

ORGANIZACION, RECURSOS Y ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

Emilio FERNANDEZ MOYA

INTRODUCCION

La Central Nuclear de Cofrentes es de tipo de Agua en Ebullición, General Electric modelo BWR-6, con un edificio de contención MARK III y una potencia eléctrica de 975 MW.

De este mismo tipo existe actualmente en funcionamiento, en España, la Central Nuclear de Santa María de Garroña, ubicada muy cerca del pueblo de donde recibe el nombre, en la provincia de Burgos, y con una potencia de, aproximadamente, la mitad que la de Cofrentes.

Están en fase de Construcción los grupos I y II de la Central Nuclear de Valdecaballeros (Badajoz), que son básicamente idénticos al de Cofrentes.

La Central Nuclear de Cofrentes está ubicada en la provincia de Valencia, en la parte más interior de la misma, a unos 100 km. de Valencia por carretera, y bastante cercana al límite de la provincia de Albacete, de cuya capital separan la Central también unos 100 km.

He realizado este pequeño preámbulo para tocar deliberadamente dos temas que afectan fundamentalmente a los recursos propios, tanto humanos como materiales, con los que debe contar el Servicio de Mantenimiento: el número de centrales similares existentes en España y la infraestructura industrial y de servicios del entorno en que está situada la Central.

La Central Nuclear de Cofrentes está situada en una zona con un nivel industrial bajo, fijándonos preferentemente en aquellos tipos de industrias del ramo del metal, electricidad y electrónica que son los que básicamente pueden prestar servicio a la planta.

En cuanto a empresas de servicios existen algunas en la Comunidad Autónoma de Valencia, que actualmente están colaborando con nosotros durante el período de pruebas, pero el número de ellas es más bien escaso comparado, por ejemplo, con el País Vasco o Cataluña.

En lo referente a Centrales Nucleares iguales, no estamos en mala posición, ya que como dije antes hay dos grupos idénticos en construcción y uno más pequeño en explotación, lo cual permite concebir una política común en varios campos de actuación, por ejemplo, en repuestos, con el consiguiente aumento de disponibilidad y abaratamiento de los mismos.

Y tras este pequeño preámbulo pasemos directamente al tema en cuestión.

ORGANIZACION

En este apartado se describen los medios humanos fijos con que cuenta el Servicio de Mantenimiento durante la Explotación de la Planta, haciendo al final una breve referencia a los medios humanos, que bajo la responsabilidad del Servicio han actuado durante las pruebas prenucleares y actuarán durante las pruebas nucleares y recargas.

ORGANIGRAMA DE PERSONAL

El Servicio de Mantenimiento tiene al frente dos Titulados Superiores, el Jefe de Mantenimiento y su Adjunto, de los cuales dependen cinco secciones:

Mecánico.

Eléctrico.

Instrumentación y Control.

Oficina de Mantenimiento.

Programación.

Existe, además, un órgano funcional que es la Oficina de Coordinación y lanzamiento de Trabajos.

Las tres primeras secciones son ejecutivas, mientras que las dos últimas son de apoyo documental, de estudios y programación.

El dimensionamiento de las mismas está pensado para atender el mantenimiento de la planta durante los períodos de operación de la misma, con un pequeño apoyo de empresas de servicios, exterior, mientras que en los períodos de recarga deberá ser capaz de planificar, coordinar, dirigir y ejecutar los trabajos que realizarán tanto ellas mismas como las, aproximadamente, 800 personas de empresa de servicios exteriores que habrá que contratar, cifra dada por GE como media por recarga en sus centrales.

Al frente de cada sección ejecutiva, hay un Jefe de Sección que es un titulado medio, del cual dependen tres titulados medios más en la Sección Mecánica y de Instrumentación y Control, y un sólo titulado en la Sección Eléctrica, aunque es probable en un futuro próximo la equiparación de titulados de esta sección con las demás.

