



MANTENIMIENTO

De izquierda a derecha: Gregorio Ruíz, José Miguel Navalón, Ángel Lázaro, Javier Sala (Jefe de la Unidad de Mantenimiento), Carlos Leronés, Rubén Álvarez y Javier Melero

El concepto de “Organizaciones de Alta Fiabilidad” (*High Reliability Organizations, HROs*) engloba a aquellas que operan y gestionan procesos con la capacidad potencial de afectar a vidas humanas o al medioambiente.

El sistema sanitario, la industria aeronáutica, el sector petrolífero y las instalaciones nucleares son ejemplos claros de organizaciones de alta fiabilidad, donde un objetivo prioritario es reducir la probabilidad de fallos y accidentes a través de múltiples barreras y procesos que persiguen la excelencia en el desempeño humano y organizativo, así como en el funcionamiento de los equipos e instalaciones.

Para todo ello, el **proceso de fiabilidad** de equipos de INPO AP-913

establece una serie de criterios cuyo fin último es el de alcanzar una operación segura y fiable a través de la reducción de fallos e indisponibilidad en los componentes de la instalación (Figura 1).

Los procesos de fiabilidad coordinan e integran diferentes actividades cuyo fin es la mejora del funcionamiento de la instalación, y que se llevan a cabo por diferentes unidades de la organización.

El proceso de mantenimiento y fiabilidad de equipos de la central nuclear de Cofrentes incorpora cada uno de estos objetivos prioritarios y durante los treinta años de operación de la Central ha ido evolucionando para adaptarse a un entorno cambiante en cuanto a tecnologías disponibles y requisitos de funcionamiento. Las he-

ramientas más significativas con que cuenta CN Cofrentes para alcanzar los objetivos de desempeño de INPO AP-913 son las siguientes:

- La Central establece un proceso diario de cribado de incidencias, en el que participan todas las unidades organizativas. En dicho foro se analizan las averías, los resultados de las pruebas y de las intervenciones de mantenimiento, para garantizar **que los equipos funcionan correctamente**. Recientemente se ha implantado el proceso de Enfoque Operativo, mediante el cual se refuerzan todos los comportamientos que ayudan a incrementar la seguridad y fiabilidad de la Planta.
- Los **equipos importantes están adecuadamente identificados** en la instalación. Los componentes

- Los equipos **deben funcionar correctamente** en todas sus condiciones de diseño.
- Los **equipos críticos estarán identificados** de acuerdo a su importancia para la seguridad.
- El **funcionamiento de los equipos debe ser monitorizado**.
- Los **fallos y las causas de los fallos se deben analizar**.
- Se deben implementar **técnicas** predictivas para detectar la degradación en los equipos.
- El **envejecimiento de equipos se debe gestionar**.
- Se deben **disponer de bases técnicas para el mantenimiento** y gestión del envejecimiento.
- Se deben identificar de forma temprana los **problemas**.
- Se debe **minimizar la indisponibilidad** de los equipos.
- Los **fallos de equipos críticos en servicio deben ser mínimos**.

Figura 1. INPO AP 913 - Performance Objectives

de Planta están clasificados en función de si están relacionados o no con la seguridad y también dependiendo de cómo afectan a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, o por si pudieran generar transitorios en la Unidad. En el último ciclo se ha implantado el proceso de la **gestión del riesgo en las actividades realizadas en Planta**, mediante el cual un grupo multidisciplinar selecciona las actividades con alto impacto operativo, para poder establecer mecanismos de supervisión y control adicionales.

- Múltiples procesos en varias unidades organizativas de CN Cofrentes tienen como objetivo **vigilar el funcionamiento de los**

equipos, mediante el análisis de tendencias de los resultados de pruebas y del mantenimiento, estudiando el tiempo de indisponibilidad de los sistemas y las alternativas existentes para mejorar su funcionamiento.

- Cuando se produce una avería o cualquier anomalía en equipos de planta, éstas son **analizadas y se reportan las causas y las acciones correspondientes** en el Programa de Acciones Correctoras. La regla de mantenimiento, las reuniones de cribado o los procesos de análisis de actividades rutinarias, tienen como objetivo principal identificar las causas de los problemas, resolverlos y evitar su repetición posterior.

