

JORGE MARTÍN ÁLVAREZ - JOSÉ LUIS JIMENO GUTIÉRREZ

PLAN DE GESTIÓN DE VIDA DE LA C.N. JOSÉ CABRERA

El atractivo de establecer y desarrollar un Plan de Gestión de Vida se fundamenta en un esperado aumento de la fiabilidad, disponibilidad y seguridad de la central, así como en la operación de la misma una vez amortizada, con el atractivo económico que ello supone.

De acuerdo con estos parámetros, la C.N. José Cabrera ha decidido implantar un Plan de Gestión de Vida que permita definir las actuaciones necesarias a llevar a cabo para garantizar que se alcanza, al menos, la vida de diseño de la central (40 años) en las condiciones de seguridad y eficiencia requeridas. Adicionalmente, y dado que los estudios realizados al respecto y la experiencia mundial no parecen apuntar limitaciones técnicas a la vida útil de las centrales, se pretende también dejar preparada y abierta la opción del alargamiento de vida más allá del período citado.

Para alcanzar estos objetivos, se ha desarrollado una metodología en el seno de UNESA que permite conocer de forma global la situación de la central frente al envejecimiento, detectando las limitaciones de las prácticas de mantenimiento vigentes en la central para controlarlo o mitigarlo y plantear qué acciones de mejora aplicar para solventar dichas deficiencias.

Esta metodología se está utilizando para el desarrollo del Plan de Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera, adaptándola a sus particularidades.

VIDA ÚTIL DE LAS CENTRALES NUCLEARES

Los componentes principales de las centrales nucleares españolas se diseñaron para una vida teórica de 40 años, valor que tiene su origen en la legislación de EE.UU. para la concesión de Licencias de Operación. Este valor fue utilizado en el diseño como referencia para estimar las condiciones normales y transitorios de operación que los componentes principales de la central (fundamentalmente los del circuito de refrigeración del reactor) podían experimentar durante su funcionamiento. Sin embargo, la experiencia operativa de las centrales nucleares ha demostrado que el número y severidad de transitorios experimentados es menor que los considerados en el diseño, por lo que la vida útil de los componentes principales del circuito de refrigeración será superior a 40 años, manteniendo los mismos márgenes de seguridad.

Por otro lado, no parecen existir razones técnicas que puedan limitar la vida útil de las CC.NN., ya que los actuales desarrollos permiten realizar un efectivo seguimiento y control de la condición de los componentes importantes de las centrales o reparar o sustituir en caso necesario.

Se trata, por tanto, de utilizar las adecuadas herramientas de seguimiento, control o mitigación de la degradación de los componentes importantes de la central, lo que unido al establecimiento de programas de sustituciones y mejoras, situará a las centrales nucleares en una buena condición para alcanzar la vida de diseño (40 años) y mantener abierta la posibilidad de la extensión de vida.

MOTIVACIÓN

Una vez establecida la viabilidad técnica de la Gestión de Vida, las razones en que se basa el interés que suscita la Gestión de Vida de las CC.NN., son en resumen dos: económicas y de preservación de la seguridad.

El atractivo económico se demuestra a través de los beneficios que se obtendrán del establecimiento del plan, que compensarán los costes de su implantación:

- Aumento de eficiencia y disponibilidad de la central, a través de la optimización del funcionamiento de la instalación y la disminución de las malfunciones.
- Operación una vez superado el período de amortización.

Adicionalmente a las motivaciones económicas, existen también razones de otra índole que han impulsado a la C.N. José Cabrera a desarrollar e implantar un Plan de Gestión de Vida:

- Mejora de la fiabilidad y seguridad.
- El requisito de establecer un plan de gestión de vida útil se encuentra en el actual Permiso de Explotación Provisional y el concepto aparece también en las guías sobre Revisiones Periódicas de Seguridad

OBJETIVO

De acuerdo con las anteriores consideraciones, la C.N. José Cabrera ha decidido establecer un Plan de Gestión de Vida con los siguientes objetivos

- Complementar o mejorar los programas de

mantenimiento, inspección y sustituciones de la central para vigilar y controlar el envejecimiento de sus componentes importantes.

