

INNOVACION TECNOLOGICA

EL DESARROLLO TECNOLÓGICO. UN PROGRAMA PERMANENTE

Una central nuclear como la de Santa María de Garoña a pesar de su estructura aparentemente sencilla es una instalación extremadamente compleja que necesita de una labor constante de actualización y puesta al día a través de programas de innovación tecnológica de todos los elementos y equipos que inciden en la operación y en la seguridad de la planta.

En NUCLENOR, mantener en plenitud de rendimiento los sistemas original-

mente instalados no ha sido considerado nunca suficiente y desde el primer día se ha venido desarrollando un importante esfuerzo inversor y tecnológico para cumplir uno de los objetivos estratégicos más importantes de nuestra sociedad que es la actualización tecnológica permanente de nuestra instalación. Este programa permanente ha sido posible llevarlo a cabo gracias a la colaboración, en muchos casos de ingenieros y fabricantes nacionales que

acometieron estos trabajos por primera vez en España.

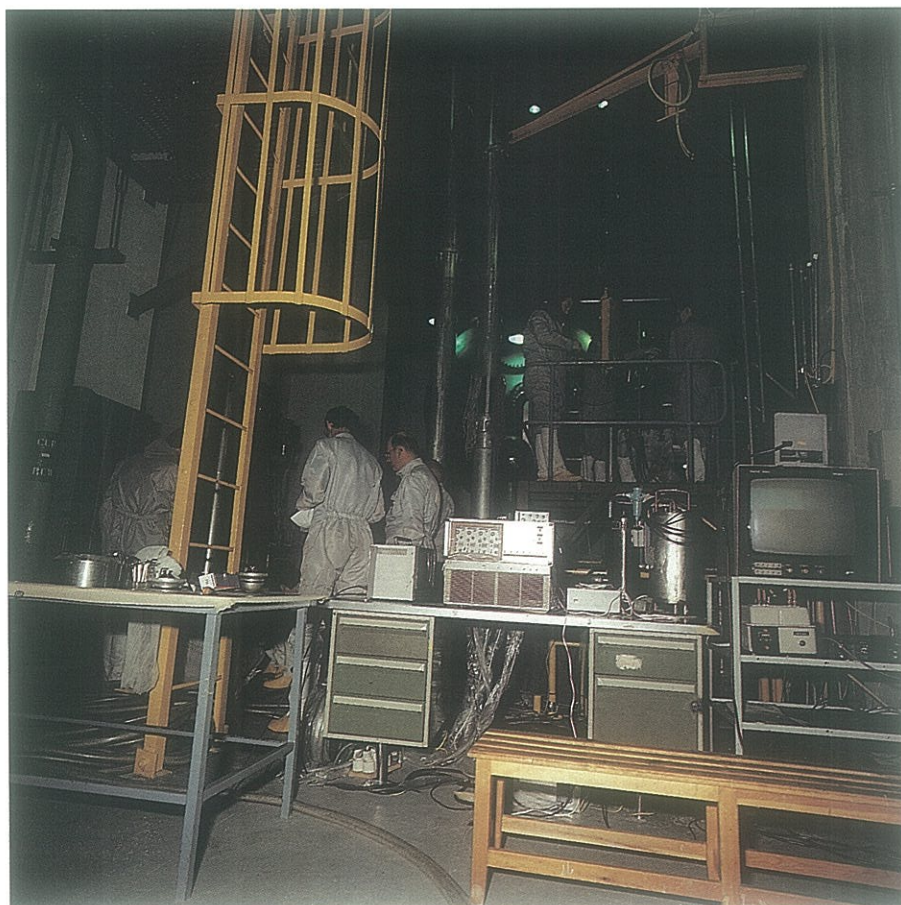
Gracias a este esfuerzo constante de estudio, investigación e incorporación de todas aquellas mejoras razonables, nuestra Central ha alcanzado un nivel de seguridad homologable al de las otras instalaciones más recientes y, desde luego, a la de las 17 centrales del mismo diseño, potencia y edad que nos sirven frecuentemente de referencia.