Los procesos de fiabilidad coordinan e integran diferentes actividades cuyo fin es la mejora del funcionamiento de la instalación ■

- El **uso de técnicas predictivas es constante** en las actividades de mantenimiento y operación: toma de vibraciones, vigilancia de condiciones ambientales, pruebas eléctricas en motores y generadores eléctricos, diagnóstico de válvulas, etc.

- Las intervenciones de mantenimiento, la monitorización del funcionamiento de los componentes de la instalación y el sistema de gestión de activos permiten identificar y **gestionar el envejecimiento de los equipos**, mediante la continua adaptación de las revisiones periódicas de mantenimiento de los equipos existentes o con la implantación de mejoras en el diseño.
- La **estrategia de mantenimiento es un proceso vivo que se realimenta** de forma continua con los resultados de la operación y de las pruebas, la experiencia operativa propia y externa, los recomendaciones de



fabricantes, etc. De esta forma se mantienen planes de mantenimiento actualizados cuyo objetivo es incrementar la fiabilidad de los equipos de Planta.

- Varios procesos tienen como objetivo la identificación temprana de los problemas en CN Cofrentes, pero sin duda es el proyecto de **Operación Anticipativa**, incluido como uno de los proyectos prioritarios del Plan de Gestión, el que aglutina y sistematiza toda la información disponible sobre el funcionamiento de equipos y sistemas, y refuerza en la organización la expectativa de que la identificación temprana de los problemas es vital para la seguridad y la fiabilidad. La idea básica de la operación anticipativa es detectar los problemas mediante el análisis de tendencias e incrementar la fiabilidad y seguridad con la resolución temprana de los problemas.
- CN Cofrentes dispone desde los dos últimos ciclos de un **grupo de gestión de trabajos que valora el impacto operativo** de las actividades programadas, analiza las incompatibilidades posibles de estos trabajos con la situación de planta en cada momento y **permite minimizar el tiempo de indisponibilidad de los equipos** durante las intervenciones de mantenimiento.

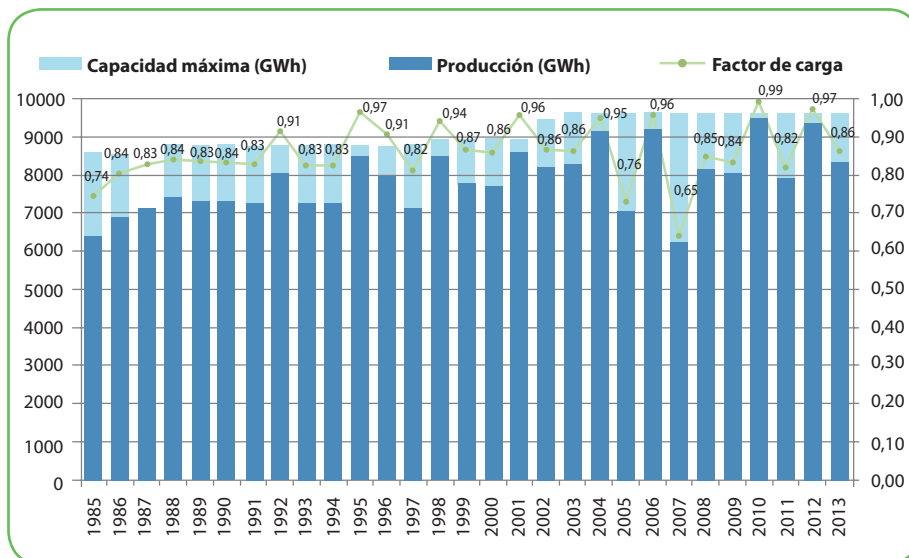


Figura 2. Producción y factores de carga

- Todos los procesos indicados en los puntos anteriores tienen como objetivo que los equipos funcionen mejor, que no fallen mientras están en servicio. Y todas estas prácticas y estrategias tienen como objetivo incrementar la fiabilidad de la central nuclear de Cofrentes.

