicas etapas de la metodología para analizar el envejecimiento mediante el uso del ciclo creado por Deming (*Plan-Do-Check-Act*) que después, en menor o mayor medida, han adoptado todas las demás metodologías empleadas internacionalmente.

Tras una serie de documentos (series TECDOC) de carácter especializado en el análisis de los mecanismos y efectos de la degradación por envejecimiento en diferentes tipos de estructuras y componentes de las diversas centrales existentes, a principios de este siglo y dentro de la serie de publicaciones de guías de seguridad iniciada en los años 90, se abordó la creación de una guía específica sobre la gestión del envejecimiento, dando lugar a la *Safety Guide NS-G-2.12 Ageing management for nuclear power plants*, editada en enero de 2009.

En comparación con la Regla americana, las características esenciales de la Guía NS-G-2.12 son:

- Es aplicable tanto a la gestión del envejecimiento "físico" (durante la vida de diseño y durante la OLP) como a la obsolescencia, en sus diversas manifestaciones.

¹PREEV: Prácticas Reguladoras en Envejecimiento y Extensión de Vida.

- Contiene requisitos para determinar:
 - La organización del titular en estas tareas,
 - La adquisición y manejo de bases de datos,
 - La fase de *screening* de las ESC, sin hacer distinciones entre las subfases de alcance y selección,
 - La revisión de la gestión para determinar, vigilar y mitigar los efectos de la degradación por envejecimiento, equivalente a la AMR,
 - El desarrollo e implantación de los programas de gestión del envejecimiento, equivalentes a los AMP, para los que en este caso, se definen nueve atributos de validación.
 - La definición y el desarrollo de los análisis de envejecimiento en función del tiempo, equivalentes a los TLAA, y
 - Las interfases con otras áreas (calificación ambiental, mantenimiento, vigilancias, inspecciones y pruebas,...) y otros temas conexos (RPS, incrementos de potencia, I+D sobre componentes,...)
- Considera las ESC “importantes para la seguridad” con alcance para componentes tanto “activos” como “pasivos” y de “vida larga”.
- Aunque su planteamiento es esencialmente determinista, admite el uso del APS para definir el alcance.
- Requiere la existencia de “prerrequisitos” sobre gestión de vida en las fases previas del diseño, construcción, puesta en servicio, operación y mantenimiento, lo cual resulta de muy difícil demostración para algunas de estas fases.
- Señala las posibles fuentes informativas a considerar en gestión de vida, y establece una lista “mínima” de mecanismos degradatorios a considerar.

Documentos complementarios esenciales para el desarrollo de la Guía NS-G-2.12 son el informe IGALL y el documento SRS 57 *Safe long term operation of NPP* (guía SALTO), editado por OIEA en 2008.

En cuanto al informe IGALL *International generic ageing lessons learned*, editado recientemente en diciembre de 2013, es la resultante de un proyecto internacional del OIEA, entre 2010 y 2013, y está basado en el NUREG-1801 (GALL USA) junto con las aportaciones de otros 22 países (CCNN, OTS, reguladores,...), entre ellos España. Desarrolla la citada Guía NS-G-2.12 en cuanto a los aspectos de la AMR, los AMP y los TLAA, resultando aplicable a reactores de los tipos PWR, BWR, VVER y CANDU.

Esencialmente define, mediante listados y hojas Excel, las ESC, materiales, ambientes, mecanismos y efectos degradatorios, conteniendo los resultados de la AMR, y en su caso los TLAA para cada ESC, identificados mundialmente, ampliando por tanto los considerados en

el GALL USA. Así mismo, el IGALL desarrolla una amplia colección de los AMP y TLAA aplicables y que se han considerado “efectivos” por ser los realmente aplicados en los diversos países miembros del OIEA que han participado en su confección.

LA NORMATIVA ESPAÑOLA DE GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO

En España, durante los años 80 e inicios de los 90, no existía un cuerpo normativo “técnico-legal” desarrollado, que determinase la forma de gestionar el envejecimiento de las diferentes ESC, de manera que, al alcanzar los 40 años, se pudiera asegurar el mantenimiento de las bases de diseño y de licencia así como la continuación de la operación de las centrales a largo plazo.

Debe recordarse que las bases de licencia en España no están fijadas como en el caso de Estados Unidos, para un periodo de 40 años, sino que se basan en el conjunto de documentos oficiales de explotación de una central más las condiciones asociadas a la aprobación de los mismos, y en las Autorizaciones de Explotación, que actualmente son renovables periódicamente en todas las centrales nucleares españolas. Esta puntualización es importante, ya que hace que el cuerpo completo de la normativa americana descrita, aplicable para la *License Renewal*, no sea trasvasable en su totalidad y automáticamente al caso español.

El único límite temporal en el caso español es de carácter técnico y no legal, y se refiere a que determinados equipos relacionados con la seguridad fueron diseñados (vida de diseño) en su día para periodos de funcionamiento de hasta 40 años. Desde este punto de vista regulador, en esos años comenzó a tener sentido la exigencia de programas de gestión de la vida útil, dejando en un segundo plano concep-

tos tales como la “extensión de vida” o la “renovación de licencia”.