ACTUALIZACION PERMANENTE

En los últimos años NUCLENOR, S.A. ha desarrollado numerosos programas de investigación y desarrollo que en la mayoría de los casos se han traducido en numerosos cambios de diseño de los sistemas y estructuras de la Central, en modificaciones de las Especificaciones de Funcionamiento y en nuevos Procedimientos de Operación y mejoras en la organización.

De entre los estudios y proyectos desarrollados hasta la fecha para cumplir el objetivo de mantener permanentemente actualizada nuestra instalación y aumentar nuestra capacidad tecnológica, podemos destacar, a modo de resumen, los siguientes:

- Dentro de los programas correspondientes a Investigación y Desarrollo (I + D) que se han desarrollado e implantado hasta la fecha cabría destacar:
 - . Desarrollo y construcción de herramientas robotizadas destinadas a inspecciones y reparar remotamente algunos componentes internos del reactor.
 - . Desarrollo, instalación y puesta en marcha de un sistema que permite calcular en tiempo real el gasto o fatiga de los principales componentes de la vasija.
 - . Ensayos de materiales de probetas irradiadas dentro del reactor, reconstitución de probetas irradiadas, estudios sobre fragilización térmica de aceros inoxidables fundidos.
 - . Procesos de alivio de tensiones residuales en las zonas afectadas por el calor de las soldaduras de las tuberías de acero inoxidable para prevenir el fenómeno de corrosión intergranular.
 - . Ensayo de distintos materiales sobre la evolución de la corrosión intergranular en distintas químicas del refrigerante del reactor, variando la concentración de H_2 inyectado para disminuir el potencial electroquímico de dicho refrigerante.





- . Desarrollo de una metodología analítica para el estudio de transitorios de operación.
- Asimismo, entre los proyectos sobre sistemas de la Central, cabe citar los siguientes:
 - . Análisis probabilístico de seguridad (APS nivel 1).
 - . Instalación de un nuevo sistema de detección y extinción de incendios.
 - . Nuevo sistema de inertización de la

contención.

- . Instalación de un nuevo sistema de indicación de los parámetros de seguridad (SPDS) en la Sala de Control.
- . Ampliación de la Sala de Control, con la instalación de nuevos lazos de control analógicos para los sistemas de emergencia de la Central.
- . Modificación de las estructuras de la cámara de supresión de presión (Toro).
- . Estudios sobre capacidad última de la

contención e instalación de un nuevo sistema de venteo.

- . Implantación de un programa de predicción, inspección y reparación de tuberías de acero al carbón afectadas por los fenómenos de erosión-corrosión.
- . Modificaciones para mejorar la independencia, redundancia y separación de cables y sistemas eléctricos.
- . Ampliación de la instrumentación en la contención para rango de accidente.
- . Estudio del rendimiento térmico de la central y modificaciones en los separadores de humedad y en el sistema de limpieza de los tubos del condensador para mejorar el rendimiento de la instalación.
- . Instalación de una nueva estación de instrumentación para muestreo tras accidente.
- . Sustitución de los rotores de baja presión de la turbina y recuperación de las carcassas de baja presión.
- . Sustitución de las tuberías de acero inoxidable del sistema de recirculación.
- . Sustitución de cambiadores de calor del sistema de agua de alimentación y del sistema de refrigeración de circuito cerrado.
- . Sustitución y ampliación de las baterías de corriente continua relacionadas con los sistemas de seguridad.
- . Sustitución de las penetraciones eléctricas a la contención.
- . Instalación de nuevas fuentes eléctricas de alimentación ininterrumpible.
- . Sustitución del ordenador de proceso, dotándole de nuevas capacidades para gestionar el combustible nuclear.

