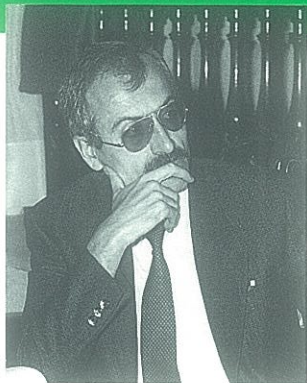




José FAIG SUREDA es Ingeniero Industrial por la ETSII de Barcelona. Ha trabajado desde 1978 a 1984 en la Puesta en Marcha de los Grupos I y II de CN Ascó. Ha participado en trabajos de Ingeniería y Seguridad Independiente para la misma Central. En la actualidad es el Director de Proyecto del APS de CN Ascó.

ANÁLISIS PROBABILISTA DE SEGURIDAD PARA CN ASCO

J. FAIG - R. MORCILLO



Ramón MORCILLO LINARES es Ingeniero Industrial por la ETSII (1970) y trabajó hasta 1973 en KWU (Erlangen). Ingresó en INYPSA para trabajar en el Departamento Nuclear del Proyecto de CN Ascó y en diversos proyectos relacionados con la seguridad nuclear. Actualmente es Jefe de Proyecto del APS de CN Ascó.

ORIGENES DEL ESTUDIO

El "Programa Integrado de realización y utilización de los APS en España", emitido por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en junio del 86, determinaba que, de forma escalonada, las plantas españolas deberían hacer un APS.

En este contexto, la realización del Análisis Probabilista de Seguridad fue requerida a la Asociación Nuclear de Ascó (ANA) mediante resolución del pleno del CSN en junio del 86. En carta de petición a ANA se indicaban los requerimientos y condiciones tanto en lo que se refiere a alcance y metodología como a la organización y plazos que debía cumplir el análisis a realizar.

Posteriormente a esta petición, CN Ascó realizó un análisis amplio de posibilidades de realización del APS, planteándose internamente todas las posibilidades organizativas, metodológicas y de medios para con ello llegar a la consecuencia de los objetivos planteados por el CSN, además de lograr una utilidad futura para la propia CN Ascó como herramienta de trabajo de licenciamiento, mantenimiento y/o operación.

OBJETIVOS

De acuerdo con los requerimientos del CSN, los objetivos al realizar el APS de CN Ascó son los siguientes:

- Identificación de los tipos más probables de secuencias de sucesos que podrían llevar a una situación de deterioro o fusión del núcleo del reactor.

- Detección de aspectos más débiles de la seguridad y que contribuyan a la probabilidad de ocurrencia de accidentes con daño al núcleo.
- Análisis de la probabilidad de ocurrencia de situaciones con daño al núcleo del reactor debido a la declaración y propagación de incendios en el interior de la Central.
- Analizar la posibilidad y estimar la probabilidad de ocurrencia de situaciones con daño al núcleo del reactor debido a inundaciones originadas por fuentes internas a la Central.
- Análisis de fiabilidad de los sistemas de extracción de calor y de aislamiento de la contención para realizar sus funciones cuando sean requeridos en caso de diferentes sucesos iniciadores de posibles secuencias de accidente.
- Disposición en el futuro de un modelo de la Central y de unas técnicas analíticas susceptibles de ser utilizadas para diferentes aplicaciones y en la toma de decisiones sobre aspectos tales como: operación, requisitos de licenciamiento, modificaciones de diseño, cambio de especificaciones técnicas, programas de entrenamiento, procedimientos, etc.

Es de destacar, como aspecto diferencial respecto a otros APS realizados en nuestro país, en análisis de inundaciones internas, incluido en el alcance de este proyecto.

En la modelización a realizar se tomará como base la Unidad I de CN Ascó, identificando aquellos aspectos comunes a ambas unidades y diferencias entre ambas, al objeto de permitir una valoración tanto de cada unidad como separado como de ambas en conjunto.

METODOLOGIA

En líneas generales, el análisis probabilista a realizar seguirá las guías y procedimientos indicados en el NUREG/CR-2815, Rev. 1 (Probabilistic Safety Analysis Procedures Guide).

El APS de Nivel 1 constará de cinco fases o actividades principales:

- Familiarización.
- Análisis de Secuencias de Accidente.
- Análisis de Sistemas.
- Datos de fiabilidad y estimación de parámetros.
- Cuantificación de secuencias de accidente.
- Interpretación de resultados y documentación.
- Análisis de sucesos externos (Incendios e Inundaciones).

La mayoría de las actividades están interrelacionadas, no sólo en el sentido de que unas necesitan la información generada o recopilada en otras, sino también porque pueden requerir la revisión o ampliación de tareas anteriores.

En la figura I se muestra esquemáticamente la relación y dependencia entre distintas tareas.

La metodología elegida para la definición de las secuencias de accidente es la de «pequeños árboles de sucesos y grandes árboles de fallos», habiéndose analizado con detalle las ventajas e inconvenientes que conlleva ésta frente a la de «grandes árboles de sucesos y pequeños árboles de fallos» (modelo de estado soporte).