- Garantizar que se alcanza la vida de diseño (40 años) en condiciones de altos niveles de seguridad y eficiencia
- Dejar técnicamente preparada y abierta la posibilidad de extender la vida

PLAN DE GESTIÓN DE VIDA DE LA C.N. JOSÉ CABRERA

Antecedentes

La C.N. José Cabrera es una central de 1ª generación diseñada y construida en los años sesenta, aplicando las normas de seguridad españolas y las del país origen del proyecto entonces vigentes.

Desde el inicio de su operación la central ha sido objeto de importantes programas de sustitución y mejoras por diversas razones: cumplimiento con nueva normativa, mejora de la seguridad, experiencia operativa, obsolescencia de equipos, etc. Destacar aquí como más significativos el programa SEP (Systematic Evaluation Program), desarrollado entre 1982 y 1985 y el programa continuo de sustitución de los sistemas de I&C iniciado en 1989.

Tras la ejecución de los programas citados, la mayor parte de los componentes de sistemas relacionados con la seguridad son relativamente nuevos (instalados en los últimos 10/12 años). Adicionalmente, los programas establecidos de seguimiento y evaluación de los grandes

componentes de la central, han demostrado que estos se encuentran en buenas condiciones para alcanzar su vida de diseño.

A finales de los años ochenta se inician en la C.N. José Cabrera los primeros estudios de viabilidad técnica/económica de la extensión de vida, los cuales, en base a los datos de diseño y operación de la central, así como al programa de sustituciones y modificaciones, concluyeron con la viabilidad de alcanzar, al menos, la vida de diseño de la central, 40 años.

Por lo tanto, y en base al conjunto de actividades anteriormente indicadas, la central se encuentra en una buena situación para alcanzar, al menos, los 40 años de operación.

Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos, el Plan de Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera está utilizando, en sus líneas generales, la metodología desarrollada en la primera fase del Proyecto de I+D de UNESA: "Sistema de Evaluación de Vida Remanente en Centrales Nucleares"

Esta metodología se resume en la Figura I, y consiste fundamentalmente en evaluar si los programas de mantenimiento, pruebas, inspecciones, modificaciones, etc, vigentes en la central, son capaces de controlar los fenómenos degradatorios a que son susceptibles los componentes más importantes, estableciendo en caso contrario las mejoras necesarias a los mismos o implantando nuevos programas si es necesario.

Así, la metodología descrita proporciona una valiosa herramienta para conocer qué puntos de la central se encuentran en una situación más desfavorable frente al envejecimiento, y aplicar sobre ellos las necesarias acciones correctoras.

En los siguientes puntos se describen las actividades contenidas en el Plan de Gestión de Vida

de la C.N. José Cabrera, que se están desarrollando de acuerdo con el programa general de actividades que se muestra en la Figura II.

Selección de Componentes Importantes

El objetivo de esta actividad es obtener una lista de componentes importantes para la Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera. Adicionalmente, con objeto de priorizar las futuras actividades de Gestión de Vida, así como el posterior análisis de fenómenos degradatorios, se realizó una ordenación de los componentes seleccionados por grado de importancia.

Las actividades desarrolladas para la obtención de la lista ordenada de componentes importantes han sido las siguientes:

Selección de Sistemas

Partiendo de la lista de Sistemas y Estructuras de la Central, se aplicaron los siguientes criterios de selección:

- Criterio de seguridad: sistemas y estructuras que pertenecen a sistemas nucleares, de salvaguardia o de contención.
- Criterio de disponibilidad: sistemas y estructuras esenciales para la producción de energía eléctrica y no redundantes, por lo que un fallo tiene un impacto significativo en la disponibilidad de la central.
- Criterio de sustitución y coste: sistemas que poseen algún componente de elevado coste unitario o difícilmente sustituible y estructuras cuya nueva construcción no sea viable.

Los sistemas que cumplen alguno de los anteriores criterios se han considerado potencialmente importantes para la Gestión de la Vida de la central.

