

# EL ANÁLISIS PROBABILISTA DE SEGURIDAD COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN

J. SUÁREZ

Desde la realización de los primeros Análisis Probabilistas de Seguridad (APS) quedó clara la potencia de estas herramientas para evaluar de una forma sistemática los niveles de seguridad de las centrales, racionalizar requisitos normativos y focalizar las inversiones en seguridad en aquellos aspectos en los que resulten más beneficiosas. El camino de aplicación real de estos conceptos preliminares ha sido arduo hasta concretarse, en nuestros días, en las tres opciones propuestas por la NRC (SECY 98-300) en Estados Unidos y en el desarrollo de documentos de consenso entre el CSN y el sector eléctrico en nuestro país. En este artículo se describen brevemente los antecedentes y situación actual de los APS, el estado del arte de las aplicaciones de los mismos para la optimización de la explotación segura de las centrales nucleares, los pasos que se van dando para la consolidación de la regulación informada por el riesgo, así como la aplicabilidad de las técnicas probabilistas en la cuantificación y monitorización de los riesgos económicos asociados a la producción eficiente de kWh.

*Since the first PSAs were carried out, the power of such tools became clear. This ability was shown in three main areas: to assess in a systematic manner the facility safety levels, to streamline regulatory burden and to focus safety investments on the most cost-beneficial aspects. The actual application of those preliminary concepts has meant an laborious track. Finally, they have become more concrete through the 'three options' US NRC proposal (SECY 98-300) and, in Spain, through the development of several guidelines as outcome of a consensus process among the Regulatory Body (CSN) and the Spanish Industry.*

*This paper describes the PSA background and current situation, the state-of-the-art of PSA applications oriented to the optimisation of plants safely operation and the steps towards risk-informed regulation. The applicability of probabilistic techniques to assessing and follow-up of financial risks linked to the plant exploitation is also introduced here.*

## LA EVOLUCIÓN DE LOS APS EN ESPAÑA

Los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS) han supuesto un cambio en la cultura dentro del sector nuclear, introduciendo la aproximación 'probabilista' en los análisis de seguridad,

hasta entonces realizados y evaluados desde la denominada óptica 'determinista'.

Dentro de este tipo de análisis se revisan de manera detallada y sistemática el diseño, la operación, el mantenimiento y la experiencia operativa específicas de cada instalación, obteniéndose como uno de sus resultados la estimación cuantitativa de la probabilidad de que se produzcan accidentes graves y la evaluación de las liberaciones radiactivas al exterior.

Otros objetivos de los APS son la mejora en la seguridad de las instalaciones a través de la propuesta de modificaciones tanto de diseño como a prácticas de operación y mantenimiento relacionadas con las estructuras, sistemas y componentes que más contribuyan al riesgo de la instalación, así como, de un mejor conocimiento de las centrales en su conjunto por parte del personal propio.

Cabe destacar igualmente el amplio espectro de potenciales aplicaciones de estos estudios probabilistas para la mejor utilización de los recursos disponibles dentro del marco de un sector liberalizado como es el eléctrico, y que se fundamentan en la disponibilidad de unos APS de gran calidad y que reflejen la realidad de las plantas. Más adelante se presentará información adicional sobre estas actividades.

El primer APS fue requerido por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) a CN Santa María de Garoña en Octubre de 1983, completándose su primera

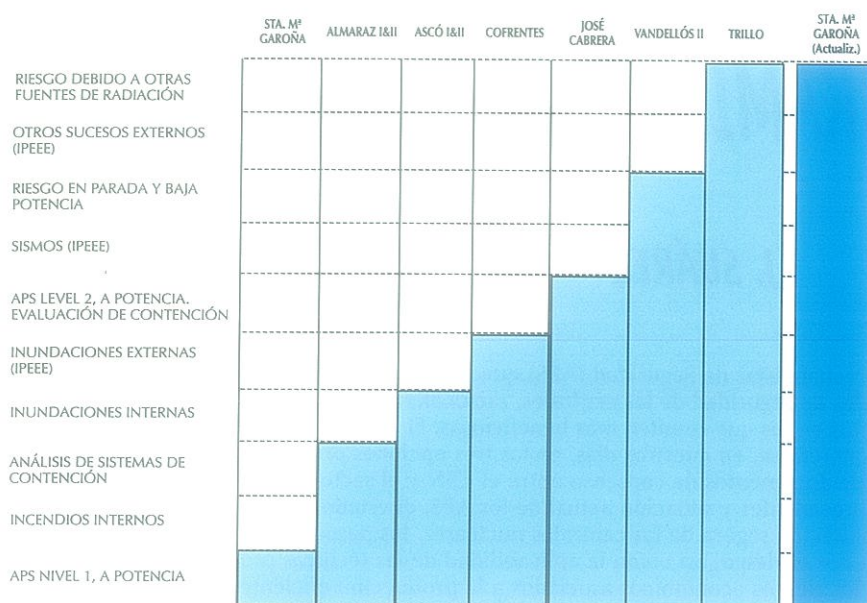
edición en 1985. El alcance solicitado era Nivel 1 (frecuencia de daño al núcleo), con la planta operando inicialmente a potencia.