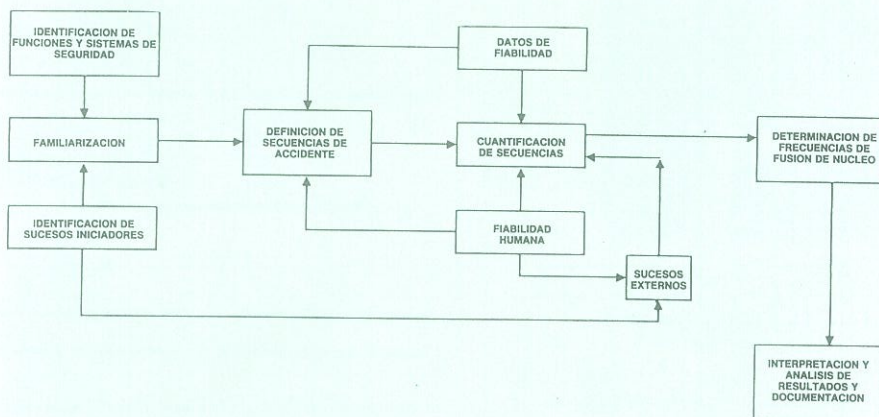
Con esta metodología elegida, las dependencias entre sistemas surgen automáticamente, al incluir los sistemas soporte dentro de los árboles de fallo de los frontales, no exigiendo del analista un conocimiento previo de las dependencias que requiere la otra metodología.

Además de esta ventaja existen otras a favor del método de construcción elegido, como la de facilitar el análisis de las secuencias accidentales por ser menor el número resultante de éstas.

En cuanto a los modelos a utilizar para el análisis fiabilidad humana, y dependiendo del tipo de interacción humana a analizar, se utilizarán los siguientes:

- THERP Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications (NUREG/CR-1278).
- Human Cognitive Reliability Model, HCR (NUS 4531).
- Time Reliability Correlation, TRC (NUREG/CR-3010).

Como sistemática del análisis de fiabilidad humana se utilizará la aproximación indicada en el SHARP (Systematic Human Action Reliability Procedure, EPRI NP-3583).



F I Relación entre las Actividades del Proyecto

F II Programa del Proyecto del APS de CN Ascó

ACTIVIDADES	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Familiarización con la Planta - Entrenamiento y colección de docum. - Desarrollo de Procedimientos - Identificación y agrupamiento de sucesos iniciadores																		
2. Definición de secuencias de accidente - Desarrollo de árboles de sucesos y análisis de sistemas - Análisis de fiabilidad humana																		
3. Desarrollo de la base de datos genérica y específica de CN Ascó																		
4. Cuantificación de secuencias																		
5. Análisis de sucesos externos - Fuegos - Inundaciones internas																		
6. Interpretación de resultados y extensión del análisis a la Unidad 2																		
7. Documentación Informes previos Informe final																		
8. Análisis fiabilidad sistema aislamiento de la contención - Documentación																		

ORGANIZACION GENERAL DEL PROYECTO

ANA, siguiendo las directrices del CSN, ha establecido una organización donde, maximizando la participación nacional, se procuran los medios para obtener una transferencia real de tecnología en aquellas partes del estudio que lo requiriesen, a la vez que se aprovecha la experiencia obtenida en anteriores APS realizados en nuestro país.

La Dirección de Proyecto corre a cargo del representante de ANA, que será además el responsable de garantizar

las correctas interrelaciones entre el APS y el resto de la organización del explotador.

ANA aporta además personal propio, involucrándose activamente en el proyecto. Entre este personal se incluye la participación con dedicación exclusiva de un Jefe de Turno de Operaciones y de otras personas que se integran en el equipo del proyecto.

Los trabajos son realizados básicamente por un equipo de analistas pertenecientes a la organización de ingeniería de la UTE (Unión Temporal de Empresas, INITEC, INYPSA y EE. AA.), coordinados por un Jefe de Proyecto, responsable técnico de los trabajos del

APS frente a la Dirección de Proyecto. Para el desarrollo de los distintos trabajos del APS se cuenta con un equipo de analistas organizado por tareas, existiendo una persona responsable de cada una de ellas. El equipo de trabajo de la ingeniería estará formado en el período de máxima carga por doce personas y un responsable de Garantía de Calidad Técnica.

Se cuenta con los servicios de NUCLEONOR para la realización de una revisión independiente del proyecto. Esta revisión independiente aportará al proyecto una revisión externa de los aspectos más importantes del proyecto tales como son hipótesis, metodologías, grado de detalle, etc., y complementa adecuadamente la verificación técnica que se realiza internamente en el proyecto a cargo de Garantía de Calidad Técnica.

Se han contratado los servicios de un consultor extranjero, SCIENCE APPLICATIONS INC. (SAIC). Esta asesoría se complementará con la que llevarán a cabo expertos de la UTE con experiencia en la realización del APS de CN Almaraz. De esa forma se aprovecha la experiencia adquirida en proyectos anteriores, limitando el alcance de la asesoría extranjera a fin de lograr una óptima utilización con los recursos nacionales.