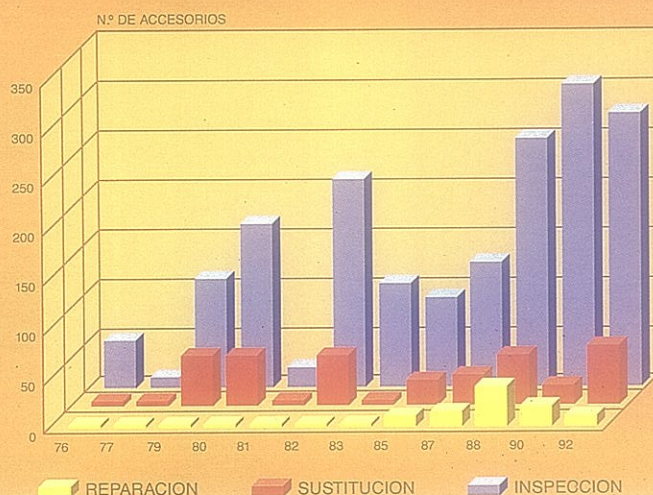
- Entre los estudios para confirmar los criterios de diseño del proyecto o adaptarlos convenientemente a la normativa vigente, cabe destacar los siguientes:

- . Nuevo Estudio Radiológico Ambiental.
- . Calificación ambiental de los sistemas eléctricos clase 1E.
- . Estudio detallado de las condiciones meteorológicas del emplazamiento.
- . Estudio de la cuenca hidrológica del río Ebro y su impacto en la Central debido a posibles inundaciones como consecuencia de grandes avenidas.
- . Nueva clasificación de seguridad de componentes, equipos y sistemas.
- . Estudio de los efectos de rotura de tuberías dentro y fuera de la Contención.
- . Revisión del diseño sísmico de la Central.
- Entre las nuevas Especificaciones de Funcionamiento cabe destacar las siguientes:

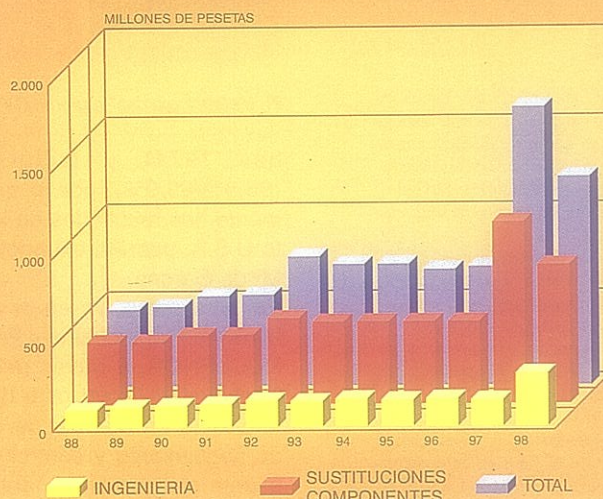


SANTA MARIA DE GAROÑA

PROGRAMA DE EROSION-CORROSION DE TUBERIAS



PRESUPUESTO DEL PROGRAMA GVR



- . Operación con un solo lazo de circulación.
- . Máxima concentración de oxígeno en la Contención.
- . Nuevas Especificaciones adaptadas al formato standard de la US NRC.
- . Nuevas frecuencias de verificación y prueba del sistema de protección del reactor.
- . Nuevos caudales y tiempos de arranque de algunos sistemas de emergencia (ECCS).
- Entre las mejoras organizativas, son importantes las siguientes:
- . Nuevo programa de entrenamiento de los operadores, utilizando un simulador interactivo para el entrenamiento en situaciones de emergencia.
- . Nuevos Procedimientos de Emergen-

cia, basados en síntomas.

- . Nuevos Manuales del Plan de Emergencia Interior, de Protección Radiológica y Nuevo Reglamento de Funcionamiento.

El desarrollo y ejecución de todos estos proyectos durante los 10 últimos años ha sido posible gracias al esfuerzo coordinado de todas las organizaciones de NUCLENOR que han ido evolucionando adaptando sus recursos, su formación y sus sistemas y métodos de trabajo para mejorar la eficacia y la calidad de su trabajo. En concreto, actualmente, el Área de Ingeniería y Proyectos de NUCLENOR, S.A. cuenta con 18 titulados superiores en diversas ramas de la Ingeniería y de la Física. Este potencial humano, junto

al resto de personal, dan el soporte técnico a la operación y Mantenimiento de la Central, para resolver los problemas del día a día, así como para estudiar y desarrollar los proyectos de medio y largo plazo que permitan mantener una central cada vez más eficiente, segura y moderna.