Selección de Componentes

Partiendo de la lista de Sistemas y Estructuras importantes para la Gestión de Vida, y tras el necesario agrupamiento de sus componentes, se seleccionaron los componentes que cumplen alguno de los siguientes criterios:

- Sustitución: componentes cuya sustitución implica un alto coste, asociado al componente por sí mismo o a un largo período de parada de la central.
- Seguridad/Disponibilidad: componentes cuyo fallo afecta significativamente a la seguridad o disponibilidad de la central.
- Licencia: componentes que suponen una preocupación especial de la Central en el proceso de licencia
- APS: componentes asociados a combinaciones de sucesos básicos con una contribución_90% a la frecuencia total de daño al núcleo
- Condiciones de operación/ambientales: componentes que se encuentran en condiciones ambientales o de operación más agresivas que las consideradas en diseño.
- Historial de mantenimiento: componentes que han requerido durante su vida un esfuerzo considerable de mantenimiento.
- Parada segura: componentes relacionados con la seguridad o requerido para la parada fría de la central.
- Mantenimiento/envejecimiento: componentes para los cuales estudios generales han detectado que el mantenimiento usual se considera poco eficaz para controlar o mitigar su envejecimiento.

Ponderación de la importancia relativa de los componentes seleccionados: Ranking

Con objeto de definir la lista ponderada de componentes importantes, se estableció un Panel de Expertos formado por personal de C.N. José Cabrera con experiencia en las áreas de Operación, Mantenimiento, Inspección en Servicio, Licencia, Ingeniería y APS.

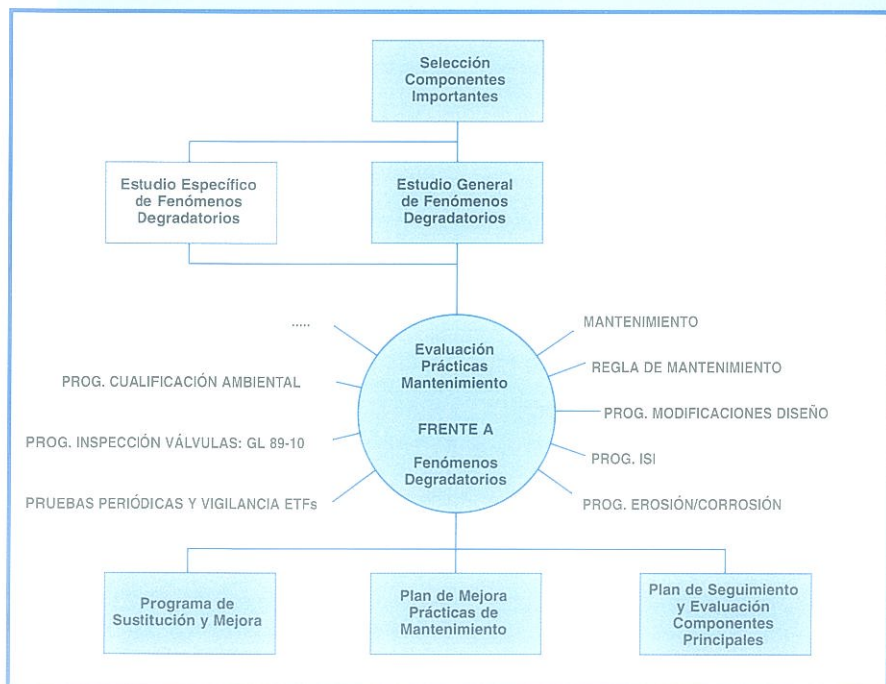
Cada uno de los componentes del Panel de Expertos valoró cada componente frente a 24 de criterios de peso predefinido (factores de ponderación), que contemplan aspectos como dificultad de sustitución, susceptibilidad a fenómenos de envejecimiento, problemática de licenciamiento, historial de servicio, mantenimiento y fiabilidad.

Se ha obtenido así una lista ordenada de 135 componentes importantes para la Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera, cuyas primeras 20 posiciones se listan en la tabla I.

