

ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE VIDA DE CNC

J.J. GARCÍA - J. GÓMEZ - S. MARTORELL - O. URIBE

El objetivo principal del Programa de Gestión de Vida (PGV) de CN Cofrentes (CNC) es monitorizar y controlar el envejecimiento de sistemas, estructuras y componentes críticos (ESC₂) para garantizar la vida de diseño, siguiendo la metodología de UNESA; mientras mantiene la opción estratégica a largo plazo, según 10CFR 54. Se desarrollan las siguientes actividades: Selección de componentes críticos (120), realización de estudios de degradación (5) y evolución de prácticas de mantenimiento (2), estando planificadas hasta 2007 el completar el resto de estudios y evaluaciones. Adicionalmente, el CNC ha incorporado componentes según el alcance 10CFR 54. Para el estudio de estructuras civiles se utiliza una base de datos, que recoge su estado e historia, facilitando su seguimiento y trazabilidad. Finalmente, se está desarrollando el Proyecto "Sistemas Indicadores de Vida", que facilita el seguimiento integrado de evolución del estado ESC₂, respecto fenómenos degradatorios, teniendo en cuenta todos los factores que les afectan, vigilando los componentes activos como los pasivos y teniendo la posibilidad futura de señalar tendencias, asegurar la efectividad del control y seguimiento de PGV y su sistematización.

Cofrentes NPP Plan Life Management main objective is to monitor and control structures, systems/components (SSCs) ageing to secure NPP design life (following Spanish Nuclear Industry Methodology) and keep open the renewal of NPP Operating License beyond their designed life (10 CFR 54). Following action are developed: selection of critical components (120), study of ageing mechanism (5) and evaluation of maintenance practices (2), remaining SSCs to be completed by 2007. In addition to this scope, Cofrentes has added components according to 10 CFR 54. For concrete structures study a data base is used which tracks condition and history, providing their following and tracing. Finally, a life Indicator system is under development, to make possible to follow -up SSCs operational life through evaluation and indicators analysis, considering all parameters that affect them for both active and passive components and to track indicator trends, Q.A. and efficiency of the plant life management system.

Las experiencias de explotación, conocimientos actuales y estado del arte en las herramientas de cálculo y análisis indican que es técnicamente posible mantener las centrales actuales operando con seguridad y fiabilidad por encima de los 40 años de vida de diseño inicialmente especificada.

Después de los primeros estudios sobre viabilidad técnica y económica realizados por EPRI entre los años 1982 y 1986, las empresas propietarias americanas, en colaboración con EPRI y con el DOE, pusieron en marcha un proyecto piloto para analizar la viabilidad de alargar la vida de la central de Monticello.

Las iniciativas de la industria nuclear para mejorar la gestión de vida, y así como aquellas dirigidas a la extensión de vida de manera segura y rentable, comparten la necesidad de elaborar metodologías y cumplimiento con los requisitos reguladores establecidos. Esto ha dado lugar al desarrollo guías y metodologías adecuadas a dichos objetivos destacándose los siguientes:

- Guía NEI 95-10 (Rev. 4, 2003). Es una recomendación para aplicar los requisitos de la 10CFR54 "Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants" para obtener la renovación de licencia de explotación por un máximo de 20 años, una vez concluido el permiso actual de 40 años de las plantas de los E.E.U.U.

- Technical Report Series n°338 "Methodology for the management of ageing of NPP components important to safety" de la OIEA. Su objetivo es definir los requisitos de actuación para garantizar que la seguridad nuclear no se vea afectada durante la vida en servicio de la central por el envejecimiento de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) definidos como críticos.

- Metodología para Gestión de Vida

de UNESA "Sistema de Evaluación de Vida Remanente de Centrales Nucleares LWR". Su objetivo es establecer los requisitos y su forma de aplicación de manera que se garantice la gestión segura y rentable de la vida de la central.