Para valorar la fiabilidad de la instalación a lo largo de los años, existen diferentes indicadores que muestran la evolución de la Central, desde el inicio de la operación comercial en 1984 hasta este año 2014 en que la instalación cumple

su 30º aniversario, los resultados históricos de producción anual de CN Cofrentes presentan una tendencia al alza, ya que incorporan los incrementos provocados por los aumentos de potencia realizados desde 1988 a 2007, y reflejan una evolución positiva en los factores de carga logrados gracias a la combinación de tres ingredientes prioritarios: la reducción de los errores humanos, las mejoras en el funcionamiento de los equipos y la modernización de la instalación.

Estos tres factores ponen de manifiesto que la organización de CN Cofrentes ha mejorado en su desempeño, que los equipos funcionan con menos fallos y que se realizan inversiones efectivas para mantener y mejorar los resultados de producción.

La máxima producción y el mejor factor de carga se obtuvieron durante el año 2010, 9.549 GWh producidos con un factor de carga del 99%.

La duración de las recargas es otra importante variable que refleja la fiabilidad de la instalación, ya que las paradas de recarga representan periodos en los que, de forma programada, no ha estado disponible la capacidad de producción de energía en CN Cofrentes (Figura 3).

Su interpretación, sin embargo, requiere considerar que, originalmente, la Central arrancó rea-



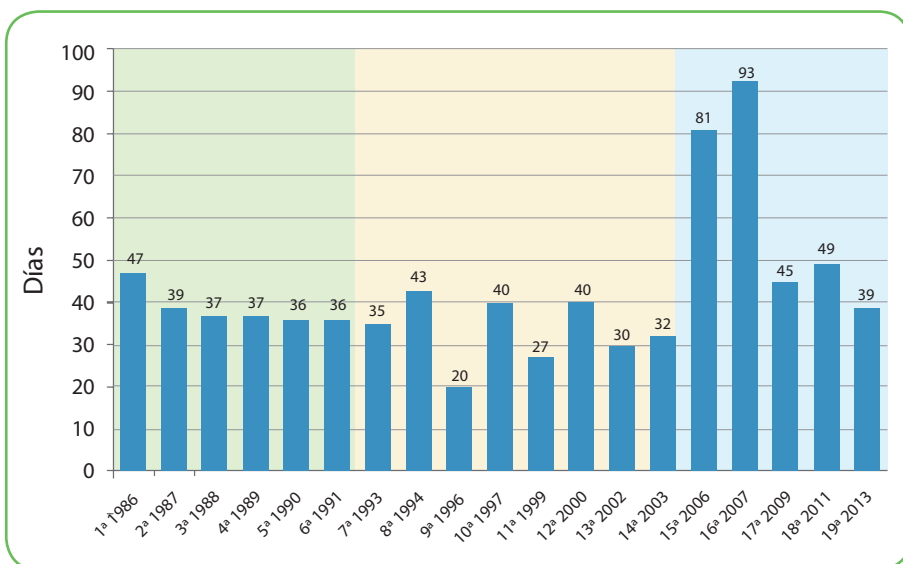


Figura 3. Duración de recargas

lizando recargas anuales, hasta 1991 donde se incrementó la duración de los ciclos hasta 18 meses, y en 2003 CN Cofrentes comenzó a operar en ciclos de 24 meses.

Durante las paradas de recarga se llevan a cabo labores de mantenimiento y modernizaciones significativas de la instalación, que son más necesarias con la duración de los ciclos y con los años de operación de la Unidad.

Las paradas más extensas que ha tenido CN Cofrentes son las de los años 2005 y 2007, cuando se acometieron las dos fases del proyec-

to de sustitución de tuberías del sistema CRDH. Adicionalmente, durante el arranque de la Central tras la recarga de 2007, se produjo una avería en uno de los transformadores principales, extendiendo el periodo previsto de indisponibilidad de la instalación.

La recarga de menor duración fue la número 9, en 1996, en la que se cubrió el alcance de actividades previstas en tan sólo 20 días.

Otro de los parámetros claros que muestra la evolución positiva de la fiabilidad de CN Cofrentes a lo largo del tiempo es la reducción

La regla de mantenimiento, las reuniones de cribado o los procesos de análisis de actividades rutinarias, tienen como objetivo principal identificar las causas de los problemas, resolverlos y evitar su repetición posterior

del número de paradas no programadas, con desconexión automática del reactor (Figura 4).