Tal y como se cita en la Guía de Seguridad del CSN GS-1.10, rev. 0 de 1995, sobre las revisiones periódicas de la seguridad (RPS), el Consejo de Seguridad Nuclear a mediados de la década de los 90, y de acuerdo con una práctica reguladora extendida internacionalmente, decidió que se realizara una revisión de seguridad de cada central nuclear española, cada diez años. De esta manera, con esa periodicidad decenal se están realizando revisiones de la seguridad de las centrales, actualizando la situación de los programas de evaluación continuada de la seguridad y los avances en programas específicos, y analizando la aplicabilidad de los cambios de normativa que se hayan podido producir en cada periodo estudiado.

Los gráficos de las Figuras 1 y 2 reflejan, por una parte, el calendario de las RPS previstas, la duración de la vida de diseño y la futura operación a largo plazo de las centrales españolas, y por otra la evolución cualitativa de la seguridad de una central nuclear sometida a la RPS y al envejecimiento.

Adicionalmente, los antiguos Permisos de Explotación Provisional así como las actuales Autorizaciones de Explotación de las distintas centrales nucleares españolas han requerido, en sus condicionados, el envío al CSN de la descripción actualizada del plan de actividades encaminadas a mitigar la degradación por envejecimiento de la planta. De esta forma el control del envejecimiento, como elemento fundamental en la gestión de vida, ha quedado reflejado en los requisitos reguladores de explotación, durante las tres últimas décadas.

En 1992, el sector eléctrico, a través de Unesa, presentó al CSN una metodología para la evaluación de la vida remanente de las centrales nucleares españolas que, aunque formalmente y en algunos aspectos siguió las líneas del programa de los Estados Unidos, no se basó en unos

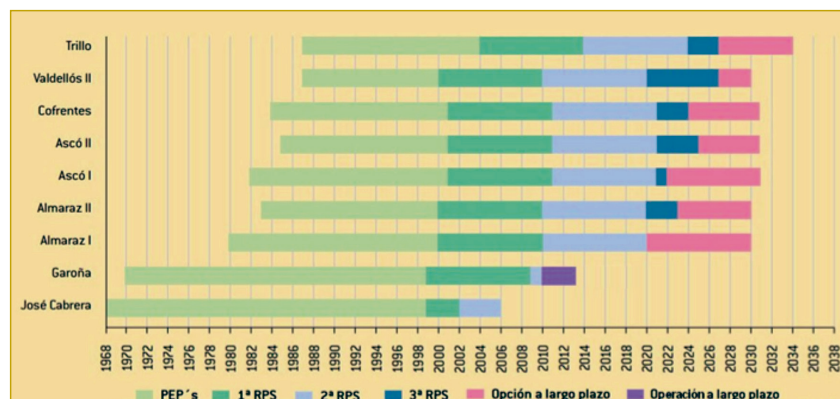


Figura 1. Secuencia de autorizaciones de explotación, duración de vida de diseño y futura operación a largo plazo de las centrales nucleares españolas. (Fuente: elaboración propia CSN)

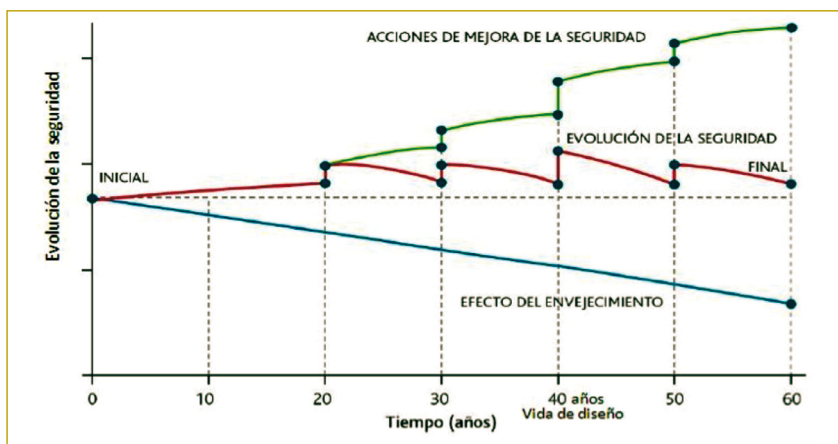


Figura 2. Evolución cualitativa de la seguridad de una central nuclear sometida al proceso de evaluación periódica de la seguridad y operación a largo plazo. (Fuente: Foro Nuclear)

criterios de alcance y selección de ESC exclusivamente de seguridad.

La aplicación de la metodología de Unesa constaba de las siguientes fases, coincidentes con las propuestas en su día por la OIEA:

- Selección de los sistemas, componentes y estructuras importantes para la gestión de vida.
- Estudio de los mecanismos y efectos del envejecimiento (EFD).
- Evaluación de la capacidad de las prácticas de mantenimiento de la central (EPM) para vigilar, controlar o mitigar los efectos de los mecanismos de envejecimiento en los componentes seleccionados, elaborando, en caso de resultar insuficientes, las consiguientes "propuestas de mejora".
- Implantación de las mejoras definidas para las prácticas de mantenimiento.

