

LA OPERACIÓN Y SU SEGUIMIENTO



En la Central de Trillo, la operación y su seguimiento está encomendada a la Unidad de Producción, encuadrada dentro de la Subdirección de Explotación.

Esta unidad está compuesta por tres Secciones, Operación, Química e Ingeniería de Producción.

La Sección de Operación tiene la misión básica de operar la Central dentro de los límites definidos en el Manual de Operación, las Especificaciones de Funcionamiento y el Permiso de Explotación, realizando un seguimiento de vigilancia continuo para garantizar su cumplimiento.

La Operación de la planta la realizan 10 personas por turno, 4 técnicos en Sala de Control Principal, 2 con licencia de Supervisores, 1 con licencia de Operador de Reactor, ambas concedidas por el CSN y un Operador de Turbina, y 6 auxiliares distribuidos por la planta.

La función de seguimiento de la planta se lleva a cabo por dos métodos, uno basado en la recepción de avisos y el otro basado en la vigilancia continua y rutinaria de los equipos y componentes de la planta.

- Sistemas de avisos; existe un sistema de avisos luminosos y acústicos continuo que se activa cuando se sobrepasan los valores para los que están calibrados, organizado de la siguiente forma:

- Un sistema de alarmas convencionales en los paneles de Sala de Control Principal y paneles autárquicos en otros edificios.
- Un sistema de alarmas por ordenador en Sala de Control Principal.

- Método de Vigilancia rutinaria realizado por el personal de la siguiente forma:

- Rondas de vigilancia de los parámetros e in-

dicadores en los paneles de Sala de Control cada 4 horas, realizados por los Operadores de Reactor y de Turbina.

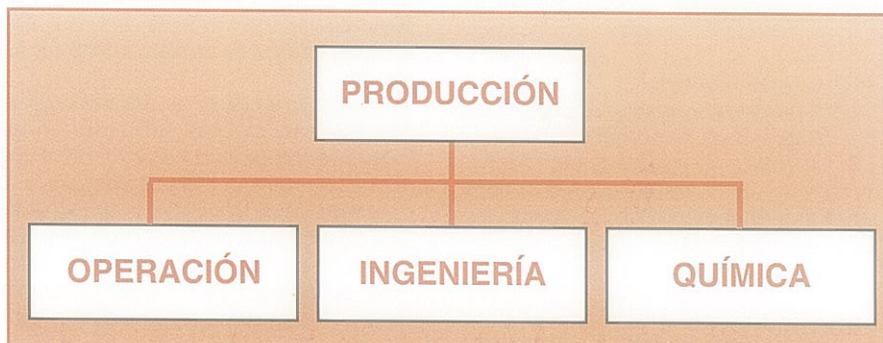
- Rondas de vigilancia de los parámetros, indicadores y estado de los equipos y componentes de la planta en todos los edificios una vez cada 8 horas realizado por los auxiliares de Operación.

- Programa de ejecución de Pruebas Periódicas a equipos relacionados con la seguridad de la planta según las E.F., realizándose por personal de Operación y de otras secciones, se realizan por término medio 400 P.P. al mes, 4.200 al año y 460 cada recarga.

- Programa de ejecución de Pruebas Periódicas a equipos NO relacionados con la seguridad, SI importantes para garantizar su operabilidad y disponibilidad, realizándose por personal de Operación, 35 P.P. por mes, 517 por año, y 60 cada recarga, por término medio.

- Comprobación de enclavamientos a equipos y componentes mas importantes de la planta relacionados con la seguridad y disponibilidad de la misma, realizándose por el personal de operación durante las recargas, siendo 40 comprobaciones por término medio.

- Así mismo cada vez que un equipo relacionado con la Seguridad es intervenido, además de las comprobaciones rutinarias se le realiza la Prueba Funcional según su procedimiento



de Prueba Periódica, realizándose por personal de Operación y de otras secciones por término medio 550 pruebas al año.

- También se ejecuta un programa de Rotación en Funcionamiento de Equipos y Componentes mensualmente con el fin de que todos los equipos funcionen el mismo tiempo durante todo el año realizándose por operación unas 130 conmutaciones, paradas y arranques de equipos.

La **Sección de Ingeniería de Producción** tiene la misión básica de contribuir a la explotación segura de la Central, haciendo un seguimiento de los parámetros de funcionamiento y controlando que los componentes de la misma no sufran una degradación que impida su correcto funcionamiento, o que pudiera llegar a sufrir una rotura catastrófica durante su solicitud o funcionamiento.



Para ello, se realiza de forma periódica un análisis de los principales parámetros operativos y el seguimiento de los parámetros de operación de equipos y componentes, inspeccionándose aquellos que así lo requieran.

