



M.ª DOLORES MORALES DORADO es Ingeniero Industrial, especialidad Técnicas Energéticas, por la ETSIIM (1982).

Comenzó su actividad profesional en 1983 en Empresarios Agrupados como Ingeniero de seguridad en el proyecto de CN Valdecaballeros. En 1984 pasó a formar parte del (PIACR), patrocinado por UNESA y desarrollado en la Cátedra de Tecnología Nuclear de la ETSII de Madrid.

En 1986 se incorporó a la Sección de Seguridad y Medio Ambiente de CN Almaraz, participando desde su inicio y hasta la fecha en el desarrollo del (APS). Ha impartido cursos y participado en diversas reuniones nacionales e internacionales sobre análisis probabilista de Seguridad.

LA INCERTIDUMBRE EN EL PROCESO DE OBTENCION DE DATOS DENTRO DE UN APS

M. D. MORALES - J. A. CARRETERO - A. SANCHEZ



A. J. SANCHEZ ARRIETA es Licenciado en Ciencias Físicas en la Universidad Autónoma de Madrid (1980) y diplomado en Ingeniería Nuclear (curso 1981-1982) y Protección Radiológica (Curso de Jefes de 1985), entre otros cursos, por el Instituto de Estudios Nucleares. Se incorpora en 1984 en el IEN como coordinador del Curso de Ingeniería Nuclear hasta 1986, en que pasa al Departamento de Tecnología Nuclear para la realización del curso de APS del CIEMAT-DOE. Desde febrero de 1987 y hasta la actualidad en Compañía Sevillana de Electricidad, S. A. Actualmente presta sus servicios en la realización del APS de CN Almaraz.



José A. CARRETERO FERNANDINO es Ingeniero Industrial por la ETSIIB (1974) y diplomado en Ingeniería Petroquímica (1975) por el IPA de la UPB. Ingresó en Empresarios Agrupados en 1976, siendo actualmente Jefe de la Sección de Estudios y Fiabilidad. Ha sido Jefe de Proyecto del Análisis Probabilista de Seguridad (APS) de CN Almaraz y participa como asesor en los APS de CN Ascó y CN Cofrentes. Ha impartido como profesor diversos cursos sobre APS, tanto nacionales como internacionales.

INTRODUCCION

El planteamiento general de un Análisis Probabilista de Seguridad (APS) de Nivel 1, de una central nuclear, consiste en la construcción de una estructura o modelo que identifique y represente los caminos a través de los cuales un incidente en dicha central puede dar lugar a una situación del daño al núcleo. En APS de Nivel 2 y 3 se trata la progresión posterior de dichos accidentes potenciales, con daño al núcleo, analizando las consecuencias que tendrían. Sin embargo, un APS no se limita a la identificación de dichos caminos de daño ni de sus consecuencias, sino que al propio tiempo se plantea la estimación de la verosimilitud del espectro de consecuencias (daño al núcleo, liberaciones radiactivas, etc.) que pueden sobrevenir.

Para la determinación de dicha verosimilitud la técnica desarrollada en los APS consiste en la reducción del problema de la estimación de la probabilidad de un suceso, con escasa oportunidad de ocurrencias, en combinaciones de

sucesos cuya observación es menos escasa, mediante una técnica de modelización. Dichos sucesos observables pueden ser objeto de un tratamiento estadístico para la obtención de su probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, dado que no deja de ser escasa su ocurrencia, resulta necesario ampliar la base de información aumentando la población de componentes e integrando en un mismo grupo componentes no exactamente iguales (p. ej. bombas de potencias o diseño distintos) o sujetos a agresiones con incidencia diferente sobre sus parámetros de probabilidad (p. ej. distintas políticas de mantenimiento, pruebas o condiciones ambientales). Esta ampliación de la base de información contribuye a la reducción del intervalo de confianza en la estimación de los parámetros de probabilidad requeridos en los modelos (disminución de la incertidumbre de tipo estadístico) pero conlleva asociada la reducción de la especificidad de la base estadística a la planta objeto de estudio (ampliación de la incertidumbre en el nivel de conocimiento que se tiene sobre la aplicabilidad de los parámetros obtenidos dada la variabilidad planta a planta o incluso entre grupos de componentes).

Esta pérdida de especificidad es la que soporta la aplicación, en los enfoques subjetivistas del análisis de datos, de tratamientos bayesianos que ajusten la incertidumbre debida a la variabilidad entre plantas mediante la consideración de las observaciones disponibles de la planta objeto del estudio.

Un problema similar, aunque con matices peculiares, se presenta en la selección de los límites de componentes y modos de fallos para los que se debe realizar el análisis de datos. El análisis de sistemas en su desarrollo del modelo que representa los caminos de fallo no tiene mayores dificultades en la reducción del problema planteado (probabilidad de determinadas consecuencias) hasta un nivel u otro distintos de sucesos básicos. El único criterio que delimita dicho nivel es la posibilidad de asignar parámetros, obtenibles mediante técnicas estadísticas, y que tengan un nivel de incertidumbre, resultado de la combinación de los tipos antes descritos, razonablemente limitado como para que la confianza en los resultados proporcionados por la estructura o modelo del APS no plegire.