Esta metodología de Unesa fue valorada favorablemente por los servicios técnicos del CSN, aunque no se tradujo ni en una declaración de Apreciación Favorable por el CSN ni en la creación de una normativa nacional a este respecto.

Paralelamente y como resultado del trabajo de un grupo conjunto Unesa-CSN, en abril del 2005 el CSN emitió el documento *Condiciones para la operación a largo plazo de las centrales nucleares*, sobre la metodología para el licenciamiento de posibles solicitudes de operación a largo plazo (o de "extensión de vida"), basándose esencialmente en los requisitos técnico-legales de la Regla 10CFR54, y en los de organismos internacionales (el OIEA y la NEA).

Desde mediados del 2009, la regulación de la metodología de gestión del envejecimiento de las ESC y de la operación a largo plazo en las centrales nucleares españolas se basa en los requisitos emitidos por el CSN en la Instrucción de Seguridad IS-22 denominada *Requisitos de seguridad para la gestión del envejecimiento*

y la operación a largo plazo de centrales nucleares (BOE nº 166, 10 de julio de 2009).

Características esenciales de la Instrucción IS-22 son:

- Resulta aplicable a la gestión del envejecimiento "físico", durante la vida de diseño y la OLP, sin considerar la obsolescencia (dado que ésta está incluida implícitamente en la Guía CSN 1.10, sobre la RPS), y según su punto 1, aplica a todas las centrales españolas, con uno o más reactores, de los tipos PWR y BWR, en todas las condiciones de operación.
- Su alcance refiere a los componentes "pasivos" y de "vida larga" (puesto que los "activos" se gestionan mediante la Regla de Mantenimiento (Instrucción IS-15 del CSN) y otros programas de mantenimiento e inspección de la central.
- Es determinista, sin indicar criterios de riesgo.
- Los aspectos técnicos (metodología de análisis) se basan en la Regla 10CFR54, en tanto que los aspectos administrativos (tipos de informes, contenido y forma de presentación de las solicitudes...), son propios de la regulación española, ligándose a las RPS decenales (Guía CSN 1.10, rev. 1, de 2008), de modo que:
 - Si la renovación de la Autorización de Explotación no solicita la OLP (no se superan los 40 años de la vida de diseño), requiere presentar un Plan de gestión de vida (PGV) actualizado, dentro del *dossier* de la RPS.
 - Si la renovación de la Autorización solicita la OLP (se superan los 40 años), obliga a presentar un informe de gestión de vida específico (el denominado Plan PIEGE).
- Contiene una lista de definiciones sobre gestión de vida, según el glosario del CSN

- En cuanto a su contenido específico establece los requisitos y criterios para:
 - Definir el "alcance" de ESC (tanto el alcance como la selección); determinar la vigilancia de la gestión del envejecimiento o RGE (equivalente a la AMR); identificar los mecanismos y efectos del envejecimiento y evaluar las prácticas de mantenimiento, para poder definir los correspondientes PGE (equivalentes a los AMP); identificar y realizar los análisis AEFT (equivalentes a los TLAA),
 - Determinar las actividades durante la vida de diseño, mediante el Plan PGV,
 - Preparar la solicitud de OLP mediante el Plan PIEGE,
 - Determinar las actividades a realizar durante la OLP según un Plan a largo plazo, PGE-LP,
 - Preparar la documentación sobre gestión de vida, definiendo el contenido del PIEGE, los informes a emitir durante la vida de diseño (el propio PGV y los informes anuales del mismo), y los informes anuales a emitir durante la OLP.
 - Establece su carácter mandatorio desde julio 2009, y que la infracción de sus preceptos se sancionará de acuerdo con la Ley 25/1964, sobre Energía Nuclear, la Ley 15/1980, de creación del CSN, y la Ley 33/2007.
- La Instrucción IS-22 se complementa con varios documentos emitidos por el CSN. De una parte, dado que las actividades de control de la gestión del envejecimiento están encuadradas en el sistema de supervisión SISC del CSN y son parte de su programa bienal de inspecciones, se han editado dos procedimientos internos, PT-IV-223 *Gestión del envejecimiento de componentes y estructuras de CCNN. Actividades de inspección* (marzo 2006) y PT-IV-105 *Gestión del envejecimiento de componentes y estructuras de centrales nucleares. Actividades de evaluación* (diciembre 2009), para determinar las actividades reguladoras del CSN en materia de inspección y evaluación de los planes de gestión de vida de las centrales.
- Actualmente los Planes PGV están implantados en todas las centrales nucleares españolas. A la vista de ello, y dado el tiempo transcurrido desde la primera edición en 2009 de la Instrucción IS-22, el CSN ha considerado iniciar un proceso de actualización de la misma, a la vez que se está preparando una nueva Guía de Seguridad del CSN, que desarrollará en detalle los requisitos y criterios establecidos en la IS-22, así como revisando los dos procedimientos citados, con objeto de componer un cuerpo completo de normativa española en estos aspectos, en particular para la operación a largo plazo. ■