La posición de CN Cofrentes, al igual que del resto de las centrales nucleares españolas, es:

- Monitorizar y controlar el envejecimiento de los componentes importantes para garantizar la vida de diseño de 40 años. Para ello aplica la metodología para gestión de vida de UNESA

- Mantener la opción de un posible alargamiento de la operación de la planta manteniendo los niveles de seguridad, eficiencia y rentabilidad en base a los requisitos del 10CFR54.

El proyecto de gestión de vida de CN Cofrentes se inicia en el 1988 y, partiendo de la experiencia y estudios piloto de extensión de vida de Monticello, se realiza la selección de componentes importantes para gestión de vida. A partir de 1995, fecha de edición de la metodología de gestión de vida de UNESA, CN Cofrentes aplica las guías desarrolladas en dicha metodología.

Las principales actividades de la metodología de UNESA son:

- Selección de componentes críticos. El proceso de selección de componentes críticos está dividido en dos etapas. La primera etapa corresponde a la selección de los componentes importantes para la gestión de vida remanente

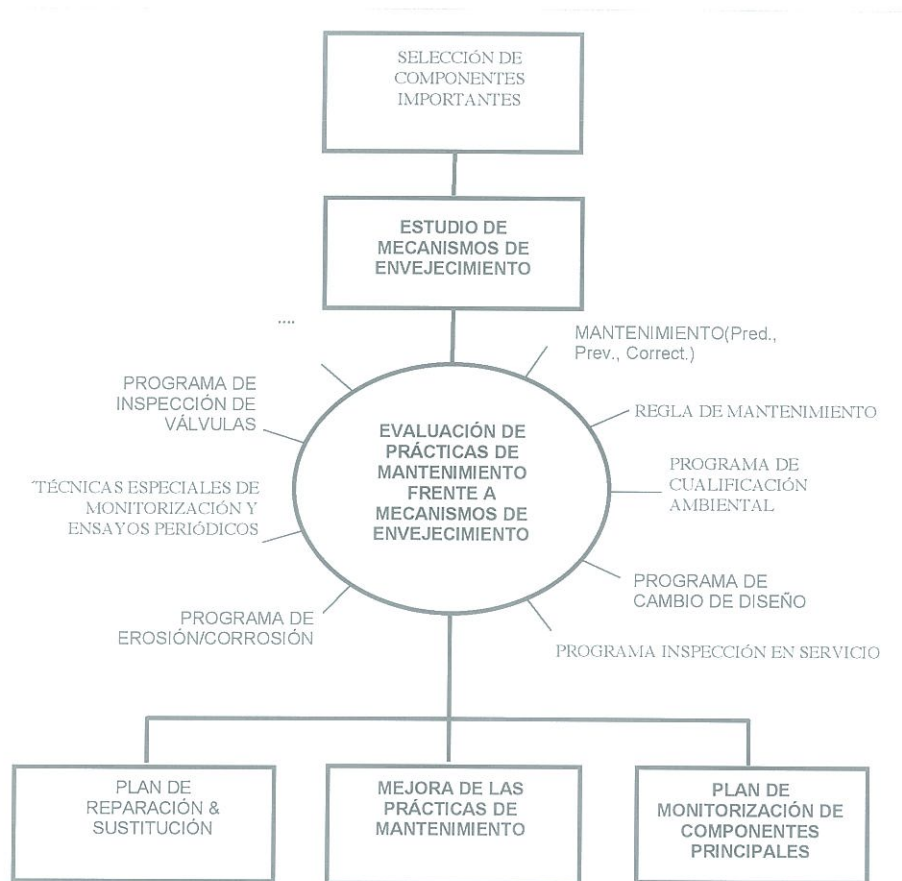


Figura 1. Metodología "Gestión de vida" de UNESA.

desde la totalidad de componentes de planta, a través de un conjunto de criterios de filtrado (coste del componente o de su sustitución, impacto en la seguridad de la planta, licencia, condiciones de operación o ambientales reales, historial de mantenimiento, facilidad de sustitución). La segunda etapa corresponde a la valoración relativa de la importancia de los componentes seleccionados (criterios generales, condiciones de servicio, factores de regulación, historia de servicio, efectividad de los programas de mantenimiento de la central, consideraciones de fiabilidad).

