

Procedimientos de Operación. Herramienta de Seguridad

A. Ortigosa, A. Burgos y C. Alfaro

Todas las intervenciones humanas que se realizan sobre los equipos o componentes durante el funcionamiento de una central nuclear, con el objetivo de cambiar su estado operativo, recuperarlo tras un transitorio o verificar la operabilidad de sus sistemas, se hacen siguiendo los procedimientos de operación. La información contenida en los procedimientos tiene una incidencia directa sobre la seguridad nuclear, especialmente como se indica en la Guía de Seguridad IAEA N° NS-G-2.2 "Condiciones Límite de Operación y Procedimientos de Operación para Centrales Nucleares" hay que tener en cuenta que la elaboración y utilización de los procedimientos sea consistente con la Condiciones Límite de Operación. En este artículo se detallan buena parte de los criterios que se tienen en cuenta durante la generación y mantenimiento de los procedimientos de operación de las centrales nucleares y se incluyen algunas de las experiencias en las que TECNATOM ha participado junto con las centrales nucleares, centrándose de manera especial en las españolas de diseño Westinghouse.

All the human activities on the equipment and components during the operation of a nuclear power plant, in order to change the operation mode, recuperate a transient or verify the operability of the systems, are performed according with operating procedures. The information contained on the procedures have a direct incidence over the nuclear safety, as stated on the IAEA Safety Guide N° NS-G-2.2 "Operation Limits and Conditions and Operating Procedures for Nuclear Power Plants" resulting that the development and utilization of operating procedures has to be consistent with the Operation Limits and Conditions.

In this article are detailed the major part of the criteria taken into account during the generation and maintenance of the operating procedures of the nuclear power plants (NPP). Also are included some of the experiences on which TECNATOM has participated together with the NPP, mainly with the Spanish NPP designed by Westinghouse.

INTRODUCCIÓN

Todas las intervenciones humanas que se realizan sobre los equipos o componentes durante el funcionamiento de la central nuclear con el objetivo de cambiar su estado operativo, recuperarlo tras un transitorio o verificar la operabilidad de sus sistemas, se hacen siguiendo los procedimientos de operación. La información contenida en los procedimientos, susceptible de ser trasladada a la central por medio del equipo de operación, tiene una incidencia directa sobre la seguridad nuclear. La Guía de Seguridad IAEA N° NS-G-2.2 "Condiciones Límite de Operación y Procedimientos de Operación para Centrales Nucleares" establece lo siguiente en relación a la seguridad y los procedimientos de operación:

"Para que una central nuclear sea operada de forma segura, lo especificado en el diseño (y las modificaciones que éste pudiera sufrir en el futuro) deberá quedar reflejado en ciertos límites a los parámetros operativos y en requisitos para

los equipos y para el personal. Partiendo de estos límites y requisitos, la organización explotadora elaborará el conjunto de Condiciones Límite de Operación (CLO).

Una contribución principal para conseguir la conformidad con las CLO la constituyen los Procedimientos de Operación, cuya elaboración y utilización será consistente con aquéllas y las considerará en su totalidad." (ver figura 1).

La IAEA deja de manifiesto así la relación existente entre los procedimientos y la seguridad nuclear y, en la misma Guía de Seguridad N° NS-G-2.2, establece los criterios y pautas generales que se han de seguir para la elaboración inicial y para la revisión continua de los procedimientos de operación.

TECNATOM, como suministrador del servicio de Apoyo a Explotación a las centrales nucleares, tiene amplia experiencia en esta área.

En este artículo se detallan buena parte de los criterios que se tienen en cuenta durante la generación y mantenimiento de



ANTONIO ORTIGOSA ROBLES es Ingeniero Industrial por la ETSII de Madrid, especialidad Técnicas Energéticas. Desde 1992 es el responsable de la organización de Apoyo a Explotación de TECNATOM.



ANTONIO BURGOS DÍAZ es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente, en TECNATOM, participa en trabajos de elaboración y mantenimiento de procedimientos de operación principalmente relacionados con C.N. Ascó.