En este aspecto, los criterios que se establezcan dentro de cada APS no se pueden apartar notablemente de los establecidos en la elaboración de los bancos de datos ya existentes, dado que las limitaciones de la base de información que puede proporcionar una sola

central así como la propia estructura de dicha información, hace totalmente imprescindible el recurrir a la consulta de bancos de datos genéricos para la obtención de múltiples parámetros. La obtención directa de los parámetros a partir de la información original de dichos bancos, no suele ser por otro lado factible, bien por no ser accesible, bien por la envergadura de la tarea, o bien porque la propia estructura del registro condiciona los parámetros que se pueden obtener.

En el APS de CN Almaraz se abordó con amplitud un proceso de análisis de datos tanto genéricos como específicos cuyo desarrollo ha proporcionado una considerable experiencia en cuanto a la interpretación y adecuado tratamiento de ambos tipos de datos, lo que ha permitido extraer una serie de conclusiones generales cuyos aspectos más relevantes son objeto de este artículo. No se pretende tratar en el mismo la problemática asociada a todo tipo de datos, también requeridos e incorporados en los APS como son los asociados a los potenciales errores humanos, los fallos de causa común, los sucesos iniciadores y otros, que por su especificidad se salen del marco establecido para este artículo.

DATOS GENERICOS DE SUCESOS BASICOS

Una vez resuelta la necesidad de recurrir a la utilización de alguna base de datos genérica, la primera decisión que debe tomarse es la selección de la base de datos a emplear en cada caso, de acuerdo con los criterios previamente establecidos.

Cuando se analizan las distintas fuentes de parámetros genéricos publicados, las conclusiones más importantes que se pueden obtener son las siguientes:

- Los objetivos y alcance de las bases de datos existentes no son homogéneos, dados sus diversos orígenes y patrocinadores.
- Una base de datos, por sí sola, no suele ser suficiente para proporcionar todos los datos genéricos requeridos en la estructura del APS.
- Las bases de datos más completas no suelen ser resultado de un análisis directo de datos relativos a los componentes contenidos, sino del consenso de expertos que se ha enfrentado con anterioridad al problema del análisis de datos.

- Existen fuentes de datos de alcance limitado a un solo tipo de componentes, pero que por la profundidad del análisis realizado les proporciona un nivel de "calidad" significativamente superior al de otras fuentes.
- Los límites de los componentes y modos de fallos utilizados en la elaboración de la base de datos no siempre están definidos o lo están con una gran imprecisión.
- Las bases de datos existentes suelen ser el resultado de un esfuerzo puntual, que en raras ocasiones se han actualizado incorporando las variaciones de los parámetros con el tiempo.
- Los criterios e hipótesis aplicados en la obtención de los parámetros no siempre están suficientemente definidos como para interpretar las diferencias entre fuentes distintas.
- La categorización de determinados sucesos como fallos letales tiene un cierto grado de subjetividad que puede dar lugar a resultados no siempre realistas (a menudo algo pesimistas) en componentes cuyo fallo resulta especialmente escaso o que no se manifiesta con claridad. La presentación de las estimaciones paramétricas realizadas sin la descripción o referencia de estos sucesos que permita su reanálisis impide su refinado posterior tomando en consideración los criterios de fallo dentro del modelo del APS.
- Las bases de datos desarrolladas a partir de sucesos reales lo han sido en general a partir de LER's, con excepción de los estudios específicos realizados como parte del APS de una determinada planta. Ello hace excesivamente sensible el número de sucesos notificados a los cambios de legislación o de interpretación de la misma que se realice en las plantas, como se puede observar en estudios puntuales sobre determinados componentes (p. ej. fallos de PORV notificados/TMI-2).
- Igualmente complejo resulta por ello la extrapolación de dichos datos, correspondientes a sistemas normalmente en espera, a sistemas no sujetos a dicha legislación como son los que se encuentran normalmente en funcionamiento.
- La necesidad de catalogar los sucesos en fallos letales o no, impide reflejar matizaciones que en algunos casos pueden ser importantes, como por ejemplo la consideración del factor tiempo que permite en determinados casos la rápida recuperación del fallo. Un ejemplo típico de este problema se da en aquellos su-

cesos que por su escasez no se han dado nunca de forma estricta, y que por ello se han estimado a partir de ciertos precursores que no constituyen fallos totales. No siempre las bases de datos reflejan cuándo se han realizado dicho tipo de consideraciones.

La problemática descrita en los párrafos anteriores y que afecta en mayor o menor grado a todas las bases de datos genéricas existentes no es, sin embargo, suficiente para invalidar la necesidad y conveniencia de su utilización. Es solamente una síntesis de los aspectos que debe tener en consideración el análisis de datos de un APS cuando se enfrenta al problema de desarrollar una base de datos "pseudoespecífica" del APS a partir de datos genéricos.

