



EXPERIENCIA DE C.N. TRILLO EN LA PREPARACIÓN E IMPLANTACIÓN DE MODIFICACIONES DE DISEÑO

Como consecuencia de las acciones derivadas del plan actuación en curso establecido en CNAT se han articulado diversas acciones encaminadas en la optimización en la gestión de modificaciones de diseño. Este plan de actuación ha desembocado en el establecimiento de herramientas de seguimiento y monitorización para garantizar los mejores resultados en la implantación de cambios de diseño.

Este artículo compila las principales herramientas de las que se dispone para garantizar los mejores resultados en la planificación/implantación de los cambios de diseño en la instalación, así como ejemplos de varios proyectos implantados en CNT en los últimos años.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de las acciones derivadas del plan actuación en curso establecido en CNAT, para adaptarse a las mejores prácticas de la industria, se han articulado diversas acciones encaminadas a la optimización en la gestión de modificaciones de diseño.

Este artículo compila las principales herramientas de las que se dispone para garantizar los mejores resultados en la planificación/implantación de los cambios de diseño en la instalación así como ejemplos de varios proyectos implantados en CNT.

PREPARACION

El documento con el que la organización demanda un cambio de diseño y que origina el proceso es la SMD (solicitud de cambio de diseño). Este documento recoge una breve descripción del cambio propuesto, valoración económica preliminar, razón de la necesidad y priorización basada en la matriz UNESA-CEN de planificación de inversiones.

Las propuestas de cambio de diseño son evaluadas por los Departamentos de Ingeniería que complementan esta información con un análisis de viabilidad del cambio propuesto y un primer análisis de impacto en las relaciones con el regulador (CSN). Ingeniería de Planta presenta esta evaluación para dictamen por el Director de Central y el Director de Servicios Técnicos quienes para la toma de decisión cuentan con el asesoramiento de los miembros del Comité de Coordinación de la Cen-

tral (en el que se encuentran representadas las Direcciones implicadas de CNAT). Si el cambio de diseño es aprobado se fija, teniendo en cuenta su prioridad, su periodo de ejecución y se incluye en los programas de implantación. En caso de identificarse cambios de diseño que requieren una inversión relevante para su implementación es requerido una justificación técnico-económica detallada para la aprobación por el Comité de Dirección y su inclusión, si procede, en los presupuestos de planta.

Previamente a la elaboración del diseño de detalle para cada modificación de diseño se desarrolla un diseño conceptual. Este diseño conceptual contempla (en función de la complejidad del cambio de diseño) los diferentes aspectos a considerar en un cambio de diseño en una instalación nuclear:

- Desde el punto de vista de diseño de ingeniería.
 - Definición de cambios por disciplina.
 - Datos de partida y criterios de diseño.
 - Impacto en base de diseño.
 - Impacto en el Manual de Inspección en Servicio.
 - Ingeniería de Factores Humanos.
- Desde el punto de vista de seguridad nuclear.
 - Normativa y requisitos nucleares.
 - Impacto en la transmisión de parámetros operativos y radiológicos de la central (señales al SALEM).

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PLANTA

Central nuclear de Trillo
CENTRALES NUCLEARES
ALMARAZ-TRILLO (CNAT)

EXPERIENCE OF CN TRILLO IN THE PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF DESIGN MODIFICATIONS

As a result of the actions of the ongoing action plan established at CNAT, several actions aimed at optimizing the management of design modifications have been articulated. This action plan has led to the establishment monitoring tools to ensure the best results in the implementation on design changes.

This article compiles the main tools that are available to guarantee the best results in the planning / implementation on design changes on the installation, as well as examples of several projects implemented in CNT in recent year.