CARLOS ALFARO LIZCANO es Ingeniero Industrial por la ETSII de Madrid, especialidad Electricidad. Actualmente, en TECNATOM, participa en trabajos de elaboración y mantenimiento de procedimientos de operación principalmente relacionados con C.N. Ascó.

los procedimientos de operación de las centrales nucleares y se incluyen algunas de las experiencias en las que TECNATOM ha participado junto con las centrales nucleares españolas. Si bien el artículo se centra básicamente en las centrales nucleares de diseño Westinghouse, se ha de considerar que, en líneas generales, es aplicable a las centrales nucleares de diferente diseño.

TIPOS DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

Todas las actividades relacionadas con la seguridad se deben desarrollar conforme a los procedimientos aprobados. La disponibilidad y el uso correcto de los procedimientos de operación, incluidos los procedimientos de vigilancia, son una importante contribución a la operación segura de la central nuclear. Dicha operación debe asegurarse en cualquier estado de la central por lo que deben existir tantas categorías de procedimientos como estados de operación de la central, pudiéndose representar según el esquema de la figura 2.

Teniendo en cuenta el esquema anterior, los procedimientos de operación se clasifican de la siguiente manera:

Procedimientos de Operación Normal

Son los procedimientos que se desarrollan para asegurar que la planta opera dentro de los límites y condiciones de operación, y deben suministrar las instrucciones para la operación segura en todos los modos de operación normal.

Existen los siguientes tipos de procedimientos de operación normal:

- *Procedimientos de Operación General* que establecen las instrucciones para la ejecución de las maniobras que permitan una operación integrada de la planta. Incluyen los procedimientos de arranque, parada, operación a potencia y cambios de carga.

- *Procedimientos de Operación de Sistemas* que establecen las instrucciones para la operación de los sistemas y componentes de la planta. Incluyen apartados para la realización de maniobras como la energización, llenado, venteo, drenaje, puesta en servicio, retirada de servicio, arranque, parada, cambio de modo de operación, etc.

- *Procedimientos de Pruebas de Vigilancia* son los desarrollados para asegurar que los ajustes de los sistemas de seguridad y las condiciones y límites establecidos para la operación normal se cumplen siempre. Incluyen procedimientos de monitorización, inspección, comprobación, calibración y pruebas de los sistemas y componentes relevantes para la seguridad de acuerdo con un

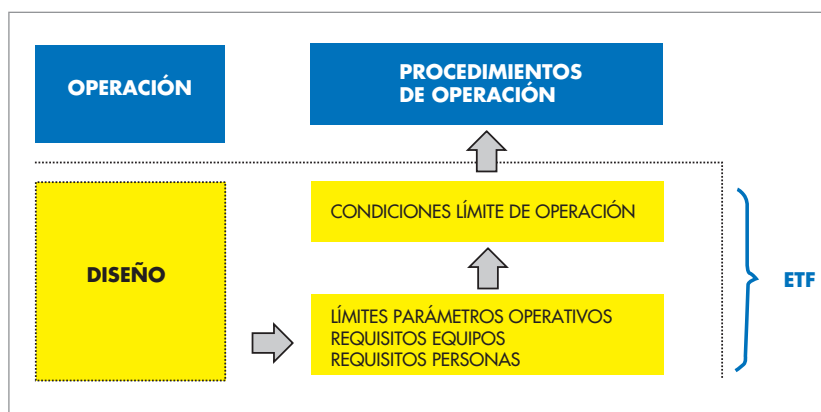


Figura 1: Relación entre el diseño y la operación de la central nuclear.

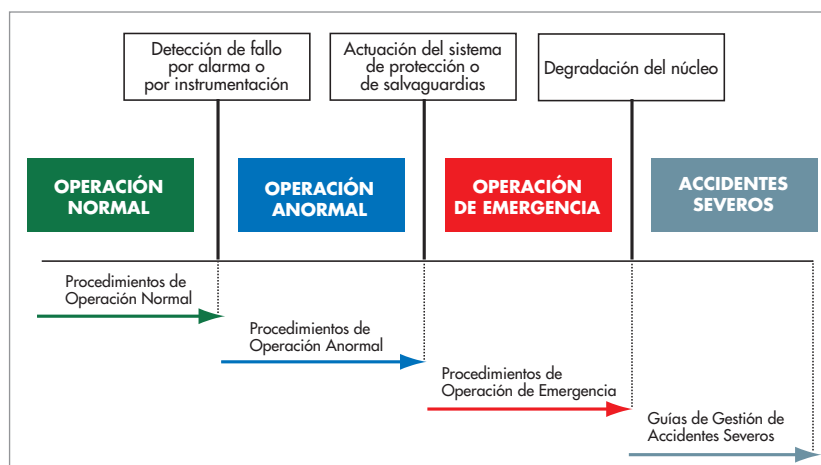


Figura 2: Relación entre estados de operación de la central y procedimientos.

programa de requisitos de vigilancia establecido en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF).

