

PROTECCION Y MANTENIMIENTO EN LA CENTRAL NUCLEAR DE VALDECABALLEROS

Rafael OLAVARRIA RODRIGUEZ-ARANGO y
Vicente BUZON KINDELAN

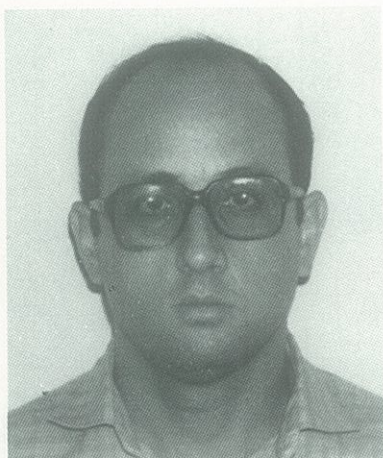


Rafael OLAVARRIA RODRIGUEZ-ARANGO es Ingeniero Industrial al servicio del Ministerio de Industria y Energía.

En 1974 ingresó en Empresarios Agrupados como Ingeniero de Planificación. También trabajó como Jefe de Planificación de Proyecto en C.N. Cofrentes.

Se incorpora en 1978 al Ministerio de Industria y Energía como Ingeniero en la Delegación Provincial de Vizcaya. Fue Jefe de la Sección de Centrales Nucleares de la Dirección General de la Energía.

Desde 1981 trabaja en C.N. Valdecaballeros como Jefe de Coordinación de Proyecto y, posteriormente, como Jefe de Montajes.



Vicente BUZON KINDELAN estudió en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla. Ingresó en Compañía Sevillana de Electricidad en 1977, siendo asignado al Servicio de Estudios y Construcciones Eléctricas. En 1979 pasó al Departamento de Explotación de Centrales Térmicas (C.T. Cristóbal Colón). Se incorporó en 1982 a C.N. Valdecaballeros como Jefe de Montajes Eléctricos. Actualmente es Jefe del Departamento de Mantenimiento y Almacenes.

INTRODUCCION

Durante todo el desarrollo del proyecto de la C. N. Valdecaballeros se ha prestado especial atención a las actividades de mantenimiento y protección, conscientes de los beneficios que estas actividades implican en todos los aspectos del proyecto y que se traducen en mejoras en las condiciones de operación y en las disminuciones de costos y plazos.

Esta especial atención se ha traducido en medidas específicas en todas las etapas del proyecto, y en la fase de construcción se han concertado en acciones dirigidas a conseguir la adecuada recepción e inspección de los equipos en obra, el idóneo mantenimiento y la adecuada protección de las instalaciones y de los equipos situados en almacenes o montados, y la optimización de los servicios e instalaciones generales y auxiliares. Para ello se ha contado en todo momento con personal y medios específicos.

No obstante, estas actividades han cobrado especial importancia durante la parada, debido a la prolongación de los períodos de almacenamiento y a la interrupción de los montajes, lo cual ha implicado un incremento de las actividades incluidas en el Programa de Mantenimiento y Protección de la Central y de los objetivos que éste persigue.

Básicamente, estos objetivos son:

- Evitar la degradación o deterioro de los equipos, elementos e instalaciones.
- Mantener las garantías, entendiéndose este concepto en un sentido más amplio, que implica el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear y órganos competentes de la Administración, por los suministradores, o por las compañías de seguro, etc.
- Facilitar el relanzamiento y la terminación del proyecto.

En el sentido de que si el mantenimiento y la protección de lo ya construido, montado y acopiado, se realiza en las condiciones debidas, el impacto económico y los retrasos producidos por la parada de los trabajos no se verán aumentados y, sobre todo, se podrán reanudar las obras con perfecta garantía y en un tiempo breve.

Estos objetivos principales se complementan con otros también básicos, tales como:

- Minimizar el costo del programa.
- Optimizar el mantenimiento de acuerdo con las condiciones peculiares de parada.

- Dar continuidad a unas actividades y una organización de mantenimiento y protección que funciona desde el inicio del proyecto, de modo que su experiencia y conocimientos sirvan para las fases de relanzamiento y terminación.
- Disponer de información y controles documentales de las circunstancias y evolución del estado de equipos y elementos.

Dentro de las actividades del programa se puede hacer una separación entre las de protección y las de mantenimiento.

En el primer grupo se incluye básicamente.

- La protección física y ambiental de equipos e instalaciones, dando prioridad al acondicionamiento de edificios o cubículos frente acondicionamientos puntuales.
- La instalación de los adecuados sistemas de drenajes y de protección contra-incendios. En ambos casos, se considera la máxima utilización de los sistemas definitivos, de modo que se minimicen los sobrecostos producidos por la parada.

En cuanto al mantenimiento, también éste se entiende en el sentido más amplio, es decir, cubre todas las áreas del proyecto, y, en concreto, si nos referimos al área de construcción, incluye edificios, equipos y elementos, instalaciones y servicios auxiliares, etc.

No obstante, existen distintos niveles de mantenimiento establecidos, teniendo en cuenta aspectos tales como: importancia funcional de los equipos y elementos, integridad estructural y delicadeza de los elementos que los componen, condiciones físicas y ambientales de las ubicaciones, niveles de protección, etcétera.

Estos distintos niveles, junto con las peculiaridades de cada equipo, elemento o instalación, da lugar a que los mantenimientos rutinarios a los que cada uno de ellos se somete, exija el estudio y desarrollo de procedimientos detallados. Así como en los casos que se consideren necesarios, obliga a establecer mantenimientos específicos o especiales.

Como mantenimientos específicos se incluyen planes que cubren aspectos a los que se debe prestar especial atención, tales como: plan de control de la corrosión, programa de desmontaje de equipos delicados, de protecciones de embebidos, etc.

En mantenimientos especiales se incluyen los programas específicos dedicados a equipos o elementos que lo requieren, como la vasija del reactor, el

Siga con su trabajo.