Con todos estos programas de trabajo, cuyo coste ha sido superior a 20.000 millones de pesetas, se puede afirmar que la Central Nuclear de Santa María de Garoña cumple los requisitos de diseño, y por tanto de seguridad, equiparables a las centrales de la última generación, siendo la intención de NUCLENOR continuar incorporando cuantas mejoras razonables ofrezca la tecnología nuclear en el mundo.

UNA APUESTA POR EL FUTURO. GESTION DE LA VIDA UTIL

Un capítulo importante en cualquier labor tecnológica es la previsión; adelantarse a los acontecimientos, ser capaz de predecir hipotéticas actuaciones futuras relacionadas con el comportamiento de los equipos y sistemas de la Central, permite tomar decisiones hoy que tendrán una indudable trascendencia el día de mañana. En el caso de una central nuclear, este aspecto es crucial para seguir garantizando el futuro técnico y económico.

Por otra parte, la Sociedad va a seguir necesitando más energía para su desarrollo que presumiblemente se obtendrá, entre otras fuentes, del mantenimiento de las centrales nucleares y convencionales, actualmente en operación, mientras estas sigan siendo seguras y rentables.

Con estas premisas, y dentro de la política energética definida por el Ministerio de Industria en el Plan Energético, NUCLENOR está apostando de forma decidida por el futuro de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, marcándose como uno de los principales objetivos de su Plan estratégico, el desarrollo de un Programa de Gestión de la Vida Remanente de la Central cuyo alcance y objetivos son: mejorar la disponibilidad y fiabilidad de la Central, alargar su vida útil y mantener abierta la posibilidad de renovar su Licencia de Operación más allá de la vida de diseño originalmente prevista.

La Génesis de este Programa de Gestión de la Vida Remanente, su alcance

POSIBILIDAD DE ALARGAMIENTO DE VIDA Y PLAN DE GESTION PARA LA CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARIA DE GAROÑA

Informe Final
SMG - 12-6296
Noviembre de 1987
Preparado por
MULTIPLE DYNAMICS CORPORATION
29.200 SOUTHFIELD RD.
SOUTHFIELD, MICH. 48076 U.S.A.
Y
NUTECH INTERNATIONAL, INC
145 MARTINVALE LANE
SAN JOSE, CAL. 95119 U.S.A.

(Extracto del Informe Original)

Introducción



Este estudio fue encargado por Nuclenor en abril de 1987 para analizar la posibilidad de alargamiento de la vida de la planta (PLEX) y proporcionar el plan de gestión para la futura ejecución del PLEX en la planta de Santa María de Garoña. En buena parte basada en los estudios experimentales realizados en los Estados Unidos en los últimos tres años, la Dirección de Nuclenor consideró prudente analizar las posibilidades de generación a largo plazo y establecer una meta de vida razonable y factible para su instalación nuclear.

El estudio experimental en profundidad para alargamiento de vida de una central (Referencia 1) para una instalación de agua en ebullición similar (Monticello), cuya propietaria y explotadora es la Northern States Power Company, determinó que un alargamiento de vida de setenta años es técnicamente asequible y económicamente muy halagüeño.

La Central de Santa María de Garoña tiene casi idénticas características que Monticello en lo que se refiere a tipo de planta, equipos, tamaño, edad y funcionamiento operativo. Gran parte de la experiencia adquirida a partir de las detalladas evaluaciones de componentes hechas en Monticello

ha sido por tanto incorporada a este estudio para proporcionar una evaluación completa inicial de la instalación de Nuclenor.

Resumen de resultados

La Central de Santa María de Garoña es considerada como un candidato excelente para la ampliación de vida ya que fue calificada por el equipo como por encima de la media en lo referente a estado de los equipos, mantenimiento, comportamiento de la planta e incorporación de reformas y mejoras tecnológicas.

La categorización de componentes críticos es idéntica a la de Monticello, a pesar de que la ordenación pueda ser ligeramente diferente debido a diferentes fenómenos de degradación.