- *Otros procedimientos* como, por ejemplo, los de manejo combustible, procedimientos administrativos, manuales de operación o procedimientos de pruebas periódicas no incluidos en las ETF, completan la serie de Procedimientos de Operación Normal.

Procedimientos de Operación Anormal

Son los procedimientos que se desarrollan para responder de forma oportuna y correcta ante desviaciones de los límites de estado estacionario, asegurando que los parámetros de planta se mantienen dentro de los límites especificados durante los transitorios operacionales esperados en los que no se produce la actuación del sistema de protección o de salvaguardias. Además de colaborar en el diagnóstico del suceso, en estos procedimientos se incluyen las instrucciones de recuperación.

Existen los siguientes tipos de procedimientos de operación anormal:

- *Procedimientos de Respuesta a Alarmas* cuyo objetivo es guiar la respuesta del operador a cada una de las alarmas de forma individual, incluyendo

instrucciones para tomar las acciones correctoras. Para cada alarma se identifica el origen, las posibles causas que producen su activación y las acciones automáticas y manuales a realizar.

- *Procedimientos de Operación de Fallo* se utilizan cuando se superan los límites de operación de componentes o equipos, pero sin llegar a los límites de actuación del sistema de protección o de salvaguardias.

La entrada a estos procedimientos se realiza cuando se activa una determinada alarma o cuando se diagnostica un determinado suceso.

Los procedimientos se ordenan por sistemas, y se desarrollan para aquellos sucesos en los que la complejidad del sistema puede dar lugar a dudas en el equipo de operación, o en los que una oportuna respuesta sea importante para que no se superen los límites especificados.

Actualmente estos procedimientos se escriben en un formato a doble columna, ya que la utilización de este tipo de formato supone una mejora de la seguridad efectiva de la operación. Las normas de redacción en doble columna son las mismas que las utilizadas en los procedimientos de operación de emergencia.

Procedimientos de Operación de Emergencia

Son los procedimientos que se desarrollan para proporcionar instrucciones de recuperación que hacen frente a aquellos sucesos en que se produce la actuación del sistema de protección del reactor o de salvaguardias. Se incluyen los accidentes base de diseño y aquellos accidentes más allá de las bases de diseño, antes de que se produzca la degradación del núcleo.

Existen los siguientes tipos de procedimientos de operación de emergencia:

- *Procedimientos de Recuperación Óptima* contienen una serie de acciones para el diagnóstico del suceso, así como para la recuperación, permitiendo devolver la central a su estado de operación normal o a un estado de seguridad garantizada en el que se puedan realizar las reparaciones (si éstas fuesen necesarias). Los sucesos de iniciación pueden ser fallos de sistemas o accidentes postulados (pérdida de refrigerante del reactor, pérdida de refrigerante secundario y rotura de tubos en un generador de vapor).

- *Árboles de Estado de Funciones Críticas de Seguridad* están basados en síntomas y en total son seis Árboles de Estado que definen el estado de seguridad de la central. Se deben vigilar continuamente desde los primeros minutos del suceso, y si se detecta una amenaza extrema o severa, el operador debe abandonar el procedimiento de Recuperación Óptima y pasar al de Recuperación de Funciones indicado por el Árbol de Estado.

- *Procedimientos de Recuperación de Funciones* proporcionan información que permite responder a las amenazas para las Funciones Críticas de Seguridad, recuperando estas funciones independientemente del desarrollo del incidente.

Los procedimientos de Recuperación Óptima y los de Recuperación de Funciones están redactados en formato a doble columna. La columna de la izquierda se utiliza para dar instrucciones al operador y para las respuestas esperadas, mientras que la columna de la derecha se emplea para dar las acciones de contingencia a tomar en el caso de que con la condición, suceso o tarea que aparece en la columna de la izquierda no se consiga el resultado esperado.

Guías de Gestión de Accidentes Severos

Son las guías suministradas para accidentes más allá de las bases de diseño en los que se produciría degradación del núcleo, y tienen como objetivo evitar el fallo de la contención. Los fenómenos físicos implicados en este tipo de accidentes podrían originar fusión del núcleo con fallo de la vasija.