- Impacto en el análisis de inundaciones y de daños.
- Impacto en estudios de acumulación de gases.
- Impacto en márgenes sísmicos de la instalación.
- Incertidumbres en parámetros vigilados en ETF (IS-32).
- Desde el punto de vista de protección de la instalación y sus trabajadores.
 - Impacto en sistemas barrera de Seguridad Física/Ciberseguridad.
 - Análisis desde el punto de vista ALARA.
 - Análisis desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales.
- Desde el punto de vista de las relaciones con el entorno y el regulador:
 - Requisitos derivados de la reglamentación industrial convencional.
 - Impacto en el medioambiente.
 - Necesidad de Licencia de obra.

Una vez finalizado el diseño conceptual, el Ingeniero responsable de la modificación convoca una reunión previa al lanzamiento del desarrollo del diseño de detalle en la que participan (en función de los aspectos a analizar) representantes de las unidades organizativas participantes en el cambio, así como el usuario final.

Con la información obtenida el responsable emite un acta de reunión en la que refleja los comentarios de los participantes al diseño conceptual propuesto, revisa el análisis de impacto en las relaciones con el regulador (CSN) y se propone el alcance final del diseño conceptual

(reunión de congelamiento) y se procede a la planificación y desarrollo del diseño de detalle.

PLANIFICACION Y SEGUIMIENTO

El seguimiento del grado de avance y cumplimiento de los diferentes programas de implantación (operación a potencia por semestre y recarga) se realiza mediante diferentes herramientas:

Actividades de diseño

El seguimiento de las actividades de diseño (tanto conceptual como de detalle) con la ingeniería de apoyo principal (EE.AA.) se realizan a través de la aplicación "concerto" (basada en la metodología de cadena crítica) y que permite disponer on-line de los datos acerca del estado, grado de avance, datos necesarios para el inicio y/o la continuidad de los trabajos y fecha prevista de finalización.

Matrices

Para el seguimiento del grado de avance del programa de implantación en CNAT se ha establecido un sistema de matrices. Este sistema de seguimiento se basa en tres principios básicos:

- Categorización de modificaciones en base a su criticidad.
 - *Criticas:*
Modificaciones de diseño que por sus características requieren una especial atención por parte la organización (por requerir licenciamiento, tener una duración de montaje significativa, requerir pruebas especiales o en camino crítico, requerir suministros con largo plazo de entrega, Requerir

formación de personal con licencia en simulador ó dan respuesta a un requisito regulador sujeto a plazo).

- *No criticas /con compromiso:*
Las que no respondiendo a los criterios anteriores deben desarrollarse en una ventana determinada (mantenimientos mayores, mantenimiento en operación) o dan respuesta a un requisito regulador no sujeto a plazo.

- *No criticas:*
Resto de modificaciones diseño.

- Definición de hitos de control para cada una de las actividades del proceso

La matriz se define en base a la fecha de inicio de las actividades (R) y contempla en base al inicio las fechas optimas de cumplimiento para cada uno de los procesos que pueden ser necesarios para su implantación en el plazo previstos y los tres grupos de modificaciones antes indicados (Tabla 1).

La información de las diferentes actividades/hitos se visualiza adicionalmente mediante un código de colores (Tabla 2).

La aplicación se encuentra integrada en el sistema integrado de gestión de explotación (SIGE) en la que con carácter periódico las unidades organizativas con responsabilidad en el proceso vuelcan la información que no es posible automatizar y los departamentos de Ingeniería disponen de una visión global que les permite valorar globalmente si el desarrollo se está desarrollando conforme a lo requerido (verde), es necesaria la

Ingeniería				Compras	Licenciamiento	Mantenimiento	Ing	Compras				RH	Lic	OP	Mto	Ing							
Diseño conceptual	Lanzamiento de diseño	Diseño de detalle	Lanzamiento de suministros	Suministros con Oferta	ETF	LIC AUT	Envío CSN MINIS	Análisis Implantación	Alcance de Detalle	NE Ejecución Servicio	NE Material de montaje.	Pedido material de montaje	Materiales en Planta	Contratación de ejecución	Otras LIC. / Permisos	Proceso Admisión	Resolución CSN-Minis.	Descargos	Notificación de ejecución	Notificación de puesta en servicio			
				Suministros cerrados																			

Tabla 1.