- Estudios de los mecanismos de degradación. El objeto de estos informes es identificar los fenómenos degradatorios potencialmente significativos que afectan al envejecimiento de las estructuras sistemas y componentes dentro del alcance de gestión de vida así como métodos de evaluación y mitigación y control aplicables, que permitan definir las posteriores acciones. Se considera que un fenómeno degradatorio es significativo si cuando se le permite continuar su evolución sin un programa efectivo de mantenimiento, la ca-

pacidad del componente para realizar su función se ve comprometida durante su vida prevista de servicio.

- Evaluación de las prácticas de mantenimiento. El proceso para la evaluación de las prácticas de mantenimiento de la central se divide en cinco etapas. La primera etapa corresponde a la definición del alcance de la evaluación del mantenimiento. Como resultado de los informes de fenómenos degradatorios se obtienen las parejas componente-fenómeno degradatorio a las que hay que evaluar la efectividad del mantenimiento. La segunda etapa es la elaboración de las hojas de degradación de componentes. Se recopila la información importante del componente (descripción, funciones, parámetros de diseño, experiencia de operación y fenómenos degradatorios que le afectan). La tercera etapa consiste en la elaboración de las hojas de datos de prácticas de mantenimiento. Para cada uno de los programas, prácticas o procedimientos que afectan a los componentes se prepara una hoja con la información relativa a la práctica de mantenimiento (limitaciones para su realización, acciones a tomar para la mitigación/detección/mo-

nitorización de la degradación, comentarios y experiencia adquirida sobre la ejecución y efectividad de la práctica). La cuarta etapa consiste en la evaluación del mantenimiento y propuestas de mejoras. Se comprueba que todas las parejas componente-fenómeno degradatorio están adecuadamente gestionadas por las prácticas aplicables a estos componentes y, en su caso, se proponen las mejoras de mantenimiento necesarias (revisión de procedimientos, desarrollo de otros nuevos, incorporación de nuevas técnicas de inspección, etc).

La figura 1 recoge el proceso de la metodología de gestión de vida de UNESA.

CN Cofrentes ha identificado 120 componentes como importantes para gestión de vida. Hasta la fecha ha realizado cinco informes de fenómenos degradatorios (componentes de la contención, bombas, tanques y cambiadores de calor, tuberías y válvulas) y dos evaluaciones de prácticas de mantenimiento (tanques y cambiadores de calor y válvulas), estando previsto seguir editando informes en los años venideros hasta finalizar con el alcance del plan de gestión de vida. La siguiente tabla recoge el estado actual del proyecto de gestión de vida de CN Cofrentes.

Se ha de comentar que CN Cofrentes ha incorporado a la lista de componentes importantes para gestión de vida algunos componentes adicionales según el alcance del 10CFR54 para, de acuerdo con el objetivo de solicitar en el futuro un alargamiento de la operación de la planta, incluirlos en los informes y estudios de gestión de vida.

Para las estructuras civiles de CN Cofrentes se ha reestructurado la base documental y los informes de inspección de estructuras. Se han creado unas guías, procedimientos de inspección, procedimientos de reparación, control de asentamientos e informes de resultado de inspecciones. También se ha desarrollado una base de datos donde se recoge el estado de las estructuras y su historia desde la inspección de referencia. Se pretende facilitar el seguimiento y trazabilidad del resultado de las inspecciones de las estructuras civiles, las actuaciones de reparación, inspección de las reparaciones y los procedimientos aplicados en cada estructura objeto de actuación.

La falta de repuestos, la mejora en la eficiencia y la obsolescencia técnica de ciertos componentes, tales como la I&C, han llevado a realizar programas específicos de modernización de equipos.