Cerberus está alerta.

Usted no puede vigilarlo todo: Su oficina, su almacén, su fábrica... Necesitaría un ejército de vigilantes turnándose permanentemente para custodiar cada puerta, cada ventana, cada local...

Cerberus sí puede. Cerberus está especializado en sistemas para la detección y lucha contra incendios, atmósferas explosivas y en la protección contra el robo.

Más de 200.000 sistemas de seguridad Cerberus están continuamente en alerta en todo el mundo (más de 1.200 en España) protegiendo a las personas y sus bienes. Podemos instalarle el que se adapte exactamente a sus necesidades.

Consulte con Cerberus. Para que reconozca y evalúe sus riesgos, le proponga soluciones, coordine la instalación del sistema adecuado y lo mantenga en permanente funcionamiento.

Perú, 186
08020—BARCELONA
Teléfono 93/308 20 04
Télex 52871 CERPA E

Ruiz Perelló, 12
28028—MADRID
Teléfono 91/255 66 05
Télex 45635 CERM E



CERBERUS PROTECCION

La técnica Cerberus protege las personas y sus bienes

Infórmese sobre lo que pueden hacer por su empresa los sistemas Cerberus.

14

Para recibir información confidencial sobre los sistemas Cerberus señale el sistema que prefiere, recorte y envíe este cupón a: CERBERUS PROTECCION, Perú 186 08020—BARCELONA.

Acompañe su tarjeta profesional.

- ☐ Deseo una demostración en la sala de pruebas de Cerberus. Concierten día y hora.
- ☐ Deseo recibir amplia información en mis oficinas. Concierten día y hora.
- ☐ Deseo recibir información escrita. Tomo nota de que será limitada, por razones de seguridad.

turbo-generador o las tuberías de sistemas con elevados requisitos de mantenimiento.

PROTECCIONES

En todo momento se han ido incorporando protecciones adecuadas a los equipos, de acuerdo a las necesidades y evolución de la obra. Estas protecciones han contemplado las posibles incidencias propias del desarrollo de las actividades constructivas: montajes próximos a los emplazamientos de equipos, ejecución de segundas fases de obra civil, parámetros ambientales, emisión de partículas, etc.

Normalmente, estas protecciones han sido individuales para cada equipo o elemento, debido a las interfases con el montaje y a la dificultad de aislar espacios que posibilitarán la homogeneización y el control por zonas de las condiciones ambientales. Así mismo, estas protecciones se han diseñado adaptables, de manera que fuesen idóneas para los distintos factores agresivos existentes a lo largo de la Construcción y el Montaje.

En consecuencia, las protecciones se han solido basar en un aislamiento prácticamente «envolvente» para cada equipo, reforzado en zonas especialmente sensibles (mecanizados, zonas de lubricación, etc.). Se complementaban con acondicionamientos puntuales de los equipos mediante calefacciones, desecantes o inhibidores de corrosión. En caso de componentes delicados, susceptibles de deterioro, se procedía al desmontaje de los mismos.



Actuador de una válvula de control de la central.
Operaciones de mantenimiento.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, VALVULAS Y TRAMOS

EQUIPOS:

- En almacenes	1.172
- Montados	775
TOTAL	1.947

VALVULAS:

- En almacenes	5.605
- Montados	1.358
TOTAL	6.963

TRAMOS DE TUBERIAS:

- En almacenes	6.011
- Montados	5.446
TOTAL	11.457

La situación de parada de la central ha supuesto modificaciones en los datos de partida para protección de equipos y elementos:

Por una parte, dentro del programa de parada se llega a un grado de finalización, de la mayor parte de los edificios en fase de construcción, que permite la protección integral contra los agentes atmosféricos de las instalaciones contenidas en los edificios y posibilita la obtención de zonas con condiciones ambientales homogéneas y controlables. También, la paralización de las actividades de construcción reduce, durante esta fase, las interfases y las incidencias puntuales.

En contrapartida, deben protegerse y acondicionarse las instalaciones, equipos y elementos para un período más largo y tienen que extenderse o reforzarse las medidas de protección de modo que se cubran elementos que dentro del programa de construcción no precisaban de un tratamiento específico, son los casos de soportes, estructuras, embebidos, etc.

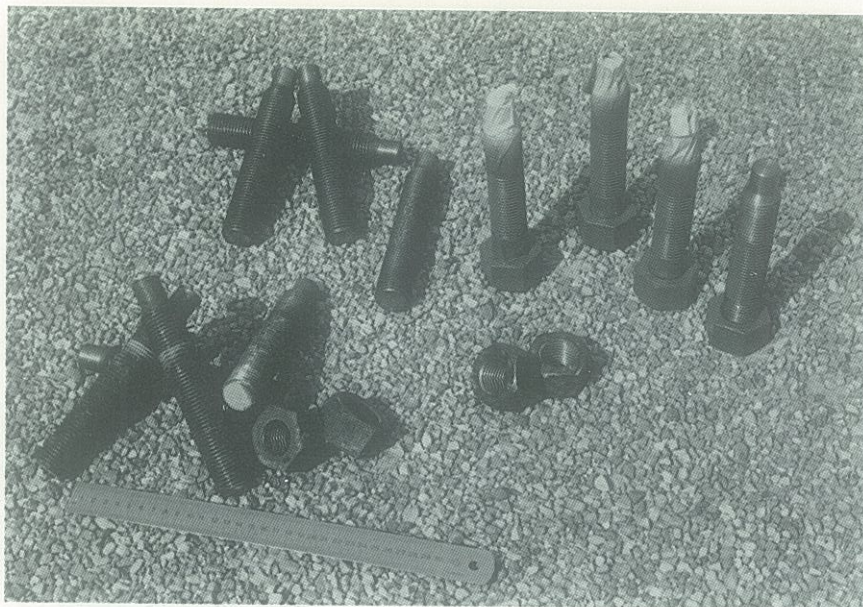
En consecuencia, la variación de estos datos de partida ha modificado los criterios de protección, dándose prioridad a los acondicionamientos generales o integrales frente a los puntuales, y ha supuesto la puesta en marcha de un programa que incluye las siguientes acciones:

Cierre de edificios y zonas

Se está procediendo al cierre sistemático de todos los huecos exteriores e interiores de los edificios, con objeto de: suprimir las entradas de agua y dismi-

Trabajos de limpieza y precintado de tuberías de accionamiento de las barras de control.