Los parámetros de incertidumbre que suelen recogerse en las bases de datos genéricas junto con el valor correspondiente a la mejor estimación, representan la variabilidad planta a planta del comportamiento de componentes semejantes y no es posible reducirla totalmente por la vía de ampliar la población de componentes considerados. Dicha incertidumbre, sin embargo, no impide que dichos datos sean suficientes para el objetivo perseguido en un APS, esto es, determinar la verosimilitud de ciertos riesgos e identificar los puntos débiles, identificación en la que el proceso de obtención de los datos y su incertidumbre asociada debe ser adecuadamente interpretada.

ANÁLISIS DE DATOS ESPECÍFICOS

Como se ha indicado con anterioridad, la incertidumbre sobre la especificidad a la planta estudiada de los datos genéricos, pronto aconsejó la realización de análisis de datos específicos con los que ponderar y ajustar la aplicabilidad de los genéricos.

Esta es una tarea de dimensiones considerables por lo que no ha sido abordada en todos los APS realizados, como ha sido reconocido dentro del propio NUREG-1150.

En general, la problemática que se presenta en el análisis de datos específicos es de distinta naturaleza que la descrita para el análisis de bases de datos genéricas, si bien es parecida a la que se han encontrado los analistas que han generado dichas bases de datos genéricas a partir de sucesos reales.

El primer aspecto a abordar es el de la estructura de los registros de planta. Si bien todas las plantas se enfrentan a los mismos tipos de problemas de explotación, las formas de abordarlos y resolverlos no suelen ser necesariamente homogéneas, por lo que la sistemática que se lleva en cuanto a los registros de fallos acaecidos no es uniforme. El analista se enfrenta en este caso a una tarea de explotación de las características y disponibilidad de las fuentes disponibles, analizando no sólo su estructura actual sino, y ello es muy importante, su evolución histórica.

Hay que considerar que dichos registros, cuando existen, no se han diseñado bajo las necesidades de un APS, por lo que es muy natural que se presenten carencias significativas que deberán ser suplidas mediante extrapolaciones, hipótesis o incluso consultas con personal de explotación. Como resultado de este proceso de investigación se pueden determinar cuáles son las fuentes y registros de información más idóneos para cada uno de los tipos de datos requeridos en la estimación de parámetros.

En segundo lugar hay que definir el alcance del trabajo a abordar, tanto en cuanto al tipo de componentes como el período de tiempo a considerar. Factores como el número de años de explotación comercial, probabilidades de fallo genéricas, homogeneidad y estructura de los históricos a lo largo del tiempo deben ser tenidos en cuenta.

Una vez definido el alcance del estudio, se entra en el proceso propiamente dicho de análisis de datos. En esta etapa se requiere la aplicación de una amplia formación técnica sobre los equipos cuyos registros de mantenimiento están siendo analizados, bajo la óptica de los límites y modos de fallos considerados en el modelo del APS. Esta es una tarea con un cierto carácter subjetivo, dado que resulta necesario complementar las carencias de información propias de un registro cuya finalidad al elaborarlo no fue lógicamente aquella para la que está siendo utilizado dentro del APS. Ello exige interpretar la información disponible y documentar con rigor los criterios aplicados.

La ventaja con la que se cuenta en el análisis de datos específicos es que las características de los sucesos básicos incorporados en los modelos (límites de componentes y modos de fallo) están a disposición del analista facilitándole la interpretación de los fallos mientras que las bases de datos genéricas se han tenido que desarrollar previamente al APS sin unas características homogéneas.

Las bases de datos genéricas siempre se pueden utilizar como contrapunto para validar, a través de los resultados, los criterios establecidos.

El proceso de análisis de datos específicos tiene un carácter especialmente creativo por la necesidad de interpretar cada uno de los sucesos que no obedecen a los esquemas preestablecidos.

Consideración particular hay que dar a los fallos acaecidos durante la primera etapa de operación de la central, porque pueden tener un carácter "infantil". El resultado más valioso de este análisis no se debe considerar que consistirá únicamente en unos parámetros más realistas y específicos, sino una información cualitativa muy valiosa sobre las causas de los fallos y una perspectiva clara sobre su recurrencia que permitirá tomar medidas preventivas donde resulte factible.

RESUMEN

El desarrollo de un APS proporciona una herramienta muy potente para la valoración de la verosimilitud de sucesos no deseados e identificación de los caminos más probables de fallo.

No se debe perder de vista, sin embargo, que dentro de un APS se incorporan datos con orígenes y tipos de incertidumbres diversos que deben ser tenidos adecuadamente en consideración para una interpretación de los resultados.

Este artículo se ha centrado fundamentalmente en el análisis de datos de sucesos que por su frecuencia de ocurrencia y naturaleza pueden ser objeto de tratamiento estadístico, describiéndose factores que inciden en el tipo de incertidumbre de conocimiento asociada a los mismos.

Otros sucesos como los potenciales errores humanos que no pueden ser objeto de tratamiento estadístico han quedado fuera del objeto de este artículo y tienen una problemática diferenciada.

El análisis e identificación de dichos factores de incertidumbre no invalida la utilización de estos datos en un APS. Por el contrario, este es un paso que tiene por objeto la profundización en los mismos y su toma en consideración, tanto para su reducción a través de medidas apropiadas, como para acotar interpretaciones excesivamente academicistas de los resultados que con los mismos se puedan obtener.