Las Guías de Gestión de Accidentes Severos (GGAS) contienen acciones basadas en síntomas y marcan las pautas de actuación al operador en el caso de que se produjera la fusión del núcleo.

La entrada a las GGAS se realiza desde ciertos procedimientos de operación de emergencia, no volviendo a dichos procedimientos mientras dure el accidente severo. La gestión del accidente severo y, por tanto, la ubicación de las guías están, básicamente, en el Centro de Apoyo Técnico (CAT) de la emergencia.

Las GGAS están escritas en un entorno de ingeniería definiendo claramente la interfase entre Sala de Control y CAT en el seguimiento de la emergencia. Presentan una serie de diagnósticos y acciones priorizadas, incluyendo métodos alternativos para determinar la instrumentación a utilizar en un escenario degradado.

Las GGAS permiten el diagnóstico anticipado de los riesgos a la contención identificados en el Análisis Probabilista de Seguridad, Nivel 2, de cada central.

PROCESO DE GENERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

TECNATOM como empresa de apoyo a las centrales nucleares ofrece soporte para la elaboración inicial y revisión continua de los procedimientos de operación. Para ello ha desarrollado una metodología basada en las directrices dadas por el Institute of Nuclear Power Operations (INPO), y cuyas principales etapas se pueden representar según el esquema de la figura 3.

Para la **elaboración inicial** de un conjunto de procedimientos es necesario aplicar un proceso planificado y sistemático que contiene las siguientes fases:

Análisis

Durante esta fase se analiza y prepara la documentación que permite proceder a la elaboración de los nuevos procedimientos. Los documentos más importantes utilizados como referencia son:

- Documentos que contienen los objetivos y suposiciones de diseño.
- Documentos contractuales de los contratistas conteniendo guías de operación de sistemas y componentes.
- Documentos de licenciamiento.

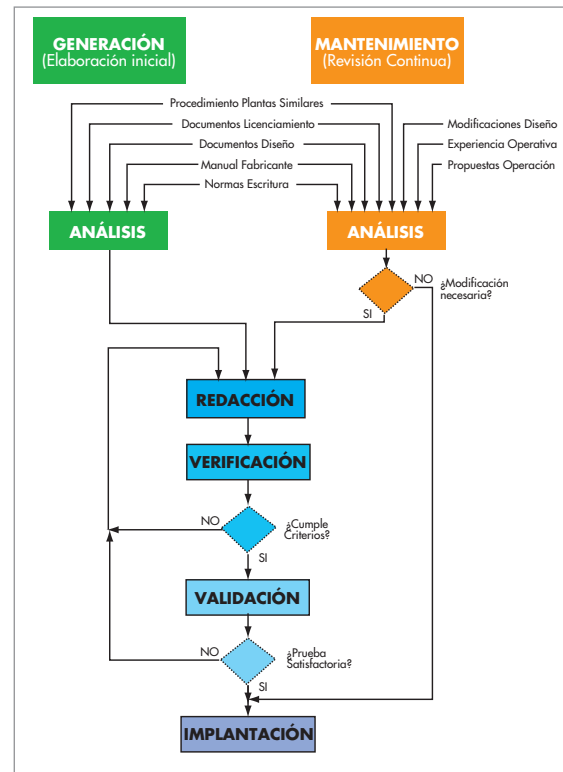


Figura 3: Proceso para generación y mantenimiento de los procedimientos.

- Procedimientos de otras plantas de diseño similar.
- Normas de redacción de procedimientos.

Esta fase de análisis de la documentación de referencia normalmente será realizada por el mismo grupo de operación encargado de la redacción.

Redacción

Durante el proceso de redacción el equipo de operación debe asegurarse de que los procedimientos son coherentes con los informes finales de seguridad, las condiciones límite de operación y cualquier otro requisito del organismo regulador. Además tendrá en cuenta lo siguiente:

- Identificación clara de las condiciones de entrada y salida del procedimiento.
- Apropriaditas conexiones entre los procedimientos para evitar olvidos y duplicaciones.
- Presentación a los operadores de las maniobras de acuerdo con la buena práctica en relación con factores humanos incluyendo un objetivo claramente y se deberán utilizar, cuando sea posible, diagramas de bloques, esquemas u otras ayudas al operador.
- Explicación escrita de las bases del procedimiento para ayudar en su utilización y futura revisión.