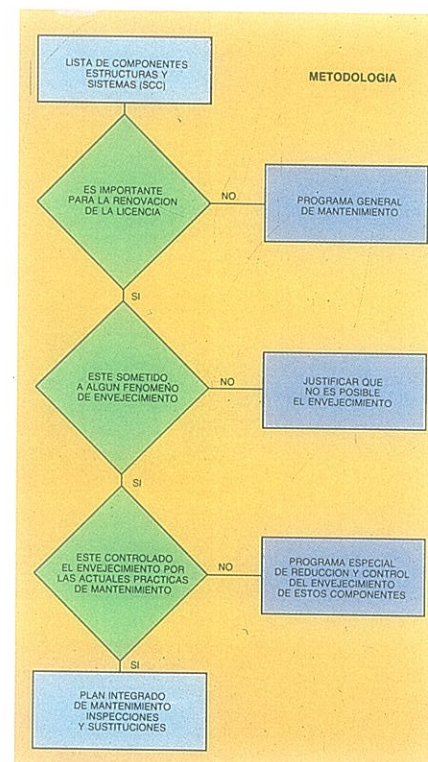
En base a las evaluaciones realizadas a los componentes críticos, se llegó a la conclusión de que no existen obstáculos técnicos sustanciales que puedan impedir el alargamiento de la vida de la central a 60 años o más. En este momento, la idea de una meta de más de 60 años no es prudente planteársela ya que la base de datos prácticos es aún precaria para proporcionar pronósticos significativos a tan largo plazo.



y desarrollo actual, y los principales resultados se resumen a continuación:

A finales de 1985 el EPRI (Electric Power Research Institute), el Departamento de Energía de los EEUU y las empresas eléctricas iniciaron un programa, para examinar en detalle la viabilidad técnica y económica de extender la vida útil de las centrales más allá de los 40 años de explotación. Para realizar este estudio se eligieron las centrales de Monticello y Surry 1 como plantas piloto con tecnología BWR y

PWR respectivamente. El resultado general de este estudio fue que desde los puntos de vista técnico y económico era viable y prometedor alargar la vida útil de una central tipo BWR, como la de Monticello, más allá de su vida de diseño hasta alcanzar los 60 años. La Central Nuclear de Santa María de Garoña tiene unas características muy similares a las de Monticello en cuanto a tipo de central (ambas BWR 3 con contención tipo MARK 1) potencia (460 MW/545 MW), inicio de operación (am-



FI Metodología del Programa GVR

bas 1971) y factor de carga (66,9%/69,9%), por lo que genéricamente, los resultados de la planta piloto U.S.A. podrían extrapolarse a Santa María de Garoña.

Por otra parte, ya en el año 1987, el Ministerio de Industria y Energía pidió a NUCLENOR, a través del Permiso de Explotación Provisional de la Central, la puesta en marcha de un programa de seguimiento y control del envejecimiento de los componentes importantes de la Central.

Con estas premisas, en Abril de 1988, NUCLENOR encargó a la misma empresa que había realizado el proyecto de la Central de Monticello, la realización de un estudio de viabilidad para comprobar si las conclusiones del estudio de Monticello eran aplicables a Santa María de Garoña. Este estudio, confirmó que las conclusiones técnicas y económicas correspondientes a Monticello eran aplicables a Santa María de Garoña y que esta Central es un candidato idóneo para aplicar un programa de alargamiento de vida.

Como consecuencia de los resultados de dicho estudio de viabilidad, NUCLENOR inició en el año 1990 un programa denominado de "Gestión de Vida Remanente de la Central", que comprende las actividades necesarias