	Finalizado dentro de plazo
	En curso con margen > 1 mes
	En curso con margen < 1 mes
	En curso fuera de plazo
	Finalizado fuera de plazo
	no aplicables para la modificación de diseño

Tabla 2.

toma de acciones pero es posible su implantación en el plazo previsto (amarillo) o por el contrario no es posible establecer un plan de actuación para su implantación en el plazo previsto (rojo)

- Informes ejecutivos: En los que se anexa la matriz del periodo y se indican los principales puntos de atención/incertidumbres para el cumplimiento del programa.
- Reuniones periódicas: Semanal de planificación con la Ingeniería de Apoyo Principal (EE.AA), Seguimiento de suministros e Implantación, Reuniones ejecutivas con las Ingenierías de Apoyo Principales (Areva/EE.AA./Siemens), Comité de Coordinación y Reuniones de Recarga.

Todas estas herramientas de seguimiento y monitorización están permitiendo una visión global del proceso, una participación activa del resto de la organización que participa en el diseño e implantación de modificaciones de diseño así como una anticipación y capacidad de reacción de los participantes frente a actividades que se desvían de los objetivos previstos y el establecimiento de planes de actuación para posibilitar su recuperación y la implantación con éxito en el periodo previsto.

IMPLANTACION

En CNAT los departamentos de Ingeniería de Planta son los responsables globales de la implantación de modificaciones de diseño hasta su puesta en servicio (entrega del ESC).

Entre sus responsabilidades se encuentran:

- La evaluación de implantación

En la que el Ingeniero responsable analiza entre otros los resultados de montabilidad de los ejecutores, las condiciones de la Planta para su ejecución, revisa la disponibilidad de todos los permisos y autorizaciones, la disponibilidad de materiales, etc.

Este documento es aprobado, junto con el cambio de diseño, por Ingeniería y la Dirección de Central.

- Plan de pruebas

Ingeniería de Planta, (como parte de la evaluación de implantación) es la responsable de la presentación para aprobación del plan de pruebas de la modificación de diseño para comprobar que el cambio de diseño es conforme a las hipótesis de diseño. En función de la complejidad este plan de pruebas puede componerse de inspecciones visuales, prue-

bas FAT, pruebas de componentes (por los ejecutores), verificación/exámenes preservicio, pruebas funcionales específicas para la modificación, pruebas SAT y/o uso de procedimientos existentes (por ejemplo procedimientos de vigilancia).

- Resolver las interferencias de montaje/desviaciones frente al diseño original.

- Puesta en servicio

Ingeniería de planta se responsabiliza de notificar a la organización la puesta en servicio de los cambios de diseño (los nuevos ESC's o ESC's modificados se encuentran disponibles para su operación conforme a los requisitos de la Central) previamente a que el departamento de Operación declare la operabilidad de los equipos/sistemas/componentes. Con anterioridad se realizan las siguientes verificaciones (Tabla 3).

Verificaciones previas a la puesta en servicio de una modificación
Si las alteraciones de diseño frente al diseño original están analizadas y aprobadas
Verificación as-built frente a lo diseñado
a) Correcta identificación de los nuevos componentes instalados
b) Disponibilidad de la alarma en Sala de Control en caso de haberse definido
c) Verificación de la que la disposición de montaje de los componentes se corresponde con lo definido en el diseño y sus alteraciones de diseño
d) Verificación de que la ubicación de los componentes se corresponde con lo definido en el diseño y sus alteraciones
Control visual de la instalación satisfactorio (conexiones, limpieza, pintura, calorifugados, etc)
Verificación de que ha sido eliminada cualquier instalación provisional necesaria para la implantación de la modificación
Comprobación de que se han ejecutado todas las pruebas necesarias para la puesta en servicio
Identificación de si el cambio afecta al simulador o a sus códigos de cálculo
Comprobación de la documentación de diseño, autorizaciones, Garantía de Calidad, instalación y pruebas, verificando que está completa y es exacta
Comprobación que las conclusiones de la verificación/revisión del diseño de detalle siguen siendo válidas tras la implantación y como consecuencia de las alteraciones de diseño aprobadas
En caso de que requiera reentrenamiento, comprobación de que el personal ha sido formado o está prevista su formación.
Comprobación de la entrega de la documentación del proyecto de uso inmediato para el personal de Operación
Verificación de la revisión de los procedimientos de vigilancia y procedimientos de operación de uso inmediato para el personal de Operación
En caso de que la MD tenga asociado un cambio en ETF's comprobación de que se encuentren distribuidas