Los aumentos de potencia modifican los parámetros de operación y sollicitaciones a las que se ven sometidos

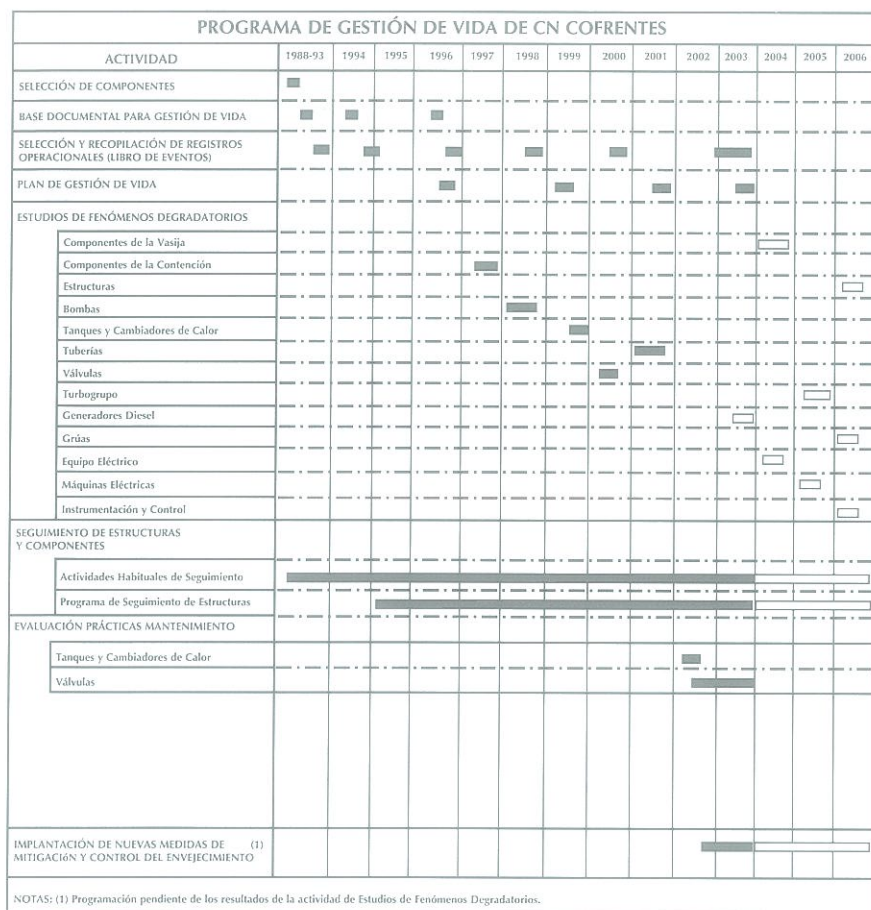


Figura 2. Programa de Gestión de Vida de CN Cofrentes.

ciertos componentes con respecto a los de diseño original, lo cual implica una necesaria revisión desde el punto de vista de gestión de vida.

Otras actividades dentro del programa de gestión de vida que aplica CN Cofrentes son:

- Libro de Eventos. Es la recopilación ordenada de los registros asociados a los eventos ocurridos en la central desde su puesta en marcha.

- Vigilancia de condiciones ambientales. Es la recopilación de los parámetros ambientales de las salas para comprobar que si las condiciones ambientales reales son más severas que las de diseño.

- Recogida de muestras envejecidas. Programa de recogida de muestras para evaluar el envejecimiento de los componentes.

SISTEMA DE INDICADORES DE VIDA (SIV)

En 1998 se inició un proyecto de colaboración entre CN Cofrentes y el Departamento de Ingeniería Química y

Nuclear (DIQN) de la Universidad Politécnica de Valencia cuyo objetivo se centró en el desarrollo de una metodología que permitiese cubrir las necesidades del programa de Gestión de Vida de la planta. Dicho proyecto surge por la necesidad que existía de disponer de una herramienta que permitiese de forma sencilla y viable implementar los resultados de las diferentes actividades de vigilancia y mantenimiento que se realizan en la planta, dado que, en aquel momento, no existía una herramienta informática que permitiese cubrir adecuadamente las necesidades del programa de gestión de vida para centrales BWR.