Parque de almacenamiento de intemperie. Reacondicionamiento e imprimación, con pintura anticorrosiva, de pernos.

nuir drásticamente las de polvo, minimizar las circulaciones de aire y amortiguar sensiblemente las variaciones de los parámetros ambientales en el interior.

Para este último objetivo, ya la finalización de los edificios aporta un apantallamiento térmico considerable frente a las variaciones de la temperatura exterior, proporcionando un nivel natural de acondicionamiento muy importante. Se evita con ello una considerable inversión por este concepto.

También se ha establecido un procedimiento de paso de zonas de la obra a situación de mantenimiento rutinario, que lleva implícito unos niveles de limpieza óptimos, la ausencia de elementos potencialmente agresivos y el control de actividades y accesos a dichas zonas. Para cada una de estas zonas se define el nivel de acondicionamiento requerido en base a los requisitos de los equipos o elementos ubicados o montados, procediéndose de acuerdo con ello a establecer las medidas que permitan mantener las condiciones exigidas en cuanto a estanqueidad de recintos, variación de parámetros ambientales, inexistencia o minimización de cargas térmicas, evacuación de aguas, etc.

Control de condiciones ambientales

Es evidente que el acondicionamiento ambiental de diferentes zonas de los edificios supone una mejora en las condiciones de mantenimiento de los equipos, así como un menor costo frente a la extensión de las protecciones puntuales a toda la central. En consecuencia, en el programa de parada y en la implantación del Programa de Protección y Mantenimiento se le ha prestado especial atención a este aspecto.

Estimando la corrosión por ataque atmosférico como la causa principal de deterioro de equipos, la protección básica establecida consiste en mantener la humedad relativa en el interior de los edificios por debajo de un valor determinado. En función de la naturaleza e importancia de los materiales protegidos, se pretende que la humedad no sobrepase el umbral de agresión del 60 % en ninguna circunstancia, mantener dicha humedad por debajo del 100 %, o minimizar el tiempo en que la humedad se mantiene en este valor, produciendo, en consecuencia, condensaciones.

Para conseguir estos objetivos, en los edificios o zonas que se transfieren a situación de mantenimiento rutinario se instalan los equipos o sistemas de aire

acondicionado (normalmente aerotermostos y deshumidificadores), así como los registradores de humedad y temperatura, que permiten conseguir y controlar las condiciones ambientales establecidas para cada caso.

Sistema de drenaje

Dentro de este planteamiento de protección integral se ha considerado fundamental la instalación de los sistemas de drenajes y de protección contra incendio idóneos para el objetivo que se pretende conseguir de minimizar las acciones puntuales de protección.

Para la puesta en servicio durante la parada de la central de un sistema de drenajes se han distinguido dos fases:

La primera fase, que existe mientras se continúan realizando actividades de obra civil o de montajes y cuyo objetivo es evitar el deterioro de la red de drenaje definitiva debido a la posibilidad de recibir aportaciones sucias, consiste en un red formada por bombas de drenaje y tuberías galvanizadas provisionales. Esta red se complementa con las instalaciones de desagüe necesarias para evitar la permanencia de agua en las zonas de trabajo o en los emplazamientos de equipos, y con la existencia de una brigada que atienda los lugares desprovistos de las instalaciones citadas.

En la segunda fase se pone en servicio el sistema de drenajes de suelos en los edificios o zonas donde se cumplen los siguientes requisitos: existen equipos montados, cualquiera que sea el nivel de mantenimiento de los mismos, y en el momento de la parada se encontraban en fase avanzada de montaje las tuberías afectadas.

La aplicación de los anteriores criterios supone la implantación parcial de la red de drenaje de suelos en los edificios auxiliar, combustible, turbina y calentadores, incluyendo su conexión con el colector de salida en el edificio de tratamiento de condensado, que vierte a la red perimetral de drenaje de la central para su evacuación.

Esta red estará formada por tuberías definitivas, completamente finalizadas y limpias, pero las bombas serán, en su mayor parte, provisionales, ya que se ha considerado que su utilización, en un régimen de aportaciones distinto al previsto, implicaría un deterioro que las haría inutilizables para la operación normal de la planta.

La implantación de esta red supone la finalización de los suelos de acabado de todas las zonas afectadas, de modo que sea posible drenar por los sumideros de suelos cualquier acumulación de agua.

En las zonas donde no se implante esta segunda fase permanecerán las instalaciones provisionales de la primera.

Sistema de protección contra incendio (PCI)

El sistema PCI instalado ha sido definido de acuerdo a dos criterios fundamentales:

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Bombas Válvulas E. ventil. Compres. Tanques Inter. Motores

Giro de ejes

Lubricación

Verific. eléct.

Niveles

Presurización

Sellados

Tomas de muestra

- Protección contra incendios eficaz durante la fase de parada.
- Utilización al máximo de sistemas definitivos.

De acuerdo a los principios expuestos, ha habido que adaptar el sistema PCI diseñado por la ingeniería para etapa de explotación según los riesgos existentes actualmente en la obra y a las posibilidades de montaje de sistemas definitivos.

En relación con los riesgos existentes actualmente en obra hay que destacar casos tan dispares como que el riesgo de incendio durante la fase de parada sea superior al riesgo existente en operación, como sucede en áreas de tuberías, casos en los que el riesgo de incendio actual sea prácticamente nulo comparado con el existente con la central en funcionamiento, como sucede en la sala de cables y casos en los que el riesgo existente es similar al que habrá en el futuro.