Cualquier aspecto pendiente queda reflejado tanto en la notificación de puesta en servicio como en la aplicación de gestión para su control y seguimiento.

Tabla 3.



PROYECTOS EN CURSO E IMPLANTADOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS POR INGENIERÍA DE PLANTA

Renovación de equipos por actualización tecnológica

Modernización del Sistema de Neumobolas

Se sustituyó completamente la parte de la instrumentación y control del sistema desde los detectores hasta el servidor, incluyendo las dos cabinas electrónicas situadas en el edificio del reactor y las cabinas situadas sobre la nueva mesa de medida (Figura 1).

Nuevo transformador auxiliar BT (Figura 2).

FIABILIDAD DE EQUIPOS

Sustitución de interruptores METRON

Se encuentra en curso la sustitución paulatina de los interruptores METRON actualmente instalados en los cuadros de 660 V c.a., 380/220 V c.a., 220 V c.c. y 48/24 V c.c. por Fiabilidad (Figura 3).

Modernización de los equipos de la calle de grupo parque de 400 kV

Modernización paulatina de la subestación de 400 Kv consistente en la sustitución de interruptores, seccionadores, embarrados cargadores de baterías de rectificadores y transformadores de tensión e intensidad para aumentar su fiabilidad y disminuir las actividades de mantenimiento asociadas al envejecimiento paulatino de los equipos (Figura 4).

REQUISITOS REGULATORIOS

Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares (IS-30) (Figura 5).

Nuevo sistema de comunicaciones inalámbricas (TETRA)

Mejoras en las comunicaciones de la Central (Figura 6).

Rack y antena receptora de la señal instalados en un edificio de CNT. ■



Figura 3. Interruptores METRON tipo NOVOMAX G30 y OTOMAX P2C (foto superior) y nuevos interruptores EMAX E2S, E2N y E3N de ABB (foto inferior).



Figura 4. Seccionadores de origen (izquierda) y nuevos seccionadores (derecha).



Figura 1. Mesa de medida original (izquierda) y nueva mesa de medida (derecha).



TRANSFORMADOR AUXILIAR DE 76 MVA

- $P_{nom} = 76 \text{ MVA (1ª)} \times 38 \text{ MVA (2ª)} \times 10 \text{ MVA (3ª)}$
- Sistema de refrigeración: ONAN/ONAF
- $V_{nom 1\phi} = 27 \text{ kV} + (10\% - 22\%) \text{ Regul. en carga}$ Y
- $V_{nom 2\phi} = 10,5 \text{ kV} + 10,5 \text{ kV}$ Δ
- $V_{nom 3\phi} = 9,95 \text{ kV} + 9,5 \text{ kV}$ Δ
- Nivel aislamiento: 70 kV (1ª) y 28 kV (2ªs)
- Regulador toma en carga: 33 posiciones
- Ventiladores 10 axiales (0,97 kW / 5,7 m³/s)
- Radiadores: 20 aleteados (299x1300)
- Sistema medición multigas: Kelman Transfix

Figura 2.



Figura 5. Compartimentación cubículo Edificio eléctrico (izquierda) y ampliación de sistemas de extinción (derecha).



Figura 6. Estación base y torre instalada.