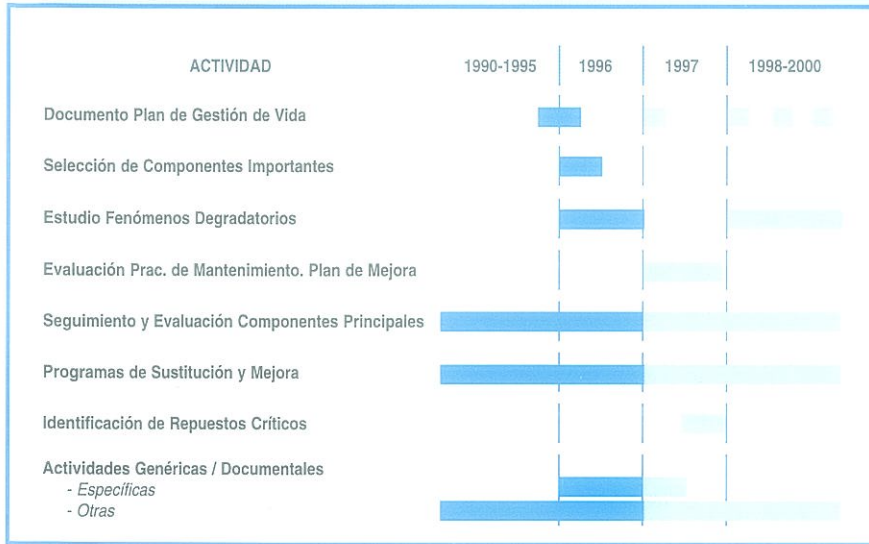
Estudio de Fenómenos Degradatorios

El objetivo de esta actividad es el estudio, para cada uno de los componentes identificados como importantes para la Gestión de Vida, de los fenómenos físicos, químicos, operacionales y ambientales que influyen en su degradación y que pueden tener influencia en sus mecanismos de fallo.

FI - Metodología



F II - Programa General de Actividades



Para realizar el análisis, los componentes seleccionados se han agrupado en familias, en función de similitudes constructivas, funcionales o de servicio. Algunos componentes, de especial importancia para la Gestión de Vida según su posición en la lista ordenada, han sido tratados de forma individual.

De acuerdo con lo anterior, se han elaborado los siguientes dosieres de degradación: Vasija del reactor, Generador de Vapor, Bomba principal, Presionador, Internos del Reactor, Contenciones Metálicas, Central Hidráulica de Zorita, Generador Diesel, Tuberías y Válvulas, Estructuras Civiles, Turbogrupos, Soportes Principales, Cambiadores de Calor y Depósitos, Equipo Eléctrico, Instrumentación y Control, Componentes de Ventilación e I&C.

En cada dossier, para cada componente incluido dentro de su alcance y en función de su diseño, condiciones de servicio e historial de operación y mantenimiento, se han analizado los potenciales fenómenos degradatorios que les afectan, su localización y los factores que determinan las degradaciones. Para cada fenómeno degradatorio se han identificado además los posibles métodos representativos de la evolución de las degradaciones y las medidas a adoptar con objeto de mitigar o controlar dichas degradaciones.

Por último, en función del análisis descrito, se ha realizado una valoración cualitativa del riesgo potencial de degradación de cada componente, de manera que aquellos componentes con mayor riesgo de degradación son objeto de la evaluación de la efectividad de las prácticas de mantenimiento de la central para controlar o mitigar las degradaciones, determinando el alcance de la siguiente actividad del Plan: "Evaluación de las Prácticas de Mantenimiento". Es importante resaltar aquí la labor de recuperación documental realizada sobre los componentes implicados en el análisis, necesaria para efectuar el estudio con garantías y, por otro lado, de importancia para el futuro seguimiento de los componentes importantes. Se ha gene-

rado así un archivo de documentación importante para Gestión de Vida.

El análisis que se ha abordado en esta fase es un análisis global y cualitativo de los fenómenos degradatorios a que son potencialmente susceptibles los componentes importantes para la Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera, de acuerdo con su diseño, material y condiciones de servicio. Tras el desarrollo de la siguiente actividad del Plan "Evaluación de las Prácticas de Mantenimiento", y en virtud de los resultados que de ella se extraigan, eventualmente será necesario realizar análisis detallados de condición de algunos componentes, resultando en valoraciones cuantitativas del estado de los componentes y de su evolución en el tiempo, con objeto de adoptar acciones de vigilancia y mitigación sobre bases más precisas.

Evaluación de las Prácticas de Mantenimiento. Plan de Mejora

Esta actividad, actualmente en desarrollo, consiste en verificar la capacidad de las prácticas de mantenimiento vigentes actualmente en la C.N. José Cabrera para controlar o mitigar los fenómenos degradatorios identificados en la actividad anterior.

Aclarar que el término "prácticas de mantenimiento" se utiliza aquí en el sentido más amplio, entendiéndose como tales el conjunto de programas de mantenimiento, pruebas e inspecciones, modificaciones, etc.