En este contexto, se desarrolla el Sistema de Indicadores de Vida (SIV), cuyo objetivo fundamental es facilitar un seguimiento integrado de la evolución del estado de las ESCs respecto a los fenómenos degradatorios teniendo en cuenta los diferentes factores involucrados en dicho estado, tales como las condiciones operacionales y ambientales, la indisponibilidad de los equipos, los fallos observados, el mantenimiento (preventivo y correctivo) y

la vigilancia de componentes tanto activos como pasivos.

La metodología propuesta, se sustenta sobre dos pilares básicos: 1) el Sistema De Indicadores (SDI) y 2) los programas de aplicación. El SDI es el núcleo central de referencia para elaborar cualquier programa de aplicación y consiste en diseñar un conjunto de indicadores, desarrollados a partir de los datos de planta, cuya evaluación y análisis periódico permite seguir el comportamiento de los parámetros de funcionamiento relevantes para las actividades de planta cuya efectividad se pretende conocer. El SIV se concibe, por tanto, como una aplicación. Este sistema parte del Sistema de Indicadores de Mantenimiento (SIM) desarrollado anteriormente por el DIQN para CN Cofrentes el cual permite la medida de la efectividad del mantenimiento.

El SIV se integra en la última etapa del programa de gestión de vida de la planta (seguimiento de vida) permitiendo el seguimiento del estado de los componentes en base a la evaluación y análisis de indicadores de vida obtenidos de los datos recogidos en planta, y cuyo comportamiento nos permite referenciar el estado de los componentes respecto a los principales fenómenos degradatorios que inciden en los mismos durante su vida operativa, lo que permite ayudar a la toma de decisiones en función de los resultados del seguimiento y evaluar si las prácticas de vigilancia y mantenimiento que se realizan en planta son adecuadas para controlar eficazmente dichas degradaciones, todo ello bajo un desarrollo modular por tipo de ESC.

Para realizar este seguimiento es necesario seguir indicadores capaces de proporcionar información acerca de:

1. El diseño de las ESCs y las posibles modificaciones realizadas a lo largo de su vida operacional.
2. Las actividades de vigilancia y mantenimiento desarrolladas sobre el equipo.
3. Las condiciones operacionales y ambientales bajo las que el componente trabaja.

En la Figura 3 se presenta de forma esquemática cómo se puede establecer el seguimiento del estado de condición de un componente, considerando tanto los efectos que la degradación origina sobre el mismo como las causas que conducen a la aparición, o inhibición, de dicha degradación.

De forma paralela al desarrollo de la metodología, se ha procedido a implementar la misma en una herramienta informática modular cuya finalidad es

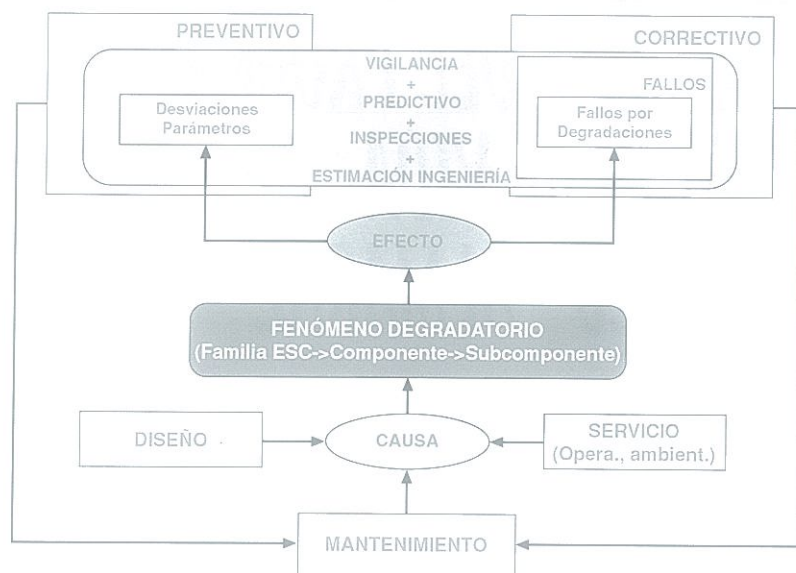


Figura 3. Seguimiento del estado de degradación de ESCs.