SANTA MARIA DE GAROÑA

DESCRIPCION	ACTIVIDADES										
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
TRABAJOS GENERICOS											
DOCUMENTACION	P	R									
MUESTRAS DESTRUCTIVAS DE MATERIALES RETIRADOS	P	R									
REGISTRO DE CONDICIONES AMBIENTALES	P	R									
REPARACION Y MANTENIMIENTO DE PINTURAS	P	R									
PLAN DE CONSERVACION EN PARADAS (LAY-UP)	P	R									
AMPLIACION DE LA SALA DE EQUIPOS ELECTRICOS	P	R									
AMPLIACION DE LA SALA DE CONTROL	P	R									
EVALUACION DE COMPONENTES											
VASIA DEL REACTOR	P	R									
EVALUACION DE LA CONTENCIÓN PRIMARIA	P	R									
INTERVOS DE LA VASIA	P	R									
GENERADORES DIESEL	P	R									
MODERNIZACION DE LA INSTRUMENTACION	P	R									
MODERNIZACION Y SUSTIT. DE COMPONENTES ELECTRICOS	P	R									
PROGRAMA DE EROSION-CORROSION DE TUBERIAS	P	R									
SISTEMA DE RECIRCULACION (BARRERA DE PRESION)	P	R									
TURBINA	P	R									
SISTEMA Y EQUIPOS DE BOP (BALANCE OF PLANT)	P	R									
TUBERIAS ENTERRADAS	P	R									
ESTRUCTURAS DE HORMIGON	P	R									
COMPONENTES MECANICOS (NO DEL BOP)	P	R									

Fig. Plan de gestión de vida remanente (GVR) de la Central Nuclear de Santa María de Garoña

para controlar el posible envejecimiento de los componentes importantes, garantizando así la operación segura, fiable y económica, y manteniendo abierta la posibilidad de un futuro alargamiento de su vida útil más allá de su vida de diseño original.

La metodología que se está aplicando en el Programa de Gestión de Vida Remanente de la Central está basada en la Norma 10CFR-54 que se resumen en la figura 1.

Dicha metodología consiste en identificar los mecanismos de envejecimiento de los componentes importantes de la Central en relación con la viabilidad de su sustitución, seguridad de la Central, impacto en la disponibilidad, e impacto económico, y analizar si dichos mecanismos están controlados por las actuales prácticas de mantenimiento, pruebas e inspecciones y vigilancia que se vienen realizando de forma sistemática. Aquellos componentes y mecanismos de envejecimiento que no estén cubiertos por las actuales prácticas de mantenimiento son los que integran el programa específico que, junto con los programas sistemáticos de mantenimiento, constituyen el programa integral de Gestión de Vida Remanente (GVR).

Como resumen del alcance actual del programa podemos decir que está dividido en 23 capítulos, en cada uno de los cuales se describen los planes específicos, actualmente en marcha, o previstos para diagnosticar, inspeccionar, evaluar y mitigar el envejecimiento de los 136 componentes o familias de componentes importantes de la Central que han sido seleccionados de acuer-

do con los criterios indicados anteriormente.

Como parte del programa específico de Santa María de Garoña, y con el propósito de que sirva de referencia para el resto de las centrales BWR, se viene desarrollando durante los años 1992 y 1993 el proyecto de evaluación de las prácticas sistemáticas de mantenimiento, vigilancia y pruebas de la Central, aplicándolo a los 136 componentes im-

portantes mencionados anteriormente. Este proyecto forma parte del proyecto general de GVR que está desarrollando el Sector Eléctrico y que está financiado, en su mayor parte, por la oficina de OCIDE.

Los resultados que estamos obteniendo hasta la fecha de todas las actividades y proyectos que componen el Plan de Gestión de Vida Remanente de la Central de Santa María de Garoña son satisfactorios y se pueden resumir de forma global en la mejora de la disponibilidad, factor de carga y fiabilidad de la Central que estamos consiguiendo en los últimos ciclos. Estos resultados nos permiten mirar el futuro de la instalación con gran confianza para abordar el importante trabajo que nos queda por delante.

Conviene señalar, aunque resulte obvio, que además del esfuerzo técnico asociado a este objetivo y apuesta por el futuro, NUCLENOR también está realizando un esfuerzo económico importante y entre todos, Administración e Industria, deberemos hacer compatible la rentabilidad de la Central y los intereses energéticos del país ya que, globalmente, la alternativa de alargar la vida útil de una central nuclear es económicamente muy beneficiosa.