El proceso de evaluación, según la metodología de referencia, se desarrolla de la siguiente forma:

Definición del alcance de la evaluación del mantenimiento.

Los componentes de los que se parte como base son los especificados en la lista de componentes cuyo riesgo de degradación es mayor, obtenidos en los dosieres desarrollados en la actividad "Estudios de Fenómenos Degradatorios".

Realización de las Hojas de Degradación de Componentes

Que contienen información, recogida de los dosieres de degradación anteriores, sobre:

- Descripción del componente, funciones que realiza, condiciones de operación, parámetros de diseño, experiencia operativa y de mantenimiento.
- Fenómenos degradatorios asociados al componente, métodos de evaluación, mitigación y control.

Elaboración para cada componente de Hojas de Datos de Prácticas de Mantenimiento

Tras la identificación de los programas, prácticas o procedimientos de la Central que afectan a cada componente y fenómeno degradatorio asociado, se prepara para cada programa una hoja de datos donde se recoge información sobre sus limitaciones, frecuencias de la acción, datos necesarios, acciones a tomar para la mitigación, etc.

Evaluación

A cada Hoja de Degradación de Componentes se le adjuntan todas las Hojas de Datos de Prácticas de Mantenimiento que le afecten, efectuándose un contraste entre ambas que pone de manifiesto las posibles deficiencias del mantenimiento de cada componente respecto al control del envejecimiento.

Identificadas las carencias de las prácticas de mantenimiento para controlar o mitigar las degradaciones, se desarrollarán las correspondientes propuestas de mejora.

Seguimiento y Evaluación de Componentes Principales

Desde el arranque de la central, la C.N. José Cabrera viene desarrollando programas o acciones de seguimiento y evaluación de sus componentes principales con objeto de conocer el estado de los mismos frente a los mecanismos de degradación que les afectan y aplicar las necesarias medidas de reparación, sustitución o modificaciones con el fin de garantizar que alcancen su vida de diseño. Estos programas serán evaluados en la anterior actividad en cuanto a su capacidad para controlar el envejecimiento de los componentes sobre los que actúan, y podrán ser objeto de mejoras.

Los Componentes Principales de la C.N. José Cabrera objeto de este especial seguimiento son, entre otros, Vasija e Internos del Reactor, Generador de Vapor, Bomba Principal, Turbogrupos, Tuberías del Lazo de Refrigeración, Generador Diesel y Condensador.

La experiencia obtenida en el desarrollo de estos programas han puesto de manifiesto el buen estado general de estos componentes.

Programas de Sustitución y Mejora

Relacionado con la Gestión de Vida de los

Tabla I
LISTA DE COMPONENTES IMPORTANTES PARA LA GESTIÓN DE VIDA

1 Vasija del reactor	11 Soportes equipo principal
2 Generador de Vapor	12 Edificio auxiliar
3 Bomba principal	13 Bombas de carga
4 Presionador	14 Baterías
5 Internos del reactor	15 CRDMs
6 Contención metálica y esclusas	16 Tuberías agua alimentación ppal.
7 C.H. Zorita	17 Penetraciones mecánicas
8 Tuberías RCS	18 Condensador
9 Edificio reactor.Estructuras de hormigón	19 Tuberías RHR
10 Turbina principal	20 Cambiadores calor RHR

equipos mecánicos, componentes eléctricos y de I&C de la C.N. José Cabrera, se han realizado o están en marcha Programas de Sustitución y Mejora que, acompañados de una adecuada política de gestión de repuestos, garantizan el correcto mantenimiento de la funcionalidad los sistemas, de tal forma que se logra ampliar la vida de diseño de los mismos, adaptándola a la vida de diseño de la central en condiciones óptimas de seguridad y disponibilidad.

Citar como programas significativos de sustitución y mejoras, realizados o en curso, el SEP ya referenciado, sustitución del Sistema de Protección y Control del Reactor (primario y secundario), sustitución de la totalidad de la instrumentación neumática del secundario por electrónica, instalación de un Sistema de Visualización de Parámetros de Seguridad (SPDS), sustituciones de componentes significativos del circuito secundario (calentadores, separadores de humedad, elementos de turbina), construcción de una torre de refrigeración de agua de circulación, aumento de la capacidad del foso de combustible gastado y diversas modificaciones en el Sistema de Protección Contraincendios.