servir de ayuda al analista en la monitorización de las ESCs por grupos. Dicha herramienta permite una rápida evaluación y análisis de los diferentes indicadores de vida necesarios para realizar el seguimiento de las ESCs. En la Figura 4 se muestra el interfaz principal correspondiente a la herramienta informática donde se puede observar el desarrollo modular.

Respecto a los beneficios esperados de la implementación de la herramienta en planta subrayar, entre otros, la obtención de recomendaciones de mejora de los procedimientos y programas

de mantenimiento e inspecciones en servicio, conocimiento de la condición de los componentes críticos, la posibilidad de señalar tendencias futuras y asegurar la efectividad del control y seguimiento del plan de gestión de vida y su sistematización en el programa. Por último, destacar el carácter innovador de la metodología en cuanto a la incorporación en el análisis de elementos tanto pasivos como activos, la consideración de las condiciones operacionales y ambientales en el estudio y la posibilidad de realizar predicciones de vida.



Juan José GARCÍA SICILIA es Ingeniero Técnico de Minas por la Escuela de Ingeniería Técnica de Minas de Cartagena. Prácticamente toda su carrera profesional la ha desarrollado en Iberdrola, dentro del Departamento de Explotación de la Central Nuclear de Cofrentes donde ingresó en 1980

desempeñando inicialmente funciones de Supervisor de Garantía de Calidad hasta 1991, fecha en la que pasó a la Oficina Técnica de Mantenimiento donde también ejerció como Supervisor hasta 1995. Dentro de la Sección de Mantenimiento, fue nombrado en 1995 Jefe de Inspección en Servicio, y en 2001 Jefe de Mantenimiento Mecánico, cargo que desempeña en la actualidad.



Jesús GÓMEZ SANTAMARÍA es Licenciado en Ciencias Físicas y M.S. Nuclear Engineering (CMU). Ha trabajado en el Departamento de Teoría y Cálculo de Reactores de la Junta de Energía Nuclear y ha sido Director del Proyecto de Modernización de

Simuladores de Tecnomat. En 1974 ingresó en IBERDROLA, dentro del proyecto C.N. Lemóniz y, posteriormente trabajó en las áreas de puesta en marcha de C.N. Trillo y combustible de C.N. Cofrentes. Actualmente desarrolla su labor profesional en el área de Gestión de Vida y Materiales del Servicio Técnico Nuclear de C.N. Cofrentes.



Sebastián MARTORELL ALSINA es Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) desde 1991. En la actualidad es profesor titular en el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la UPV. Desarrolla su actividad investigadora dentro del Grupo de Medioambiente y

Seguridad Industrial, principalmente en la línea de aplicación del APS para la mejora de ETF (Especificaciones Técnicas de Funcionamiento), mediante proyectos financiados por el CSN y UNESA desde 1987, y en la línea de mejora del mantenimiento de equipos a partir de la evaluación de atributos RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety), dentro de sucesivos proyectos para CN Cofrentes desde 1993. Ha participado en diversas iniciativas del OIEA sobre la aplicación del APS a la mejora de ETF y mantenimiento en CCNN.



Óscar URIBES MARIADOLores es ingeniero industrial por la E.T.E. de Ingenieros Industriales de la U.P.M. En 1994 inicia su actividad profesional en el campo de la consultoría. En 1995 se incorpora en Iberinco como ingeniero de

Instrumentación y Control en el departamento de generación térmica. En 1998 pasa al departamento nuclear de Iberinco simultaneando actividades de I&C con el desarrollo de actividades gestión de vida de CNC.



Figura 4. Interfaz de Sistema Indicador de Vida.