Una vez determinado el riesgo de incendio en cada área de la central en las condiciones actuales de obra, el siguiente paso ha sido analizar los subsistemas previstos para el proyecto definitivo en condiciones de operación y seleccionar aquellos cuya puesta en servicio es viable y que garantizan una cobertura razonable del riesgo de incendio existente.

En algún caso se ha presentado la situación de tener que implantar subsistemas provisionales, dada la imposibilidad de realizar el montaje de los sistemas previstos como definitivos.

Cabe resaltar, por el impacto que tiene sobre el volumen total de trabajos a realizar, la forma de seleccionar los subsistemas de extinción acuosa en cada edificio, escogiendo aquellos elementos cuya puesta en servicio de forma conjunta garantizan una cobertura aceptable en todas las áreas con riesgo de incendio y al mismo tiempo minimiza las tuberías a poner en servicio.

Durante el período necesario para la instalación del sistema previsto se han mantenido, potenciándose, las medidas ya existentes, desde el comienzo de la construcción, como son la existencia de un parque de bomberos en el emplazamiento, realización de rondas periódicas por personal del mismo, control estricto de cargas térmicas en edificios, etc.

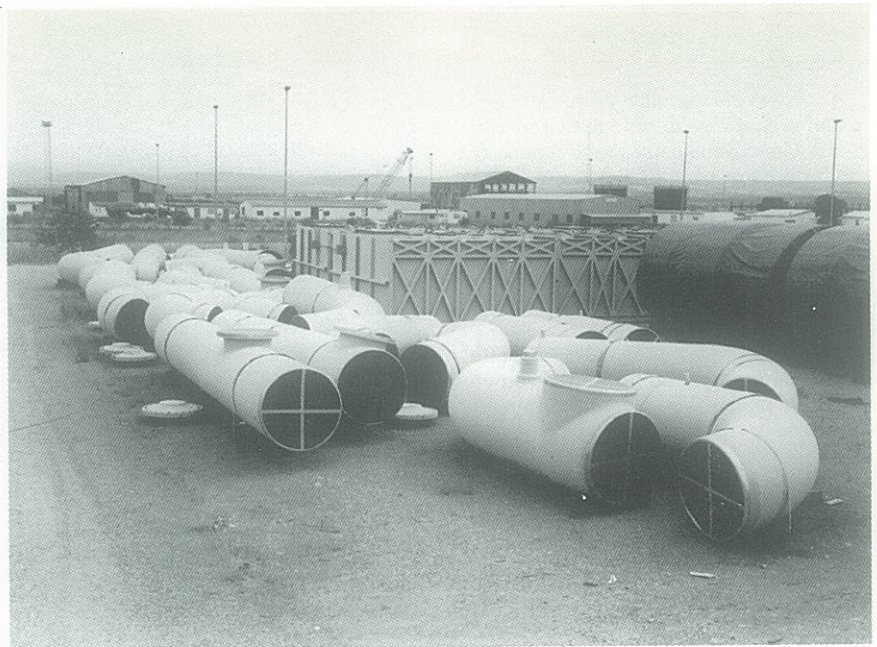
Las características fundamentales del sistema contra-incendios instalado son los siguientes:

Detección:

En las áreas que presentan riesgo de incendios se monta la detección definitiva, de forma completa, incluyendo el cableado desde detectores hasta Centros Locales de Señalización y Control (CLSC).

El cableado desde los CLSC hasta el panel central de alarmas, al no estar disponibles todas las canalizaciones necesarias, es provisional.

Los CLSC necesarios son los definitivos en su configuración completa, quedando inactivas las secciones que



Parque de almacenamiento de intemperie. Instalación de tapas herméticas en tuberías de vapor de baja presión.

supervisan zonas en las que no se instala actualmente detección.

Panel central de alarmas:

Se instala el equipo definitivo, aunque ubicado en vez de en la sala de control, en el centro de vigilancia industrial, controlado de forma directa las veinticuatro horas.

Sistema de extinción acuosa:

Se instala el definitivo, aunque de forma parcial. Se ponen en servicio las

mangueras de las zonas a proteger, lo que implica la puesta en funcionamiento de una parte del sistema de tuberías PCI, cuyo montaje se encontraba muy avanzado antes de paralizar la construcción.

En los edificios nucleares se pone en servicio el sistema no sísmico por encontrarse más avanzado el montaje del mismo.

En las zonas donde van alojados los tanques de aceite del turbogenerador se disponen sistemas acuosos automáticos.

PROTECCIONES SUPERFICIALES

Elemento	Protección adoptada	Seguimiento
Tuberías en parque a intemperie.	Sellado. Protección superficial bordes soldadura. Desecante.	Sustitución desecante.
Tuberías en edificios de obra.	Limpieza y sellado, por sistemas.	Testigos de corrosión.
Intercambiadores en almacén.	Sellado y presurización.	Verificación.
Intercambiadores en obra.	Por sistemas; Aislamiento más inhibidor o desecante.	Reposición.
Tanques.	Aislamiento más inhibidores.	Reposición.
Equipos ventilación.	Aislamiento más calefacción.	Control calefacciones.
Bombas.	Aislamiento más desecantes o inhibidores.	Reposición.
Compresores.	Aislamiento y presurización. Alternativamente, desecantes o inhibidores.	Verificación. Reposición.
Internos turbina, montados.	Deshumidificación.	Control.
Internos turbina, en almacén.	Protección superficial.	Sustitución periódica.
Internos vasija reactor, montados.	Deshumidificación.	Control.
Internos vasija reactor, en almacén.	Desecantes.	Sustitución desecante.
Superficies mecanizadas.	Protección superficial.	Sustitución periódica.
Superficies contactos eléctricos.	Protección superficial.	Sustitución periódica.
Cojinetes montados.	Aceite o inhibidor.	Control niveles.
Embebidos (mecanizados).	Protección física y superficial.	Reposición, si procede.
Estructuras.	Pintura.	Reposición, si procede.