Como objetivo adicional está aumentar la producción eléctrica, tratando de detectar y minimizar las pérdidas de eficiencia de la Central, incluyendo posibles mejoras en el rendimiento y por tanto aumento de la generación eléctrica

manteniendo los límites y condiciones de seguridad.

- Se hace el seguimiento de los parámetros de operación del reactor, de los elementos combustibles y de los componentes internos de vasija.

- Seguimiento de la operación nuclear. Esto incluye el control de potencia térmica generada, distribuciones de potencia, quemados de los EE.CC. etc. También se hace el seguimiento y análisis de cualquier aviso dado por el sistema de vigilancia de partes sueltas del primario.

- Elementos combustibles.

- Componentes nucleares.

Los componentes nucleares, tales como interinos de vasija, barras de control e instrumentación intranuclear son inspeccionados rutinariamente, bien sea visualmente o por otros tipos de ensayos no destructivos como ultrasonidos o corrientes inducidas.

- Se hace un seguimiento de equipos:

- Equipos móviles.

Para la vigilancia de equipos móviles, tales como bombas, ventiladores, etc, se utilizan técnicas de mantenimiento predictivo, es decir, control de sus parámetros de funcionamiento. Entre estos parámetros, cabe destacar las medidas de presión, temperatura, caudales o vibraciones.

En Trillo existen un total aproximado de 1200 equipos móviles, de los que se han selecciona-



Se lleva un control exhaustivo de los elementos combustibles, sus movimientos, comportamiento y utilización durante toda su permanencia en la Central. Incluye realizar las inspecciones necesarias para garantizar en todo momento su correcto estado, y en caso necesario, su reparación.

do para su seguimiento 325, en función de su importancia, ya sea de seguridad, disponibilidad o económica. El seguimiento se efectúa mediante pruebas periódicas de funcionamiento de los equipos, bien sea por pruebas asociadas a las Especificaciones de Funcionamiento, o bien por rutas periódicas de vigilancia.

- Equipos estáticos.

La vigilancia de los equipos estáticos, principalmente cambiadores de calor, se hace mediante balances de los parámetros asociados a este equipo.

De igual forma, otros equipos importantes se vigilan mediante seguimiento de consumos, temperaturas, balances de caudales, medidas de fugas, etc.

Al igual que en el caso de las máquinas rotativas, existen unas pruebas asociadas a las Especificaciones de Funcionamiento, y otras que se hacen por rutas de vigilancia predictiva.

- La vigilancia de materiales y estructuras se realiza básicamente mediante el programa de Inspección en Servicio. Se centra en los sistemas de seguridad, pero también se aplica a aquellas áreas importantes de la Central, bien

sea por motivos de disponibilidad o seguridad.

Las técnicas habitualmente utilizadas para esta vigilancia son los ensayos no destructivos, tales como ultrasonidos, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías o pruebas de presión.

El programa de Inspección en Servicio se lleva a cabo de acuerdo al Código ASME XI, si bien en determinados aspectos, y debido al origen del diseño, se aplica la correspondiente normativa alemana (KTA's).

- Mediante el seguimiento de los parámetros indicadores del rendimiento global de la central y la realización de los balances correspondientes, se pretende detectar posibles pérdidas de producción eléctrica.

La transferencia de calor entre distintos sistemas, transportando la energía originada en el núcleo del reactor, hacia el secundario, la evacuación del excedente calórico hacia el sistema terciario de refrigeración, y la disipación del generado en las máquinas necesarias para la operación, constituyen el fundamento termodinámico del funcionamiento de la central. Esta transferencia tiene lugar a través del agua circulante, el cual requiere unas condiciones de calidad para que la misma tenga lugar de manera satisfactoria y se eviten daños por corrosión en los componentes.

La base del acondicionamiento químico reside en la utilización de aditivos y la ausencia de impurezas en el agua, con el objeto de disminuir su corrosividad, ésta es esencialmente la misión de la **Sección de Química**.

Los valores críticos de impurezas admisibles dependen del sistema en cuestión, existiendo para los circuitos primario y secundario requisitos de limitación a la operación de la central, denominados "niveles de acción", en caso de transgredirse ciertos límites más allá de plazos de tiempo prefijados, debido al riesgo de operar en esas condiciones.