Tras los primeros años de operación, la central nuclear de Cofrentes fue reduciendo progresivamente el número de paradas automáticas, hasta llegar a 2009, año desde el que no se ha producido ninguna. Con ello, la Planta ha alcanzado el periodo más extenso de su operación sin SCRAM: más de cinco años actualmente. El Ciclo 18 ha sido el primer periodo en que la Central operó de forma continuada durante dos años, desde el arranque de la recarga 17 en 2009 hasta la parada programada para la recarga 18 en 2011.

Desde el inicio de la operación comercial de CN Cofrentes hasta 2014 se han producido 109 paradas automáticas del reactor: 67 de dichas paradas han sido provocadas

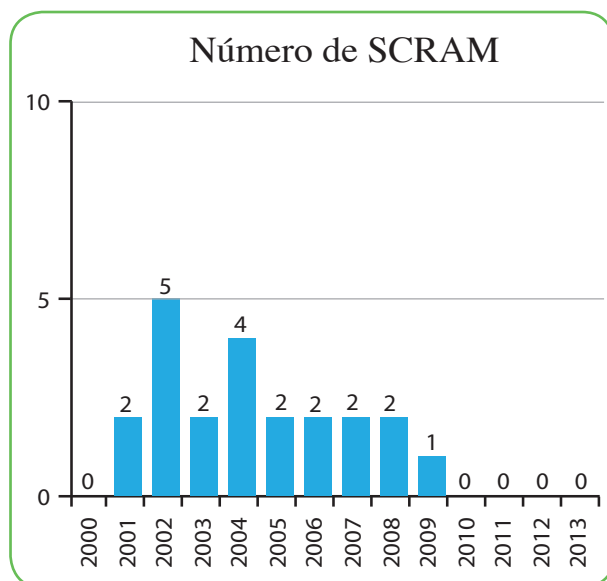
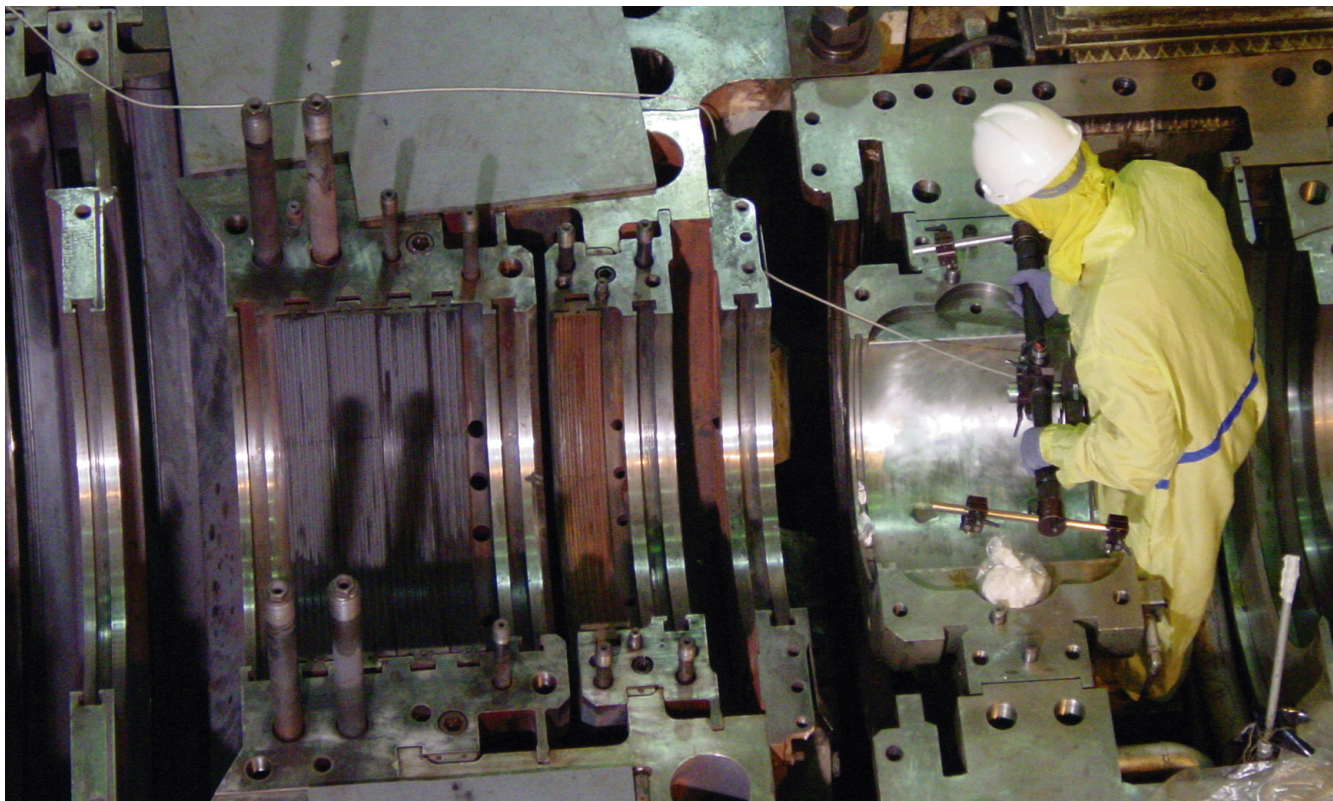