Identificación de Repuestos Críticos

Está previsto el desarrollo de una metodología que permita identificar los componentes de la central cuya carencia de repuestos tendría un impacto significativo sobre la disponibilidad. La identificación se basará en la entrada de componentes en alguna Condición Limitativa de Operación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, en la Selección de Componentes Importantes por criterios de disponibilidad, sustitución y coste, así como en la aportación de personal de mantenimiento de la central.

Se contemplarán también aspectos como análisis de las condiciones de compra, acopio de repuestos y especificaciones de compra.

Actividades Genéricas/Documentales

La C.N. José Cabrera está desarrollando otras actividades que, teniendo o no su origen en el Plan de Gestión de Vida, se encuentran dentro de su

alcance y pueden agruparse bajo el título del epígrafe.

Propias de Gestión de Vida.

Se trata de tareas que se están acometiendo con objeto de disponer de herramientas útiles para el seguimiento y evaluación del estado de los componentes importantes de la central. Se centran en dos áreas fundamentales: recuperación de documentación importante para Gestión de Vida y recopilación de la historia operativa de la central.

Ya se ha hablado anteriormente de la primera de estas áreas. En cuanto a la segunda, tiene por objeto revisar la historia operativa de la central para conocer las condiciones en las que han estado operando los componentes del circuito de refrigeración del reactor, obteniéndose así la información necesaria para evaluar con garantías el estado de los mismos.

Para ello, se han recopilado y clasificado los transitorios experimentados por la central desde el arranque hasta la actualidad, identificándose además los más severos para la posterior evaluación de su incidencia. La superación de unos umbrales establecidos de variación de parámetros significativos determina la potencial severidad de los transitorios analizados.

Esta tarea permite además el contraste de los transitorios experimentados con los de diseño del RCS (contaje), obteniéndose una valoración cualitativa del estado actual de los componentes del RCS frente a su diseño.

Por último en lo que respecta a este área, se ha elaborado un procedimiento para garantizar que la información importante sobre los transitorios y su incidencia sobre los componentes es recogida de manera sistemática en el futuro.

Generales

Del mismo modo que los programas de seguimiento y evaluación de componentes principales y de sustitución y mejoras, ya citados, la C. N. José Cabrera viene desarrollando desde el inicio de su operación, actividades cuyo objetivo es, de un modo u otro, la conservación de la funcionalidad de los equipos de la central y que, por tanto, se encuentran dentro del alcance del Plan

y están siendo evaluadas en cuanto a su efectividad. Se trata de las siguientes: Cualificación Ambiental, Dedicación de Componentes, Mantenimiento, Regla de Mantenimiento, Programa de Inspección Válvulas Motorizadas (GL 89-10), Erosión/Corrosión, Inspección en Servicio, etc.



José Luis JIMENO GUTIÉRREZ es Ingeniero Industrial, especialidad Técnicas Energéticas, por la ETSII de Madrid (1991). Comenzó su actividad profesional en la Cátedra de Tecnología Nuclear de dicha escuela, donde trabajó en el área de accidentes severos hasta 1993, fecha en la que se incorpora a UNIÓN FENOSA INGENIERÍA. Desde 1995 es responsable de los proyectos de Gestión de Vida que desarrolla la División Nuclear.

Actualmente desempeña la función de apoyo a la dirección del Plan de Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera.



Jorge MARTÍN ÁLVAREZ es Ingeniero de Minas por la ETSIM de Madrid (1978), realizando estudios de posgrado en Tecnología Nuclear en el ICAI (1980-1981).

Entre 1979 y 1981 desarrolla su trabajo en el Departamento de Mecánica Aplicada de Empresarios Agrupados. En 1981 se incorpora a Unión Eléctrica Fenosa, S.A., siendo responsable del área de Ingeniería Eléctrica y de Instrumentación y Control de Producción Nuclear, cargo que desempeña hasta 1989. Desde 1989 hasta 1993 ocupa el puesto de Jefe de Licenciamiento, y desde 1993 hasta la fecha es responsable de Seguridad y Licencia de Producción Nuclear de Unión Fenosa.

Desde 1988 ha participado ampliamente en actividades de Gestión de Vida, siendo responsable del Plan de Gestión de Vida de la C.N. José Cabrera.