Los parámetros químicos de los sistemas se comprueban mediante un exhaustivo programa de toma de muestras y análisis, e incluso, para los más críticos, de monitorización en línea, con alarma y registro en la sala de control de la central. En caso de desviaciones, frente a los criterios establecidos, deben tomarse acciones correctoras para restituir los valores de los parámetros afectados dentro de lo permitido. La toma de estas acciones requiere en general del trabajo conjunto de las secciones de química y operación, ya que se necesita actuar sobre los sistemas auxiliares del afectado. Así por ejemplo, el incremento de la concentración de cloruro en el agua del generador de vapor, debido a una entrada de agua bruta al secundario a través de un daño en tubos del condensador, precisa la puesta en servicio de un tren adicional del sistema de tratamiento de la purga. En el caso hipotético de que la contaminación por cloruro progresara más allá de los límites establecidos, sería necesaria la bajada de potencia hasta el 30%, o incluso la parada de la central, en función de los niveles de acción a los que

se ha hecho referencia antes. En este caso particular, además, es recomendable, aún cuando no se alcancen dichos límites, el establecer el momento oportuno, para aislando un semicuerpo del condensador, proceder a la localización y reparación de los tubos afectados, operación que puede realizarse con la central a potencia, requiriéndose la intervención de diversas áreas de trabajo.

Los agentes de acondicionamiento utilizados, varían también con los sistemas. Para el circuito primario se utiliza hidróxido de litio e hidrógeno, debiendo mantenerse un residual comprendido entre 1,9-2,1 mg/kg para el primero y entre 2 - 3 mg/kg para el segundo. El hidróxido de litio se dosifica mediante adiciones discontinuas, desde el sistema TB40, inyectándose en el sistema de control químico y de volumen mediante una bomba. El hidrógeno se adiciona de manera casi continua por el propio sistema anterior, mediante un lazo de regulación vigilándose desde la sala de control la operabilidad del mismo, y a través del laboratorio químico las correspondientes concentraciones en el agua.

En el caso del sistema secundario el agente de acondicionamiento utilizado es la hidracina, secuestrante de oxígeno, que por descomposición térmica origina amoníaco, el cual mantiene el pH del agua en la zona de menor corrosividad para el acero al carbono -en torno a diez unidades-. Este aditivo se adiciona mediante una bomba en continuo en el agua de condensado.

Otros sistemas significativos son el sistema de refrigeración principal, el de tratamiento del agua de aportación y el de desmineralización. El primero tiene la finalidad de evacuar el calor no aprovechable para la producción de energía eléctrica, función necesaria para alcanzar el rendimiento termodinámico del ciclo, por lo que en este caso es crítico el estado de limpieza de los tubos de transferencia de calor del condensador y por tanto en la potencia eléctrica generada por la central. Debe operarse con un agua que cumpla los requisitos establecidos de limpieza, química y biológica e impedirse la precipitación de carbonato cálcico.

En el caso del agua de aportación, en épocas de avenida se producen importantes incrementos de la materia en suspensión, por lo que ésta no es adecuada para su uso directo, precisándose la clarificación mediante la adición de diversos reactivos en la planta de pretratamiento. El arranque de las dosificaciones químicas, en función de las características del agua de aporte, tiene lugar desde la sala de

F. Yagüe, C. de la Cal, A. Sanjuan y J. Fernández Gil; Equipo responsable de la unidad de Producción.



control local del edificio ZG0, al activarse la alarma de alta turbiedad, en coordinación con el laboratorio químico que determina los ajustes necesarios para cada condición particular del agua.

El sistema de desmineralización tiene como finalidad eliminar las sales presentes en el agua bruta habiéndola apta para su utilización en los circuitos cerrados de refrigeración, primario y secundario, cuya funcionalidad resultaría afectada por deposición de sales o corrosión en los cambiadores de calor correspondientes, en caso de utilizarse agua no desmineralizada, siendo la exigencia de pureza extraordinariamente alta en el caso de los dos últimos, no pudiendo operar la central de no alcanzarse los valores requeridos. Por esta razón, se realiza también una intensa vigilancia, tanto automatizada mediante medidores en continuo con enclavamientos sobre el sistema, como manual, en los depósitos de agua desmineralizada.

Adicionalmente a los requisitos de calidad del agua de los diversos sistemas de la central, existen limitaciones de obligado cumplimiento impuestas por la autoridad reguladora, vigiladas en los laboratorios de química, a través de las correspondientes técnicas analíticas, entre las que se encuentran la fuga primario-secundario a través de los tubos de los generadores de vapor, que se cuantifica en función de la actividad específica de ciertos radioisótopos en el agua del secundario, y la contaminación por radioyodo del refrigerante primario. Las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en vigor requieren la parada inmediata de la planta en caso de transgredirse las limitaciones impuestas.

También los procesos de descarga de efluentes y acondicionamiento de bultos requieren un control tanto químico como radioquímico, a efectos de garantizar el cumplimiento de los límites establecidos, interviniendo conjuntamente los departamentos de química, operación y protección radiológica, en las distintas facetas de análisis, operación, autorización y seguimiento y registro.