Verificación

La verificación es una evaluación que se realiza para confirmar que se han

incorporado en la redacción todas las normas que permitan establecer que se cumplen los siguientes criterios:

- Precisión técnica especialmente en aquellos aspectos relacionados con la seguridad. En concreto se comprobará que todos los equipos y sus estados que se asumen en el Estudio Final de Seguridad se requieren operables o coinciden en su estado. Esta evaluación se realiza por un grupo de operación tan cualificado, al menos, como el equipo redactor.
- Criterios formales y editoriales establecidos en el Manual de Metodología del Escritor.

Validación

La validación es una evaluación que se realiza para determinar que las acciones especificadas en los procedimientos pueden ser ejecutadas por el operador, a fin de conseguir el objetivo para el que han sido diseñadas. La prueba de validación se intenta realizar primero durante la operación real del sistema en Sala de Control y si no es posible (por el tipo de procedimiento u otra circunstancia) durante la operación en el simulador. Esta validación debe ser realizada, siempre que sea posible, por equipos diferentes a los que han participado en las fases de redacción y verificación.

Implantación

Una vez superada la prueba de validación, el procedimiento formará parte del Manual de Operación de la Central y las relaciones entre éste y los ya existentes configurarán la "red estructural de procedimientos". Con el fin de garantizar una coherencia, se deben revisar los procedimientos del Manual de Operación ya existentes y que tengan alguna relación con el procedimiento desarrollado.

Una vez verificada esta coherencia, el procedimiento pasa a ser implantado para lo cual se realiza lo siguiente:

- Aprobación y emisión del procedimiento por el Director de Central.
- Entrada del procedimiento en el Sistema de Gestión Documental.
- Distribución de acuerdo con los Procedimientos Administrativos de la central y puestos a disposición de Sala de Control para su utilización.

El programa de entrenamiento a los equipos de operación, consiste en sesiones lectivas en las que se repasa la estructura y contenido técnico de los procedimientos y sesiones de simulador en la que se practica su uso. Este entrenamiento normalmente se realiza como paso previo a la aprobación del procedimiento, e incluso en ocasiones durante la fase de validación del procedimiento.

El **proceso de revisión continua** de un procedimiento se inicia de forma periódica o cuando se considere necesario a la vista de los siguientes aspectos:

- Modificaciones de Diseño implantadas en la Central.
- Experiencia Operativa propia o ajena.
- Comentarios o Propuestas de Mejora emitidos por el personal de operación.

Cualquier modificación a los procedimientos, en el entorno de la revisión continua, debe ser realizada siguiendo el mismo esquema que para la elaboración inicial del procedimiento.

SERVICIOS PRESTADOS POR TECNATOM EN RELACIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS PARA LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS DE DISEÑO WESTINGHOUSE

A continuación se detallan los servicios más importantes prestados por TECNATOM en los últimos años en relación a los procedimientos de operación.

Procedimientos de Operación General

TECNATOM ha colaborado con C.N. Vandellós II en el desarrollo de la metodología "Procedimientos de Operación General (POG). Normas de Redacción" y en la elaboración de una revisión de los POG. Los aspectos más relevantes que fueron incorporados en la optimización de los POG fueron:

- Reubicación de las precauciones y notas, situándolas previas a la maniobra que aplican.
- Inclusión de la respuesta esperada que cada una de las maniobras ocasiona, lo que facilita la verificación de la maniobra realizada, dando al equipo de operación una mayor seguridad respecto al correcto seguimiento de la operación.
- Incorporación, en la medida de lo posible, de maniobras de los Procedimientos de Operación de Sistemas (POS), con objeto de reducir las transiciones entre ambos procedimientos.
- Incorporación de un diagrama de bloques al final de cada POG, en el que se identifican las maniobras significativas y su secuencia, lo que constituye una herramienta idónea a utilizar en el proceso de formación continua del personal de operación.

La redacción de la nueva revisión de los POG, por parte de TECNATOM, la verificación de los mismos, por parte de C.N. Vandellós II, y la utilización del simulador para su posterior validación han garantizado la idoneidad del proceso.