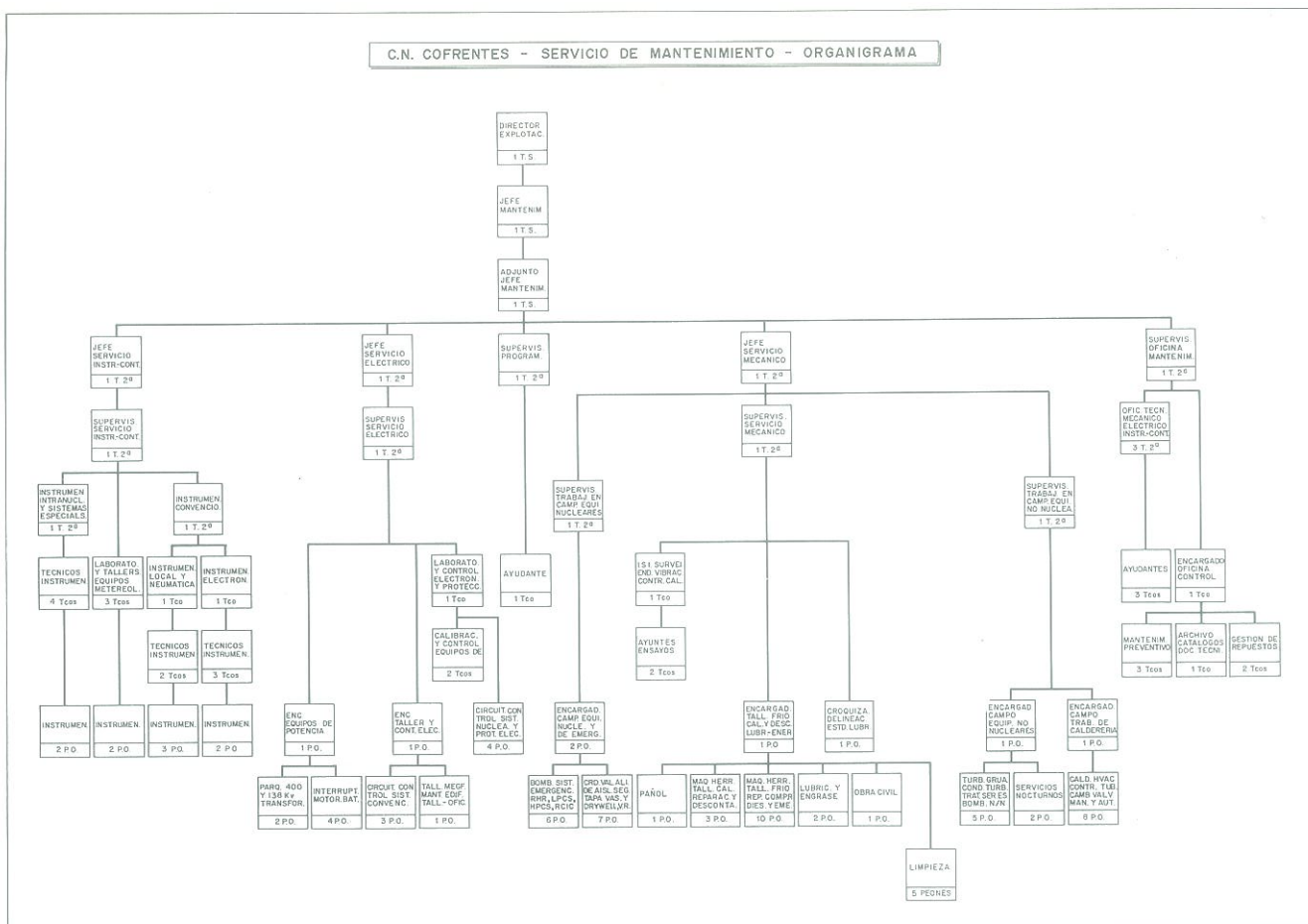
Al frente de la Oficina de Mantenimiento está un titulado medio, del cual dependen tres titulados medios, correspondientes, respectivamente, a la parte Mecánica, Eléctrica y de Instrumentación, y un Técnico de 3.ª, que está al frente de la Oficina de Control.

Al frente de Programación hay también un titulado medio.

El resto de las personas que componen el Servicio de Mantenimiento puede verse en el organigrama, cuyos datos resumimos a continuación:



Emilio FERNANDEZ MOYA es Ingeniero Industrial por la Universidad de Madrid. Empezó en Hidroeléctrica Española, S. A., en 1975 como Jefe de Mantenimiento de la Central Nuclear de Cofrentes.



Sección Mecánica: 4 Ingenieros Técnicos, 2 Maestros Industriales, 51 Profesionales de Oficio y 5 Peones.

Sección Eléctrica: 2 Ingenieros Técnicos, 3 Maestros Industriales y 16 Profesionales de Oficio.