(Viene de la pág. 46)

Bajo la estrategia de pruebas alternas el tren "A" sería probado y vuelto a poner en servicio y dos semanas más tarde se haría el mismo proceso con el tren "B", continuando las pruebas de esta manera a lo largo del tiempo. Dado que se considera que los componentes fallan de acuerdo con un modelo dependiente del tiempo, la estrategia de pruebas alternas demuestra ser mejor que la de pruebas consecutivas. El calendario óptimo es aquel que prueba el segundo tren a mitad del tiempo entre las pruebas del primer tren, y así sucesivamente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las Especificaciones Técnicas de la planta no consideran explícitamente el Mantenimiento Preventivo y, aunque parece haber interpretaciones diferentes, se entiende generalmente que no está permitido retirar sistemas de seguridad de servicio para realizar labores de Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo tiene importancia en relación tanto con el as-

Para llevar a cabo un proceso continuo de evaluación a lo largo de la realización del análisis, el CSN asignará a las oficinas del proyecto, uno o dos expertos pertenecientes a su personal técnico.

Las oficinas del proyecto se han establecido en Barcelona, ubicándose en las mismas dependencias de la UTE.

SISTEMA INFORMATICO

Se describen a continuación los recursos informáticos a utilizar en el APS de CN Ascó.

Código principal SETS-VAX.

UITAPS (Estructura informática integrada de apoyo al código SETS).

Equipo informático:

- Ordenador central de UITESA, VAX 11/785.
- Línea telefónica punto a punto de 4.800 bps para la conexión oficinas de UITESA-oficinas APS.
- 2 Modems y 2 Multiplexores.

Terminales:

- 2 Pantallas VT 320.
- 1 Impresora rápida.
- 1 Plotter para A3.
- 2 Ordenadores personales.
- 1 Impresora Láser.

pecto operativo como con el de disponibilidad de la planta, por lo que hay un creciente interés por establecer las bases de una política aceptable para este tipo de mantenimiento.

El Mantenimiento Preventivo consiste en una serie de acciones que se llevan a cabo para mantener un sistema en unas determinadas condiciones de operación. Inspecciones, comprobaciones, pruebas, etc., son efectuadas para prevenir o reducir sustancialmente los fallos "incipientes". El Mantenimiento Preventivo abarca así mismo los tiempos consumidos en reemplazar piezas de corta vida o en efectuar tareas de limpieza. Es posible, como en el caso del Mantenimiento Correctivo, cuantificar las acciones de Mantenimiento Preventivo, lo cual puede ser efectuado midiendo el tiempo requerido para realizar este tipo de acciones. Una vez que el tiempo medio de Mantenimiento Preventivo es medido para un tipo de componente, se estima la indisponibilidad media anual que esta práctica conlleva para el equipo. El valor puede ser sumado a la indisponibilidad debida al Mantenimiento Correctivo del componente, de tal manera que puede hacerse posteriormente un aná-

DESARROLLO DEL PROYECTO

Una vez adjudicados los trabajos a la UTE se elaboró un plan de proyecto que contenía la propuesta detallada de realización y objetivos del APS, así como la metodología a utilizar, programa de actividades, organización y medios y recursos humanos. Este Plan de Proyecto se remitió al CSN para su aprobación, y fue aprobado por el CSN en diciembre del 88.

El período de duración aproximado del proyecto es de dieciocho meses.

En la figura II se indica un programa preliminar para cada una de las actividades principales del proyecto.

Los trabajos comenzaron a finales de 1988 con la impartición de un curso de entrenamiento en técnicas de APS y de aspectos relativos al diseño y operación de la planta, de dos semanas de duración.

Hasta el momento se han realizado o están en curso de elaboración las siguientes actividades:

- Elaboración del Manual de Procedimientos (Técnicos, Administrativos y de Garantía Calidad Técnica).
- Agrupación de sucesos iniciadores.
- Árboles de sucesos.
- Análisis de Sistemas.
- Base de datos genérica.

lisis de sensibilidad sobre la variación en la frecuencia final de deterioro del núcleo debido al incremento en la indisponibilidad total por mantenimiento.

Es necesario señalar aquí que el Mantenimiento Preventivo tiene como objetivo reducir el número de Mantenimientos Correctivos, por lo que el incremento de indisponibilidad debida al mantenimiento total no es la suma directa de ambos tipos de mantenimiento. Sin embargo, es difícil evaluar "a priori", en términos numéricos, cuánto va a disminuir la indisponibilidad debida a Mantenimiento Correctivo por el hecho de llevar a cabo Mantenimiento Preventivo, y se adopta una postura conservadora sumando directamente ambas indisponibilidades.

De la comparación de estos dos tipos de indisponibilidades por mantenimiento pueden deducirse los beneficios de llevar a cabo una política de Mantenimiento Preventivo, u optimizar la frecuencia con que se lleva a cabo el mismo, porque es obvio que la indisponibilidad debida a Mantenimiento Preventivo no debe ser nunca mayor que la que produciría el Correctivo en el caso de no existir ninguna acción planificada o sistemática.