Procedimientos de Operación de Sistemas

TECNATOM ha colaborado con las centrales nucleares de Ascó y Vandellós en el proceso de revisión continua de los Procedimientos de Operación de Sistemas (POS) incorporando especialmente modificaciones de diseño, experiencia operativa y comentarios de los equipos de operación.

También ha realizado el análisis de los Documentos Base de Diseño (DBD) de las CCNN de Ascó y Vandellós II, con el objetivo de verificar la coherencia entre las prácticas operativas, especialmente los POS, y las bases de diseño de los diferentes sistemas.

Procedimientos de Vigilancia

TECNATOM ha realizado una verificación independiente de los Procedimientos de Vigilancia (PV) de C.N. Vandellós II, incluyendo las siguientes actividades:

- Elaboración de la metodología del proceso de verificación de los PV.
- Verificación de los PV evaluando que el contenido de los mismos recoge con exactitud lo establecido en los Requisitos de Vigilancia de las ETF.

Actualmente está realizando para C.N. Ascó un análisis de la coherencia entre las Condiciones Límite de Operación (CLO) y las bases de diseño de seguridad. En este análisis se identifican las bases de diseño relacionadas con las CLO verificándose el cumplimiento de estas bases de diseño con los PV u otros procedimientos de pruebas periódicas.

Procedimientos de Respuesta a Alarmas

TECNATOM colaboró con C.N. Vandellós II en la elaboración inicial de los Procedimientos de Alarmas de Cuadros Locales, utilizando la misma metodología que para los Procedimientos de Alarmas de Sala de Control.

Procedimientos de Operación de Fallo

TECNATOM en colaboración con las centrales nucleares de Almaraz y Vandellós II, desarrolló la metodología de generación de los Procedimientos de Operación de Fallo (POF) en formato de doble columna, basada en la existente para los Procedimientos de Operación de Emergencia (POE). Los aspectos más relevantes que justificaron la optimización de los POF fueron:

- El formato en doble columna es idéntico al empleado en los POE, para el cual los operadores están familiarizados y tienen práctica en su uso.
- Los POF en formato de doble columna son más fáciles de seguir

para aquellos pasos que tienen varias acciones alternativas, si el resultado esperado no es el obtenido. Esto es a menudo el caso de los POF.

- El formato en doble columna permite contemplar más acciones alternativas.

Durante este proceso se actualizaron los POF (deficiencias observadas, errores detectados, comentarios de operación, modificaciones de diseño...), y se añadió información complementaria.

Una vez elaborada la metodología, TECNATOM colaboró de diferente manera con las centrales nucleares de Almaraz, Ascó y Vandellós II en la elaboración inicial y revisión continua de los POF a doble columna, destacando en todos los casos su papel en la etapa de validación ya que los simuladores permiten plantear suficiente número de escenarios para asegurar la idoneidad de los POF.

Procedimientos de Operación de Emergencia

TECNATOM elaboró una metodología de generación de los Procedimientos de Operación de Emergencia (POE) genérica para las centrales nucleares españolas PWR, en base a los documentos emitidos por el INPO sobre redacción, verificación y validación de los POE, desarrollando posteriormente la metodología "Plan de Generación de POE" específica a cada central.

La elaboración inicial de los POE de las centrales nucleares de Almaraz, Ascó y Vandellós II, se realizó de acuerdo con dicha metodología y en base a las Guías de Respuesta de Emergencia (ERG) y Documentos de Bases de las ERG emitidos por el Grupo de Propietarios de Westinghouse (WOG).

También ha colaborado en el proceso de revisión continua de los POE de las centrales nucleares de Almaraz, Ascó y Vandellós II.

Al igual que en las POF, la colaboración de TECNATOM es fundamental en las etapas de validación y revisión continua, destacando en este último punto la coordinación del Programa Común de las ERG.

Programa Común ERG

El Programa Común de las ERG está integrado por los coordinadores de las centrales nucleares (Almaraz, Ascó, Vandellós II) y TECNATOM.

Este programa forma parte de la etapa de mantenimiento de los POE, y tiene como principal objetivo el tratamiento en común de la siguiente información:

- Documentación emitida por el WOG dentro del Programa de Mantenimiento de las ERG (Direct Work derivados de los comentarios realizados por las CCNN miembros del WOG,

nuevas revisiones de las guías ERG y documentación asociada a las ERG).