Sección Instrumentación y Control: 4 Ingenieros Técnicos, 14 Maestros Industriales y 9 Profesionales de Oficio.

Oficina de Mantenimiento: 4 Ingenieros Técnicos, 3 Maestros Industriales y 7 Técnicos.

Programación: 1 Ingeniero Técnico y 1 Técnico en programación.

Como dato curioso dire que la edad media de todos los titulados Medios y Superiores del Servicio de Mantenimiento es de 34 años.

EMPRESAS DE SERVICIOS

Durante la etapa previa a las pruebas prenucleares, el Servicio de Mantenimiento ha contado con la colaboración de cinco Empresas de Servicios para ejecutar las actividades que en su día titulamos «Servicios a Construcción», que básicamente fueron «Mantenimiento de Equipos Instalados», «Limpieza de Drenajes», «Limpieza de Tuberías, Previa a las Pruebas Hidráulicas», «Pruebas Hidráulicas» y «Chequeos Funcionales y Calibración de Instrumentos», con un total aproximado de unas 200 personas, siendo pruebas Hidráulicas y Mantenimiento de Equipos Instalados las actividades que más cantidad de personas han requerido con 80 y 60 personas cada una, respectivamente, en su 1.ª

etapa, antes de entrar en Pruebas Prenucleares, ya que estas actividades tuvieron un período importante de solape con las mismas.

Durante el período posterior de pruebas prenucleares, Mantenimiento contó con la colaboración de otras ocho Empresas de Servicios, además de las de la etapa anterior, hasta un total de 560 personas, tope máximo que se alcanzó el año pasado, y con las que se cubrieron todos los trabajos a realizar en esta etapa, los cuales se enumeran en el apartado «Actividades».

Para las dos etapas anteriormente descritas se eligieron empresas de tamaño pequeño-medio, especializadas en temas concretos, con el fin de evitar la rigidez de respuestas en determinados momentos que, necesariamente y por su propia estructura, tienen las empresas grandes.

De todas ellas sólo dos habían participado también en la construcción de la Central.

En general, la colaboración prestada por todas estas empresas ha respondido notablemente a lo que de ellas esperábamos, contribuyendo eficazmente a la Puesta en Marcha de la Central, razón por la cual seguimos contando con ellas para el período de Pruebas Nucleares, aunque, evidentemente, el número de personas tenga necesariamente que disminuir, ya que la probabilidad de que surjan problemas será menor a medida que avancen las pruebas nucleares y nos acerquemos cada vez más a la operación comercial de la Central.

Actualmente contamos para empezar las pruebas nucleares con 474 personas contratadas, repartidas de forma aproximada según sigue:

- Mecánicos:	190
- Eléctricos:	110
- Instrumentación:	140
- Documentación.	} 34
- Repuestos.	
- Serv. General Mto.	

FUNCIONES DE LA OFICINA DE COORDINACION Y LANZAMIENTO DE TRABAJOS

Esta figura no está muy extendida entre las Centrales Nucleares, por lo que explicaré con algún detalle quién la compone, cómo funciona y cuál es su cometido.

La OCLT es un órgano compuesto por el Jefe de Mantenimiento o su adjunto, los Jefes de las Secciones Mecánica, Eléctrica e Instrumentación y Control, Oficina Técnica de Mantenimiento y Programación.

Se reúne todos los días laborables con una duración prevista entre treinta y cuarenta minutos y sus misiones fundamentales son las siguientes:

- Distribuir las Demandas de Trabajo entre las tres Secciones ejecutivas.
- Asignación de prioridades a los trabajos.
- Coordinación de las tres Secciones en aquellos trabajos en los que haya de intervenir más de una sección.

- Proponer ampliaciones o modificaciones de la instalación para su posterior estudio.
- Elaborar y discutir los programas a ejecutar en próximas paradas o recargas y asignación de medios materiales y humanos a los mismos, previendo la necesidad de contratar empresas de servicios exteriores.
- Estudiar la eficacia del Mantenimiento preventivo, proponiendo mejoras o cambios en el mismo.
- Fijar reuniones monográficas posteriores para cualquier tema de los expuestos anteriormente o distintos de ellos, cuya duración exceda el tiempo asignado a la OCLT.
- Se pretende en definitiva que la OCLT funcione básicamente para tomar decisiones, por lo que todos los temas deben llevarse estudiados. No es un órgano de estudio amplio, por tanto, su funcionamiento debe ser ágil.
- En el caso de que surjan temas que no hayan podido llevarse ya estudiados a la OCLT, se planteará en este órgano la necesidad de su estudio y se establecerá su posterior lanzamiento, preocupándose en sucesivas reuniones de su estudio y activándolo en la medida de lo posible.