Figura 4. Paradas automáticas del reactor



por fallos de equipos, lo que supone el 61,5% de los incidentes.

Desde 2006 hasta 2009 se produjeron siete SCRAM (paradas automáticas) que tuvieron como causa raíz el fallo de equipos, aunque en dos de ellos también existió un componente de error humano. La respuesta de CN Cofrentes ha logrado eliminar la componente asociada a los equipos y también se han llevado a cabo múltiples iniciativas para reducir los errores humanos.

- El 19 de julio de 2006 y el 26 de enero de 2007 se produjeron transitorios eléctricos en la red de 400kV, que hicieron actuar la protección diferencial. En mayo de 2007 CN Cofrentes sustituyó dicha protección por un modelo más moderno y fiable, que evitaría este tipo de actuaciones.
- El 27 de noviembre de 2006, el 26 de junio de 2008 y el 5 de mayo de 2009 se produjeron averías en el sistema de control de turbina que por motivos diversos provocaron la actuación del sistema de protección del reactor. Tras varios años de preparación del proyecto, en la recarga de octubre de 2009, CN Cofrentes llevó a cabo la sustitución del sistema de control de turbina

Cofrentes ha mejorado su desempeño, los equipos funcionan con menos fallos y se realizan inversiones efectivas para mantener y mejorar los resultados de producción ■

y regulador de presión por una plataforma digital de última generación, que aportó mejoras indudables en el funcionamiento de la Unidad.

Desde su implantación, estos dos proyectos han logrado evitar la repetición de transitorios y de incidentes similares, y son sin duda contribuyentes significativos a la mejora de los resultados de CN Cofrentes.

Aunque las decisiones de iniciar los proyectos de sustitución de la protección diferencial y del sistema de control de turbina se tomaron con mayor antelación, su implementación final se realizó cuando ya se había empezado a detectar los primeros síntomas de pérdida de fiabilidad de los

sistemas existentes. Los objetivos de la organización son hoy más ambiciosos: la central nuclear de Cofrentes tiene como meta anticiparse a los problemas de fiabilidad y solucionarlos antes de que muestren sus primeros síntomas. Ése es el secreto de la Operación Anticipativa, cuyos principios pretenden trasladarse a las áreas de Mantenimiento e Ingeniería.

La fiabilidad es la base de la confianza: cuando discurre mucho tiempo entre averías de un equipo, hace que confiemos en su correcto funcionamiento y que tengamos la certeza de que no va a fallar súbitamente sin que podamos anticiparlo y prevenirlo.

Sin embargo, si lo enfocamos desde una perspectiva organizativa, es la confianza depositada en el equipo de trabajo de CN Cofrentes junto con la cohesión de su organización, las que han hecho posibles los buenos resultados de los últimos años y las que, sobre todo, hacen viable el camino para seguir mejorando. De este modo, parece que los conceptos de **fiabilidad y confianza** establecen un ciclo iterativo cuyo fin es la mejora del funcionamiento y de la seguridad de la instalación. ■