Sistema de presurización y reserva de agua:

Al no estar disponible en el momento actual el ambalse de refrigeración sobre el río Guadalupejo, utilizado como reserva de agua para PCI durante la fase de explotación, se recurre a utilizar como reserva de agua los tanques previstos para el almacenamiento de agua desmineralizada (2.500 m³), dotándoles de una acometida para reposición automática de agua a los mismos.

El sistema de bombeo definitivo, aunque suministrado, no resulta recomendable su puesta en operación fuera de su ubicación definitiva, se utiliza un sistema de bombeo y presurización provisional.

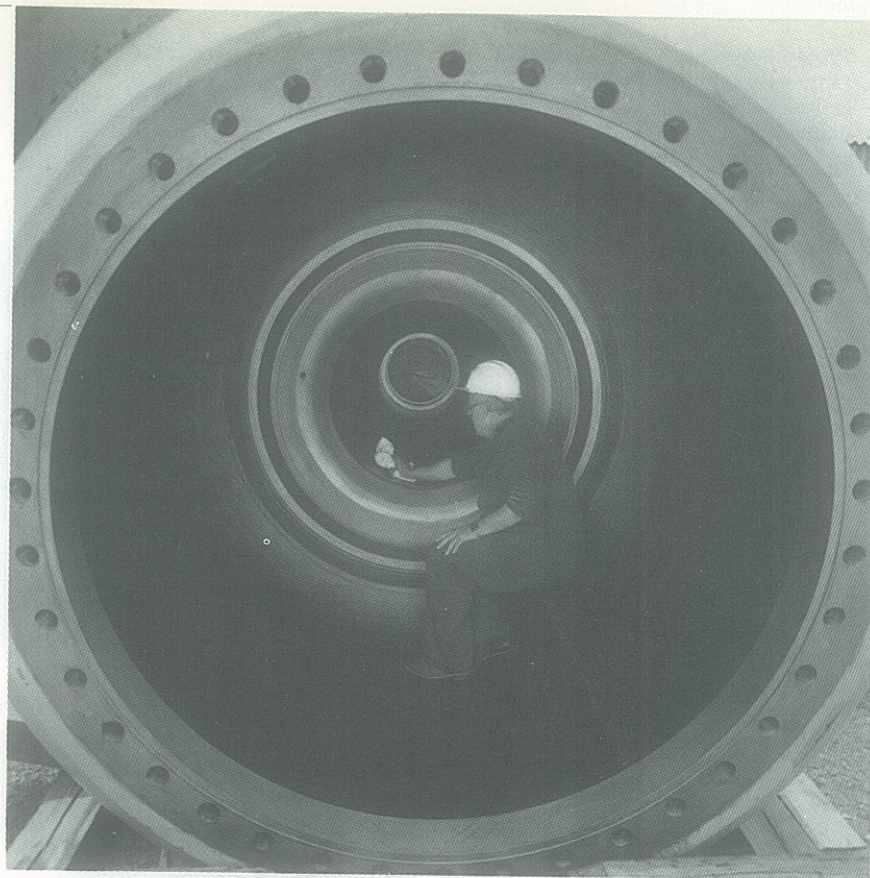
Almacenes

En almacenes se mantiene el planteamiento de aplicar un nivel de protección global frente a protecciones puntuales alternativas, siempre que la inversión necesaria se estime rentable.

Por otro lado, se ha producido un incremento considerable de los equipos y elementos a almacenar, lo cual obliga a que se tengan que tomar medidas que permitiendo mantener los niveles de almacenamiento exigidos, se minimicen las necesidades de instalaciones adicionales.

Para conseguir los anteriores objetivos, se han tomado las siguientes acciones específicas:

Se ha procedido a una reordenación general de los almacenes, optimizando los espacios, se ha extendido el control ambiental a varias naves catalogadas anteriormente de nivel inferior, se han utilizado zonas acondicionadas de edificios como lugar de almacenamiento, así por ejemplo se almacenan en edificios de la Unidad I, los rotores de la turbina de la Unidad II, las barras de fase aislada, los tubos del condensador, etc.



Grupo II. Parque de almacenamiento de intemperie. Válvula de control y aislamiento. Aplicación de TECTYL en superficie mecanizada.

Aún así, ha sido necesario la implantación de almacenes y cobertizos adicionales a los existentes.

Acondicionamientos puntuales

No siempre se considera óptimo cubrir a través del acondicionamiento general los niveles exigidos para cada uno de los equipos o elementos. En consecuencia, una vez definido el nivel de acondicionamiento de una zona de-

terminada, se estudia en detalle la idoneidad de este nivel con relación a los equipos ubicados, estableciéndose acondicionamientos puntuales complementarios en los casos que se consideren necesarios.

Estas protecciones complementarias también se extienden a elementos o superficies especialmente delicados, aún en los casos en que la protección general sea suficiente para el equipo afectado.

En general, estas protecciones puntuales están formadas por estructuras desmontables con cubierta de chapa y lona ignífuga para acceso a los equipos. La estanqueidad conseguida es suficiente para proporcionar una elevación interna de temperatura de 10 °C sobre el resto de la sala con una calefacción moderada. La protección física es adecuada para prevenir impactos o depósitos sobre los equipos.

En equipos que por su configuración no requieran esta protección por disponer de carcasas externas u otra razón, se protegen localmente los elementos delicados con cubiertas, material amortiguador o similar.

Cuando se considera conveniente se procede al desmontaje de estos elementos delicados, bien como actividad puntual o dentro de campañas específicas.