RECURSOS

En el apartado «Organigrama de Personal» se ha expuesto la parte correspondiente a lo que llamamos recursos humanos del Servicio de Mantenimiento.

Por tanto, expondremos a continuación los recursos materiales con los que contamos, distinguiendo los siguientes apartados:

- Instalaciones.
- Equipos y herramientas.
- Otros medios auxiliares.

INSTALACIONES

Las dividimos en: Mecánicas, Eléctricas y de Instrumentación y Control.

Mecánicas: Disponemos de un taller mecánico frío y otro caliente, además de un laboratorio de metrología y calibración.

El taller frío tiene, aproximadamente, 1.000 m², y se ha separado totalmente la zona de trabajo de ajuste y mecanizado de la zona de soldadura, y éstas, a su vez, de la zona de calderería, con el fin de eliminar ruidos y gases para aquellos profesionales que no estén ejecutando el trabajo que los produce.

Las máquinas-herramienta del taller son las básicas de un moderno taller de mantenimiento; entre otras:

- 3 Tornos.
- 1 Mandrinadora.
- 1 Fresadora.
- 1 Rectificadora universal.
- 1 Taladro Radial.
- Varios taladros de columna.
- 1 Sierra mecánica.
- 1 Prensa.
- 1 Lapeadora.

- 1 Tronzadora.
- 1 Guillotina.
- 1 Plegadora.
- 1 Curvadora.
- 1 Cizalla.
- Esmeriladoras.
- Varios equipos de soldadura, etc.

Nuestra opinión es que es suficientemente capaz para la Explotación de la Central, aunque durante el período de pruebas prenucleares hemos necesitado el apoyo de varios talleres, tanto de empresas de servicios instaladas dentro del emplazamiento, como fuera de él, así como de nuestro taller de construcción.

El taller caliente está preparado para trabajar con equipos que no han podido ser descontaminados totalmente en la zona de descontaminación aneja a él. Consta de las siguientes máquinas herramientas.

- 1 Torno.
- 1 Rectificadora plana.
- 1 Fresadora.
- 1 Taladro radial.
- 1 Sierra.
- Esmeriladoras.
- Equipos de soldadura.

Está separada la zona de mecanizado, de la zona de soldadura y tiene una superficie aproximada de unos 150 m².

En la zona de descontaminación disponemos de baños de ultrasonidos, baños químicos y equipos de chorro con granalla de aluminio y agua a presión, con sus correspondientes instalaciones de aspiración de aerosoles que evitan la contaminación de las zonas adyacentes.

El Laboratorio de Metrología y Calibración dispone de los patrones terciarios necesarios para calibrar las diferentes dimensiones utilizadas por la sección mecánica en los campos de medida de vibraciones, longitudes, espesores, grado de rectificado, planitud, ajuste de asientos, etc.

Eléctricas: Mantenimiento eléctrico dispone de un taller, un laboratorio, y una pequeña zona dentro del edificio de descontaminación.

El taller está anexo al taller mecánico, y tiene una superficie aproximada de 150 m². Consta básicamente de cuadros eléctricos, bancos de trabajo, pañol, etc.

El laboratorio está dedicado, fundamentalmente a calibraciones y trabajos con equipos de protección, básicamente relés, disponiendo de un panel donde se obtienen todo tipo de tensiones estabilizadas e intensidades constantes, según lo requiera la correspondiente aplicación.

Asimismo se encuentran en él todos los equipos de medida utilizados por la sección. En la zona de descontaminación disponen de un pequeño cuarto para trabajar con motores pequeños y, en general, pequeños equipos que no hayan podido ser descontaminados totalmente. Disponemos de una amplia gama de equipos de trabajo eléctrico, que por lo limitado del espacio de este artículo es imposible describir aquí.

Instrumentación y Control: Dispone de dos laboratorios definitivos (en la actualidad tiene tres, uno de neumática y dos de electrónica), uno de instrumentación electrónica y otro de neumática, y una pequeña zona en el edificio de descontaminación.