- Comentarios técnicos, de carácter común, emitidos por las centrales nucleares participantes o TECNATOM, derivados básicamente de las revisiones de los POE específicos, reentrenamiento de los equipos de operación, experiencia operativa y análisis de los Direct Work.

El desarrollo de este programa se lleva a cabo mediante reuniones con periodicidad semestral coordinadas por TECNATOM, cuya agenda incluye principalmente los siguientes puntos:

- Información sobre las actividades del Subcomité de Operaciones del WOG, en relación con el Programa de Mantenimiento ERG.
- Intercambio de información entre las centrales nucleares sobre los trabajos realizados en el último semestre en relación a los POE, así como de otras actividades que consideren de interés.
- Análisis de los trabajos realizados por TECNATOM, acordados en la última reunión.
- Comentarios sobre la información recibida del WOG en el último semestre, y otros temas de carácter común identificados por las centrales nucleares y TECNATOM.
- Determinación del alcance de los trabajos a realizar por TECNATOM, durante el siguiente semestre.

Los principales trabajos que realiza TECNATOM, dentro de este programa, son los siguientes:

- Traducción y mantenimiento de la documentación emitida por el WOG (Guías ERG, Documentos de Bases de ERG y de Footnotes de ERG, Volumen Ejecutivo ERG, Guías ARG y Documentos de Bases de ARG).
- Análisis de los Direct Work (DW) emitidos por el WOG, para determinar la aplicabilidad a los POE de las centrales nucleares.
- Generación de Comentarios Técnicos (CT), para utilizar en el mantenimiento de los POE de las centrales nucleares.
- Generación de Consultas al WOG (CW), para enviar al WOG por parte de las centrales nucleares.
- Generación de Notas Técnicas (NT), para incluir en los programas de reentrenamiento de los equipos de operación de las centrales nucleares.

Guías para el Centro de Apoyo Técnico

Son las guías disponibles para el personal del Centro de Apoyo Técnico (CAT) con el fin de proporcionar la información técnica y criterios de evalua-

ción sobre las posibles consultas que operación realice al CAT durante el seguimiento de los POE.

TECNATOM participó en la elaboración inicial de las Guías del CAT, y en el entrenamiento inicial del personal del CAT, de las CCNN de Almaraz, Ascó y Vandellós II.

También participa en el proceso de revisión continua de estas guías para las centrales nucleares de Almaraz y Vandellós II, adaptándolas a los cambios ocurridos en la central, en los POE, o en la documentación de referencia del WOG.

Guías de Gestión de Accidentes Severos

TECNATOM participó en la elaboración inicial de las GGAS para las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II, y en la verificación de la redacción inicial de las GGAS para CN Almaraz.

También ha participado en el proceso de verificación y validación de las nuevas revisiones de las GGAS para las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II, y en el proceso de revisión continua de las GGAS para C.N. Almaraz.

SERVICIOS PRESTADOS POR TECNATOM EN RELACIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS PARA OTRAS CENTRALES NUCLEARES NACIONALES E INTERNACIONALES

A continuación se enumeran los servicios más importantes prestados por TECNATOM en los últimos años en relación a los procedimientos de operación para otras centrales nucleares españolas y extranjeras:

- Revisión de los POS de C.N. Cofrentes que incluyen además de las maniobras de operación del sistema, una descripción del mismo, los procedimientos de respuesta de alarmas y los PV.
- Revisión continua de los POE de C.N. Cofrentes.
- Revisión continua del Manual de Operación de C.N. Garoña.
- Verificación independiente de los PV de C.N. Garoña.
- Participación en el proceso de validación del Manual de Operación de C.N. Trillo.
- Elaboración inicial de los PV de Lungmen NPP.
- Elaboración inicial de los Procedimientos de Respuesta de Alarmas de Lungmen NPP, incluyendo la priorización de las alarmas.
- Elaboración inicial de los POG genéricos para las centrales tipo AP-1000 de Westinghouse. Anteriormente también se había trabajado en las POG del AP-600.