MANTENIMIENTO

El objetivo básico del mantenimiento es prevenir y evitar cualquier deterioro o causa potencial del mismo que reduzca la integridad y fiabilidad funcional de

SISTEMA PROTECCION CONTRA INCENDIOS (FASE DE PARADA)

UNIDAD I Y COMUNES

	React.	Aux.	Comb.	Control	Turb.	Calent.	Elect.	Polish.	Acceso	Resid.
Extin. portátil.										
Apoyo (extintores)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Detección electrónica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acuoso manual (manguera)		X	X		X	X				
Acuoso autom. (tubería seca)					X (1)					
Columnas secas	X	X	X	X			X		X	X

INSTALACIONES COMUNES

Panel central Alarmas	EQUIPO: Definitivo	UBICACION: Provisional en centro vigilancia industrial
Sistema de bombeo y pres. y reserva agua	EQUIPO: Provisional	UBICACION: Provisional

(1) En zonas de aceite de lubricación del turbogenerador.

los equipos y elementos. Para conseguir este objetivo se estableció durante la fase de construcción un programa sistemático de mantenimiento que, con las transformaciones derivadas de las condiciones peculiares de la situación actual, continúa desarrollándose.

Los criterios básicos de este programa son: la potenciación del mantenimiento preventivo, minimizando las actividades correctivas, revisión sistemática de los modos operativos, en cuanto a frecuencias, y alcance de las inspecciones, de acuerdo con los resultados que se van obteniendo, control sistemático e histórico de las operaciones de mantenimiento, circunstancias ambientales e incidencias, adoptándose en cada momento las medidas correctoras necesarias.

Estos objetivos y criterios básicos se concretan en las actividades de los mantenimientos rutinarios, específicos y especiales.

Mantenimiento rutinario

Comenzando tras la recepción de equipos en almacenes, el mantenimiento rutinario se desarrolla durante su estancia en los mismos y traslado a obra hasta su paso a explotación.

El alcance del mantenimiento se ha definido en base a la normativa aplicable, instrucciones del fabricante (específicas para un largo mantenimiento), observaciones concretas en obras y circunstancias ambientales.

Este alcance se recoge en «Instrucciones de Mantenimiento» específicas y detalladas para cada equipo o grupo de equipos, que incluyen la documentación de referencia y descripción de las operaciones de mantenimiento (iniciales y periódicas) a realizar, tanto si el equipo se encuentra en almacenes como en obra.

A su vez, estas instrucciones dan lugar a órdenes de trabajo que desarrollan las distintas operaciones y la periodicidad de las mismas.

A través de un aplicación informática que se ha desarrollado con carácter específico para el «Control y Programación de actividades de mantenimiento y almacenes», con alcance a todos los elementos incluidos en el montaje de la central, como equipos, tuberías, estructuras, instrumentos, componentes, desmontajes, devoluciones, etc., se obtiene, de acuerdo con la periodicidad que se establece para cada orden de trabajo, la fecha en que se debe realizar mantenimiento a cada uno de los equipos y el alcance específico de éste. Lógicamente, por medio de esta misma aplicación informática se obtiene cualquier información asociada, como: programaciones, actividades retrasadas, cargas de trabajo, etc.

Por último, al cumplimentarse las órdenes de trabajo e informes correspondientes, se adoptan las medidas correctoras que se consideren necesarias y se registra y archiva la documentación producida.

Con carácter genérico, no exhaustivo, las principales operaciones que se in-

cluyen en este mantenimiento rutinario son: inspecciones externas e internas, revisiones generales, limpieza, eliminación de óxidos y reposición de protecciones, giro de ejes, lubricación de cojinetes y otros mecanismos, reposición de desecantes, inhibidores y protecciones superficiales (pinturas, aceites, tectyl, etcétera.), verificación de características eléctricas, comprobaciones de niveles, verificación de presurizaciones, reposición de sellados, tomas de muestras, etc.

Mantenimientos específicos

Dentro de los mantenimientos específicos se incluyen aquellos que cubren alguno de los siguientes objetivos:

Refuerza la protección y el mantenimiento en algunos aspectos de especial importancia (por ejemplo: protecciones superficiales, desmontaje de elementos delicados...), cubre el mantenimiento de algunos elementos para los que no se considera óptima la sistemática seguida en el mantenimiento rutinario (embebidos, tuberías en almacén...), aporta información complementaria de apoyo a los programas y operaciones de mantenimiento (plan de control de corrosión, revisiones en profundidad por muestreo...).

Protecciones superficiales

Básicamente, estos planes específicos cubren los siguientes aspectos: Eliminación de las causas potencialmente agresivas (desecantes, sellados, presurizaciones), pasivación de superficies (inhibidores), protección de superficies (pinturas, aceites).

Especial importancia se presta a los inhibidores de corrosión en fase vapor, ya que se considera presentan las siguientes ventajas:

Facilidad de aplicación, no requiere sellado del recinto a proteger, admite renovación lenta de aire que sólo afectará a la duración de la protección, alcanza a todos los elementos dentro de su zona de acción, regenera la protección superficial hasta el agotamiento de la cápsula emisora de inhibidor, y prolonga los tiempos de inspección y reposición, reduciendo las necesidades de desmontaje de tapas, carcasas, etc.

Se pretende extender la aplicación de estos inhibidores a la protección de elementos cerrados, como alternativa a desecantes y presurizaciones.

Se ha estudiado, en colaboración con los suministradores de estos productos, la idoneidad de las diversas gamas para los distintos equipos de la central. En gran número de ellos la evaluación económica de su uso es favorable frente a los costes combinados de preparación y mantenimiento necesarios para establecer otras medidas protectoras. Previamente se verifica la inocuidad de su aplicación frente a los distintos materiales a someter a su acción.

Se ha incluido esta aplicación dentro del programa de control de corrosión,

para obtener una evaluación práctica de su eficacia relativa a lo largo del tiempo.

Desmontaje de componentes delicados

Como se ha citado, se procede a desmontar los componentes susceptibles de deterioro, sea por sus características constructivas, por su situación o por el nivel de acondicionamiento del recinto en que se encuentra el equipo.