Vistos los beneficios resultantes de dicho estudio, el CSN hizo extensivo al resto de las centrales españolas la necesidad de realizar sus respectivos APS, plasmándola en el Programa Integrado de Realización y Aplicación de los APS (primera edición en 1986). En dicho plan se planteaba la realización de los distintos APS de manera escalonada en tiempo y alcance para llegar finalmente a un alcance completo y, de esa manera, ir adquiriendo y asimilando los avances en la tecnología de las distintas tareas que constituyen el estudio. El objetivo perseguido era doble: mejoras en la seguridad de las centrales y disponibilidad de modelos probabilistas como herramientas para futuras aplicaciones de los APS.

En la Tabla 1 se recogen los alcances requeridos por el CSN a las diferentes centrales, así como las correspondientes fechas de solicitud y entrega de los informes finales para aprobación.

En paralelo con los requerimientos del CSN, las centrales españolas continuaron ampliando por voluntad propia los alcances de sus APS hasta cubrir lo requerido por la G.L. 88-20 y sus apéndices, que básicamente se resume en Nivel 1, Nivel 2 (IPE) y Sucesos Externos (IPEEE). Esto ha supuesto un esfuerzo adicional al ya de por sí elevado para atender lo solicitado por el CSN.

**Tabla 1**  
**Alcances APS requeridos por el CSN a las centrales españolas**



|                              | Sta. María Garoña | Almaraz I&II | Ascó I&II | Cofrentes | José Cabrera | Vandellós II | Trillo |
|------------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| Petición inicial del CSN     | 1983              | 1986         | 1987      | 1988      | 1989         | 1990         | 1991   |
| Edición 1 del APS solicitado | 1985              | 1989         | 1992      | 1990      | 1993         | 1996         | 1999   |

Fuente: "Programa integrado de realización y utilización de APS en España" (CSN, 1.998)

En la Tabla 2 se muestra de forma esquemática el estado de alcances APS desarrollados por las centrales españolas a la fecha, así como los que están en curso de preparación.

Para que este importante esfuerzo siga siendo realmente útil y el APS se consolide como una herramienta de gestión, es necesario establecer un proceso ordenado de puesta al día de es-

tos estudios. El Sector y el CSN han acordado un "Documento básico para el proceso de mantenimiento y actualización de los APS", con el objeto de desarrollar a nivel de detalle los aspectos básicos que se deben considerar en las sucesivas revisiones del APS, en consonancia con el papel que van a desempeñar según el tipo de aplicaciones que cada central desee acometer. Se define como mantenimiento del APS el proceso que garantiza su validez y asegura la confianza en el mismo; se definen dos niveles de mantenimiento. La actualización, por su parte, es el proceso de puesta al día y revisión total de la documentación, incorporando en los modelos y datos el conjunto de todas las modificaciones y experiencias operativas ocurridas en la planta desde la última revisión. En las actualizaciones se incorporan, a su vez, los avances metodológicos que se vayan consolidando y se cierran los temas abiertos entre la central y el CSN, en la medida en la que éstos se van consensuando.

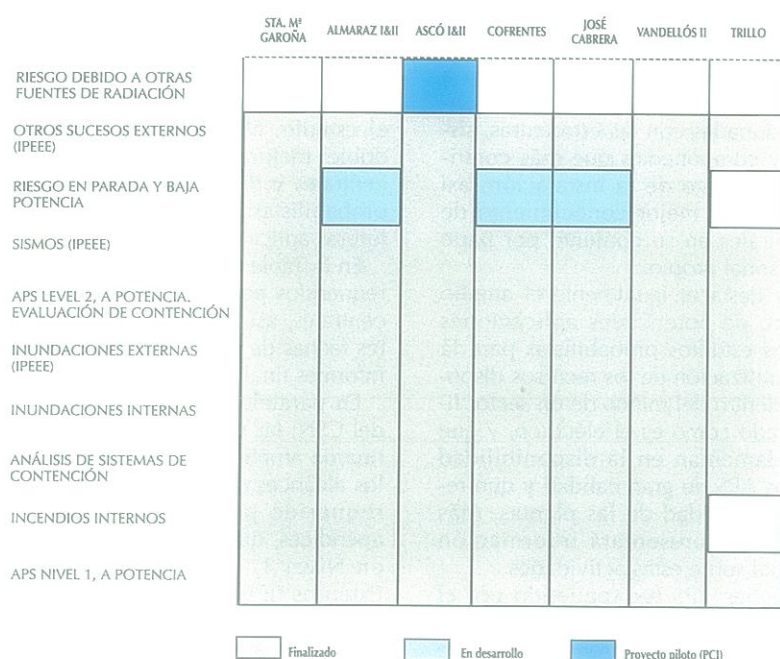
## LAS 'APLICACIONES' DE LOS APS

En 1996 se constituyó el Grupo Mixto de APS/DACNE entre el Sector y el CSN, con el objetivo de discutir y acordar los aspectos relativos al desarrollo, mantenimiento y aplicación de los APS en España.