El laboratorio de instrumentación electrónica tiene una superficie de unos 100 m² y se encuentra ubicado junto a la Sala de Control debido a que más de la mitad de la instrumentación electrónica se encuentra concentrada en la misma.

El laboratorio de neumática se encuentra anexo al laboratorio eléctrico, en él se encuentran los equipos de calibración y medida de que dispone la sección, desde patrones terciarios a instrumentos de todas las clases y rangos.

En el edificio de descontaminación disponen de una pequeña zona para trabajar con equipos que no han podido ser totalmente descontaminados.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Sería muy extenso relatar aquí los equipos y herramientas de que disponemos, tanto Eléctricos como Mecánicos y de Instrumentación y Control, por lo que me limitaré a decir que éstos ocupan un listado de ordenador de 52 páginas, siendo aproximadamente unos 2.500 de diferentes tipos.

El servicio que han prestado estos equipos y herramientas al arranque de la planta, nos permite asegurar que prácticamente están amortizados, a pesar de que la inversión realizada en ellos ha sido francamente notable.

En este apartado no me queda más que poner la citada lista a disposición de todos los lectores interesados en ella.

OTROS MEDIOS AUXILIARES

Hay que resaltar aquí el servicio que nos presta la Mecanización, que permite a la Oficina de Mantenimiento controlar diariamente todos los trabajos a realizar sobre los, aproximadamente, 65.000 aparatos de que dispone la planta. Sería para nosotros impensable totalmente haber realizado todas las puestas a punto de todos ellos durante las Pruebas Prenucleares, sin un control mecanizado de las mismas, y es impensable hoy día llevar el mantenimiento preventivo, correctivo, modificaciones, vigilancias de especificaciones técnicas, etc., sin su colaboración.

Hay un punto que quiero resaltar cuando se habla de mecanizar un trabajo o un servicio: La mecanización **no** elimina trabajo, sino que lo aumenta, pero el nivel de información de que se dispone y, como consecuencia, la posibilidad de programación y control de los trabajos es infinitamente superior del que se disponía en principio.

Actualmente tenemos también mecanizado todo el tema de repuestos que permite conocer en segundos si tenemos algo que necesitamos, y donde está localizado, existiendo, además, unos programas interrelacionados con el lanzamiento de trabajos, que impiden la

emisión de éstos si no existe en almacén el repuesto necesario.

Otro elemento auxiliar importantísimo es el equipo de microfilmación, que nos permitirá disponer de un archivo totalmente actualizado y al que se le podrá pedir en un futuro próximo aquellos planos que necesitemos y en el formato que más nos convenga.

ACTIVIDADES

PREVIAS A LA EXPLOTACION

Voy a enumerar someramente las principales actividades que el Servicio de Mantenimiento ha ejecutado hasta la fase en que nos encontramos (pre-carga de combustible), pasando después a explicar con un poco más de detalle los trabajos propios de la Explotación de la Central.

En una 1.^a etapa se comenzó escribiendo los más del 1.000 procedimientos necesarios para la Explotación, procedimientos que se han ido revisando a medida que cambiaba la documentación aplicable.

Posteriormente Mantenimiento prestó a Construcción una serie de servicios entre los que podemos destacar:

- Mantenimiento de los equipos instalados.
- Chequeo funcional y calibración de instrumentos.
- Limpieza de drenajes y acondicionamientos de los mismos.
- Limpieza de tuberías previa a las pruebas hidráulicas.
- Pruebas hidráulicas.