Se desmonta, con carácter general, la instrumentación asociada a los equipos, salvo que por su emplazamiento o cuantía de los desmontajes sea aconsejable elevar el nivel local de acondicionamiento. Se desmontan, con carácter general, los contactores finales de carrera de válvulas, debido a su ubicación dispersa.

De forma selectiva, se desmontan los motores de equipos emplazados en acondicionamientos insuficientes para los mismos. Un caso similar se da con los cuadros de mando, cajas de conexión y restante equipo eléctrico, excepto cuando ello implique excesivamente el montaje posterior.

Se procede también a desmontar componentes mecánicos que por su naturaleza y situación precisan de una atención especial, como es el caso de sellos mecánicos.

El desmontaje de componentes es objeto de procedimientos específicos de actuación y documentación, y se establece un proceso administrativo redundante para evitar extravíos o indefiniciones en la reposición.

Protección de embebidos

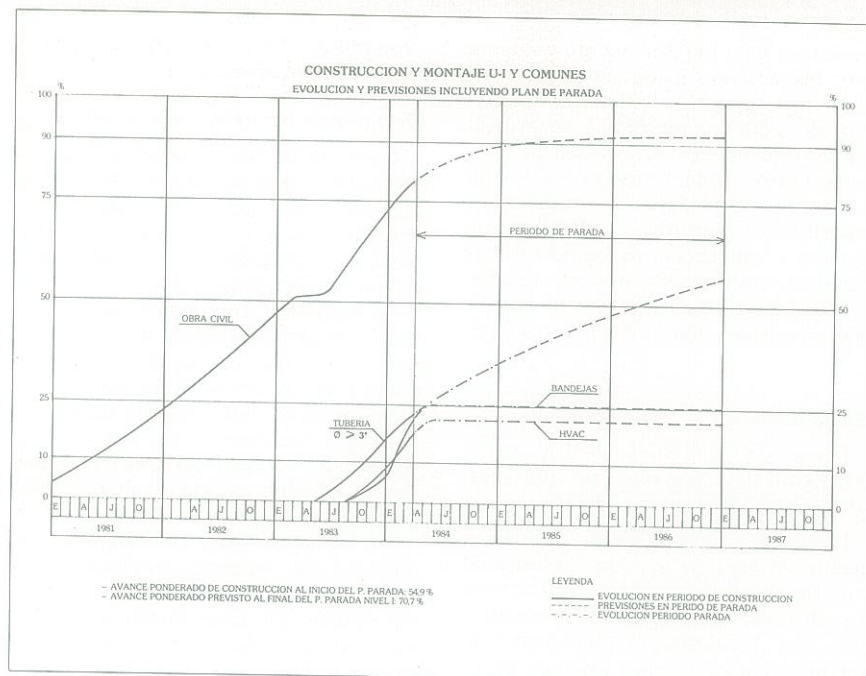
Estos elementos representan una interfase de construcción directamente afectada por la parada.

Durante el proceso normal de obra, se mantiene una capa de imprimación protectora frente a la corrosión, más una protección física elemental de los casos en que se considere necesario. Considerando que la continuidad de los montajes supone su utilización como medio de apoyo o anclaje, estas protecciones son suficientes en circunstancias habituales para evitar deterioros sensibles que afecten a su integridad o dificulten los montajes.

Ante las perspectivas de prolongación de esta interfase, deben tenerse en cuenta sus particularidades negativas al respecto: ubicación, preferentemente en suelos, huecos y zonas de difícil protección; dispersión; protección actual, prevista para corto plazo; desfase de las actividades de obra civil, especialmente en la Unidad II.

Debido a ello, se ha establecido una campaña de refuerzo de las protecciones en embebidos mecanizados, saneando los desperfectos superficiales que pudiesen existir, aplicando protecciones superficiales anticorrosivas y colocando protecciones físicas en previsión de impactos, depósitos de agua, etc.

El objetivo alcanza a todos los elementos de ambas unidades e instalaciones comunes.



En relación con las armaduras sometidas a la intemperie, se considera que la sección más desfavorable desde el punto de vista de conservación la constituye el contacto acero-hormigón en las juntas horizontales de hormigonado, debido al efecto de la acumulación de agua en la superficie irregular de la junta, por lo que donde sea preciso, se protegerán mediante la puesta en obra de una capa de mortero que permita la evacuación del agua de lluvia.

Se está estudiando la necesidad de proteger toda la superficie descubierta de la espera de armadura. De observaciones realizadas en diferentes centrales nucleares cuya construcción se ha paralizado en circunstancias similares, parece desprenderse que no es habitual la protección de la espera.

No obstante se va a realizar un seguimiento del estado de las mismas.

Si como consecuencia de este seguimiento o de los estudios que se están realizando se decidiera llevar a cabo alguna protección adicional, se hará mediante aplicación de pintura, mortero pobre o envoltura de plástico.

Protección de tuberías en almacenes

Actualmente se encuentran ubicados en almacenes un número de tramos de tubería muy importante. Las protecciones existentes no garantizan una duración suficiente frente a las perspectivas de parada, lo que obliga a su sustitución.

Para esto se ha definido una renovación de protecciones, a base de tapas metálicas selladas que proporcionen una estanqueidad suficiente frente a las variaciones de presión por oscilación térmica. Se complementa con deshumidificación interior para evitar condensaciones locales. Se protegen también los bordes de soldadura y bridas con imprimaciones superficiales.

Estudio y control de la corrosión

Dado que la corrosión ambiental originada por las incidencias meteorológicas es el principal agente agresivo, se ha iniciado un programa de análisis y seguimiento de la misma. Este estudio se complementará con las observaciones o estudios específicos de otras causas agresivas.

Se pretende conocer la evolución previsible del estado de los materiales constructivos de la central, en función de las diversas ubicaciones, características y protecciones existentes o aplicables. Esta evaluación supondrá una aportación de datos muy significativa para consolidar o modificar las bases de actuación adoptadas para conservación de los equipos y materiales. Permitirá también realizar una estimación de las protecciones idóneas desde el punto de vista económico, considerando el coste de las mismas y el mantenimiento derivado de la adopción de las diversas soluciones.