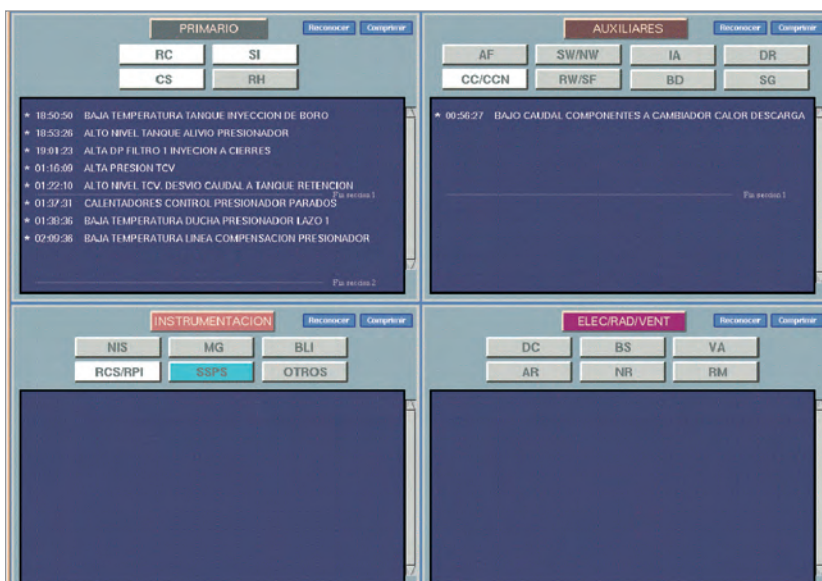


Figura 4: Pantalla general de alarmas (Operador del Reactor).

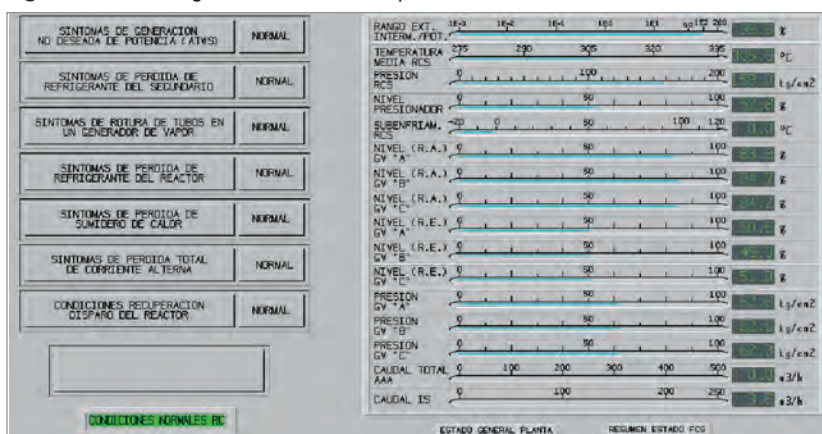


Figura 5: Pantalla de diagnóstico del suceso.

- Verificación y Validación de los POE genéricos para las centrales tipo AP-600 de Westinghouse
- Asesoría en la elaboración de los POG y POF de South Ukraine NPP y Novovoronezh NPP.

TENDENCIAS DE FUTURO

La evolución de los sistemas de información y control ha permitido la utilización de esas nuevas capacidades también en el área de los procedimientos de operación.

Los nuevos sistemas de ayuda a la operación se han ido desarrollando basados en las necesidades de los operadores para ejecutar los procedimientos de operación.

Entre dichos sistemas, en los que TECNATOM ha participado muy activamente durante el desarrollo, están los nuevos sistemas de alarmas, así como los sistemas de ayuda al diagnóstico y recuperación de transitorios y emergencias.

La computerización completa de procedimientos de operación no está prevista para plantas actualmente en operación, sino que será una realidad en las nuevas generaciones de reactores nucleares que se están comercializando actualmente (ver figuras 4 y 5).

En este sentido, TECNATOM ha participado y está participando en numerosos proyectos Internacionales en los que se han especificado e incluso diseñado y desarrollado prototipos, de los que serán los futuros sistemas de procedimientos computerizados de operación, incluyendo la preparación de metodologías de Verificación, Validación y Licenciamiento. ■

SOLICITUD DE PONENCIAS

34 **Reunión Anual**
Sociedad Nuclear Española
MURCIA 29-31 de octubre de 2008



IMPORTANTE

Documento	Fecha Límite	Presentación
Sinopsis	30 de abril de 2008	300 palabras (sólo texto)
Ponencia	13 de junio de 2008	4 - 8 páginas

DE INTERÉS

Las sinopsis y ponencias se enviarán a través de la web de la SNE www.sne.org.es, en el apartado "Reunión Anual", "Registro de ponencias" siguiendo los pasos indicados.