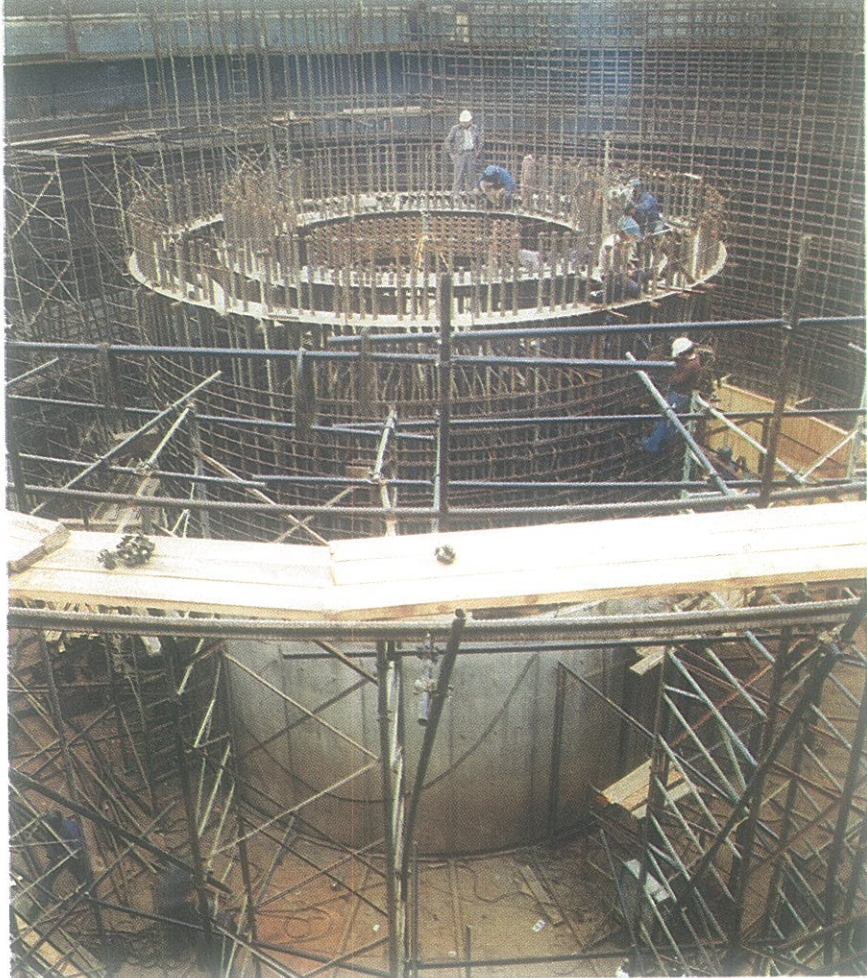
Todas estas actividades se ejecutaron con empresas contratadas, dirigidas por personal plantilla de Mantenimiento.

Ya dentro de las Pruebas Prenucleares, Mantenimiento ha ejecutado totalmente las Puestas a Punto de los más de 65.000 aparatos de la planta, gran parte de las lógicas de los sistemas, ha calibrado los lazos de Control y ha participado ampliamente como apoyo a la ejecución misma de las pruebas de los sistemas, realizando las modificaciones temporales necesarias y ejecutando el correspondiente mantenimiento correctivo que en cada momento se necesitaba. Asimismo ha programado y controlado la ejecución de la Inspección Preservio de la Planta.

Actualmente, el Servicio de Mantenimiento está ejecutando el mismo tipo de trabajos que realizará durante la Explotación, si bien es cierto que aún nos falta por pasar el período de pruebas nucleares durante el cual la problemática será básicamente diferente al período posterior, ya que la primera vez que la Central alcance temperaturas y presiones de diseño es cuando surgen el mayor número de problemas.

DURANTE LA EXPLOTACION

A continuación expongo los tipos básicos de trabajos a ejecutar en Explotación.



Edificio del reactor. Pedestal. Vista de hormigón y armadura

Edificio del reactor. La vasija y su blindaje





Edificio del combustible. Planta de operación. Vista de las piscinas de almacenamiento, plataforma de manejo del combustible, grúa y valla de protección zona restringida



Edificio de tratamiento de agua. Pasillo entre las dos cadenas de depósitos de resinas intercambiadores de ión.

- Ordenes de Revisión.
- Demandas de Reparación.
- Demandas de Trabajo.
- Verificaciones, Inspecciones y Pruebas funcionales de Especificaciones Técnicas.
- Inspecciones en Servicio.

Ordenes de Revisión

Se entiende por Orden de Revisión (OR) al impreso que se cursa para la realización de un trabajo de Mantenimiento Preventivo, sobre aparatos instalados en la Central.

Estos trabajos estarán previstos y programados y serán realizados con cierta periodicidad por una Sección de Mantenimiento determinada (Mecánica, Eléctrica e Instrumentación y Control). Las OR se han creado antes del arranque de la Central por las secciones de Mantenimiento correspondientes, y se basan en el estudio de las características de los aparatos, la experiencia de otras centrales y las recomendaciones de los fabricantes.

En el caso de que existan aparatos homólogos en número apreciable, y para evitar repetir numerosas veces el trabajo de redacción de la OR, se creó la Gama de dicha orden, que contiene todos los datos fijos que aparecen en la OR.