Revisiones en profundidad.

Además de las revisiones generales que se incluyen dentro del mantenimiento rutinario, se realizarán, de forma rotativa y por muestreo, revisiones exhaustivas que incluirán desmontajes completos de equipos, tales como bombas, válvulas principales, etc.

Estas revisiones garantizan la idoneidad del mantenimiento seguido y de las medidas correctoras adoptadas.

Mantenimientos especiales

REACTOR

En la Unidad I se ha finalizado el montaje del reactor (vasija e internos).

Es evidente la trascendencia de este elemento y de los diversos sistemas ope-

rativos emplazados en su interior (alojamientos de las barras de control, bombas de chorro, lazos de recirculación, alojamientos de instrumentación, etc.). Se pretende elevar al máximo sus garantías de inalterabilidad por encima de las expectativas razonables de incidencias en el interior de la vasija. Se considera también la dificultad de acceso a la mayor parte de las zonas internas, que obligaría a realizar desmontajes de importancia incluso para realizar trabajos puntuales.

Actúa en favor de la protección de la vasija.

a) Su emplazamiento, con diversas barreras de aislamiento (contención, muros del pozo seco y muro de blindaje).

b) Su inaccesibilidad, a efectos de aportaciones contaminantes.

c) Los materiales constructivos, básicamente pasivos a la corrosión atmosférica.

Como medida genérica de protección, se procede a realizar un aislamiento de las penetraciones existentes, como alojamientos de CRD e instrumentación y conexiones a tuberías. Aislando así el espacio comprendido asociado a la vasija, se procederá a tratar y controlar dicho medio.

Para esto se estima como medida más eficiente la deshumidificación en circuito cerrado del aire interno, realizada en continuo mediante controles automáticos con recirculación de dicho aire. Se evitarán así las aportaciones de aire exterior, potencialmente contaminante, y aumentándose el rendimiento de las instalaciones. Por otro lado, se evitan los elevados costes de otras soluciones alternativas, como calefacción, considerando el volumen y masa a proteger y la práctica carencia de aislamiento térmico.

La disponibilidad permanente de las instalaciones de tratamiento suponen una garantía adicional frente a perturbaciones momentáneas o de poca entidad, debido a la capacidad de recuperación de niveles de protección adecuados en un tiempo mínimo. Para ello, la instalación se dimensiona garantizando una recirculación suficiente (utilizando los lazos de recirculación del reactor) y un reprocesado del aire en un tiempo límite (estimado en treinta minutos).

Las líneas de entrada y salida a la vasija se aislarán mediante obturadores emplazados en los cuerpos de válvulas próximas a la misma, independizando dichas líneas.



Control informático de operaciones de mantenimiento de equipos, tuberías, etc.

TURBO-GENERADOR

En el momento de la parada, se había finalizado la instalación del estator y cuerpos de las turbinas de baja y alta presión. Se encontraban en avanzado estado de montaje los sistemas auxiliares.

A la vista de lo anterior, se decidió terminar el montaje hasta situar la turbina en virador, de modo que se pudiese realizar su mantenimiento idóneo. Actualmente estas actividades se han finalizado y la turbina se encuentra acondicionada para su mantenimiento rutinario, para lo que el alternador y las vías de vapor de la turbina se proceden a sellar, formándose circuitos cerrados por los que recircula aire deshumidificado y caliente, que permite mantener las condiciones exigidas de humedad y temperatura. La excitatriz se aísla y calefacciona.

Periódicamente se realizan las actividades de mantenimiento, entre las que se incluyen: giro de rotores, revisión de cojinetes, aplicación de protecciones a las superficies mecanizadas, etc.

TUBERIAS

Se han definido tres estados de montaje en los que se puede encontrar cual-

quier componente (tramos, válvulas, especialidades y soportes) de los que se consideran integrados en el montaje de tubería: montados en línea cuya finalización no se prevé, montados en líneas totalmente terminadas o cuyo final de montaje se prevé durante el plan de parada y en almacén.

Elementos montados en líneas no finalizadas

Complementariamente a los cuidados observados durante el montaje (mantenimiento de tapas en las bocas e inspección interior de la tubería previa al acoplamiento) se procede al encintado sistemático de soldadura de campo (las soldaduras de taller salen encintadas en la planta de tratamiento superficial), imprimación de soldaduras de soportes a elementos de anclaje en zonas de posible humedad y pintado de soldaduras en tuberías en las proximidades de las bases de cada edificio.

Todos los extremos de tuberías se tapan y en cada boca se dispone de una cantidad adecuada de inhibidor, en función del volumen de tubería; los puntos bajos de drenaje se inspeccionan para detectar cualquier posible acumulación de agua, por condensación, o cualquiera otra causa, en la línea.

Elementos en líneas finalizadas

Como dato para establecer las líneas que estando en fase de montaje se deben finalizar para llegar a un grado elevado de limpieza y mantenimiento, se han tomado las recomendaciones del suministrador principal en cuanto al grado de limpieza de cada sistema y subsistema. Se define el nivel de mantenimiento de forma análoga a la norma ANSI N45.2.1. que utiliza GE como norma de referencia.

Estas líneas serán mantenidas de la misma forma que lo indicado en el apartado B, si bien, y con posterioridad a su finalización, se realizarán limpiezas del siguiente tipo:

Soplado de tuberías

En sistemas no nucleares cuyo fluido de proceso sea vapor principal o agua de alimentación y en sistemas nucleares, auxiliares del reactor, de refrigeración a baja presión.

Hidrolaser

En sistemas nucleares de vapor principal, agua de alimentación y sistemas de refrigeración a alta presión. Estos sistemas serán secados, sellados y mantenidos con una humedad relativa máxima del 60 %.

A las tuberías en almacén nos hemos referido anteriormente.