Demandas de Trabajo

Las Demandas de Trabajo (DT) aparecen para canalizar las modificaciones en equipos existentes, los montajes de nuevos equipos, la construcción o reparación de piezas en talleres y laboratorios y otros tipos de trabajos que por sus características no se pueden considerar ni Ordenes de Revisión ni Demandas de Reparación.

Verificaciones, Inspecciones y Pruebas funcionales de Especificaciones Técnicas

Su propósito es asegurar que en todo momento las estructuras, sistemas, equipos y aparatos relacionados con la seguridad operarán según la finalidad para la que fueron diseñadas.

La periodicidad de estas pruebas vendrá en función de las Especificaciones Técnicas.

Dependiendo del grado en que estas pruebas puedan afectar a la operación de la Planta serán divididas en:

BAJO RIESGO

Son las que, por el tipo de trabajo a realizar o condición de la planta en el momento de su ejecución, no pueden provocar el disparo del Reactor, con lo cual es imposible que puedan provocar inestabilidad en la red eléctrica nacional.

ALTO RIESGO

La diferencia fundamental con el anterior es que para ser realizadas las pruebas en este caso es necesario entrar en contacto con el «Despacho de Reparto de Cargas», el cual se asegurará de que ninguna otra Central realizará pruebas de este tipo en la misma fecha y de que, por tanto, dispone de reserva de energía suficiente en la red eléctrica nacional.

Inspecciones en Servicio

Son aquellas inspecciones que, incluidas en Especificaciones Técnicas, se ejecutan para cumplir los requisitos que la Sección XI del Código ASME exige a las Centrales Nucleares.

Se ejecutan por medio de Ensayos No Destructivos, destacando, fundamentalmente, las inspecciones por ultrasonidos de la vasija del reactor y de las tuberías de los sistemas de emergencia.

Se emplean también en gran medida las radiografías y, en casos muy concretos (Condensador), las corrientes inducidas. Líquidos penetrantes y partículas magnéticas son los métodos normalmente utilizados para exámenes superficiales.

Esta actividad casi en su totalidad se contrata con empresas de servicios.

- Archivo de Ordenes de Revisión: Está ordenado por sistemas y separadas por secciones. También están en el fichero de OR del computador (MODOR), en donde el sistema mecanizado actualiza las fechas de emisión según sean emitidas, en función de la periodicidad.

- Fichero histórico: Los datos históricos que extraigan de las descripciones

de los trabajos realizados, tanto por OR como por DR y DT, serán introducidos en el ordenador (mediante el programa REAL) para confeccionar una historia por aparato, con todas las intervenciones que haya tenido. Este fichero se puede consultar por pantalla con el programa HAPA, aparato por aparato, obteniéndose entre otros datos de interés una descripción resumida de los trabajos ejecutables sobre cada aparato.

Demandas de Reparación

La Demanda de Reparación (DR) aparece por la necesidad de volver a poner en buen estado de funcionamiento cualquier aparato, desde el momento en que se detecta la avería en el mismo.

Los aparatos a los que vayan destinadas las DR pueden dividirse en dos grupos:

- Aparatos necesarios en la operación de la Central e incluidos dentro de ella, y que están bajo el control directo de Operación. Su emisión corresponde siempre al Jefe de Turno, bien a instancias del personal de Operación o bien de cualquier persona de la Central que detecte el problema, el cual lo comunicará al Operador del Reactor.
- Aparatos instalados como servicios en la Central, con los que Operación no tiene ninguna relación directa y su estado no afecta al funcionamiento de la Central. Su emisión corresponde al Supervisor del Grupo o Sección solicitante.

Cuando una sección pueda necesitar la ayuda de otra para realizar el trabajo, el Supervisor de Sección al recibir la DR, emitirá una solicitud de ayuda con destino al otro servicio en calidad de cooperación; ésta será llevada por el Jefe de Sección a la reunión de la OCLT para que, en presencia del Jefe de Mantenimiento, se puedan acordar todos los pormenores de la cooperación. Esta solicitud de cooperación llegará también a la Oficina de Mantenimiento para una posible extracción de datos.

Las DR definidas en el segundo punto anterior podrán ser emitidas por cualquier sección de la Central. El impreso será el mismo y la emisión la realizará el Supervisor del Grupo/Sección correspondiente.