En 1998 se emitió el "Documento básico para el proceso de realización y evaluación de los APS". Su objeto es establecer una guía asumida y aceptada por todos, tanto para el desarrollo de aplicaciones por parte de las compañías licenciatarias, como para el proceso de evaluación por parte del CSN. Como desarrollo de normativa, el CSN ha captado la parte relativa a la realización de aplicaciones del APS del documento básico mencionado y lo ha emitido como Guía de Seguridad 1.14, trasladando el consenso existente a norma.

Dentro de los convenios de colaboración entre el CSN y UNESA se encuentra el Plan Coordinado de Investigación (PCI) en cuyo seno se han desarrollado diversos proyectos de aplicaciones del APS. Todos ellos tienen en común el objetivo de probar una metodología existente, aplicándola a una central española, y obteniendo una Guía de Aplicación consistente con nuestro entorno regulador. Los proyectos desarrollados fueron: Inspección en servicio de tuberías, informada por el riesgo (RI-ISI); optimización de tiempos permitidos fuera de

**Tabla 2**  
**Alcances actuales en los APS de las centrales españolas**



servicio (AOT) e intervalos entre pruebas de vigilancia (STI) en Especificaciones Técnicas de Funcionamiento; y Garantía de Calidad gradual.

En lo que respecta a las iniciativas de la industria, y dejando aparte la Regla de Mantenimiento, de la que se hablará mas adelante, cabe destacar el importante trabajo realizado por las centrales españolas en la optimización de diversos programas y procesos, con el apoyo del APS.

- Mantenimiento preventivo a potencia (on-line) de los sistemas en alcance de las ETFs, pasando a operación a potencia mantenimientos que se realizan actualmente en recargas.

- Priorización de válvulas motorizadas y operadas por aire, para cumplir con los requisitos reguladores de realización de pruebas en condiciones de diseño.

- Estudios de cumplimiento con el Apéndice R al 10CFR50 (incendios).

- Optimización de intervalos de pruebas en servicio de válvulas y bombas (RI-IST) y de la inspección en servicio de tuberías (RI-ISI), según su significación para la seguridad.

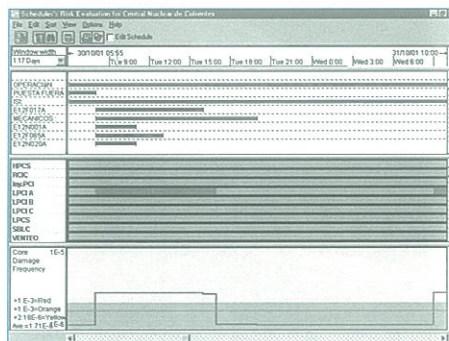
- Extensión de AOT y STI en Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.

- Apoyo a la implantación de la gestión de accidentes severos, tanto en la verificación y validación de las Guías de Accidentes Severos como en las labores de formación y entrenamiento.

- Evaluación de Modificaciones de Diseño y soporte de las Justificaciones para Continuar la Operación (JCO).

- Evaluación del impacto en el riesgo de aumentos de potencia (variaciones en criterios de éxito, acciones humanas, etc.).

Cabe destacar, así mismo, el desarrollo de herramientas de monitorización del riesgo a partir de la integración de los modelos APS. Los Monitores de Riesgo constituyen hoy en día una herramienta esencial para dar soporte a una buena parte de las aplicaciones APS; se utilizan para el control de la



configuración, para cumplir con el requisito (a)(4) de la Regla de Mantenimiento, como apoyo al mantenimiento on-line, etc., siendo de fácil manejo por el personal de Operación y Mantenimiento de las plantas.

Por último, hay que citar que el CSN está elaborando una Instrucción Técnica sobre las aplicaciones de los APS a las centrales nucleares en el marco regulador actual. En ella se destaca la potencia de esta herramienta para conocer y priorizar los diversos aspectos que gobiernan el riesgo de una central. La Instrucción Técnica tiene por fin formalizar las aplicaciones de APS dentro del actual sistema regulador, pero con las miras puestas en que pueda contribuir a sentar las bases de un sistema de regulación informada por el riesgo.

## HACIA LA REGULACIÓN INFORMADA POR EL RIESGO

Tras la acumulación de cientos de años-reactor de experiencia con una mejora constante de los indicadores de seguridad de las centrales, tanto en España como en el resto del mundo, principalmente Estados Unidos, se dan las condiciones para que se racionalice la carga reguladora, focalizando los recursos en aquellos aspectos más significativos para el riesgo, es decir, sobre los que descansa la seguridad nuclear de la instalación.

Existe en la actualidad un consenso entre la industria y el regulador en que, respetando la filosofía tradicional de 'defensa en profundidad' y sin reducir los márgenes de seguridad, las herramientas actuales tienen capacidad para determinar qué sistemas, estructuras y componentes de la central tienen este papel primordial y cuales no. Existe también un consenso en que las herramientas probabilistas por si solas no son suficientes y que se requiere un proceso bien estructurado que combine los análisis clásicos de ingeniería con los probabilistas y que un panel de expertos valide las conclusiones que se

obtengan. El papel de este panel de expertos es creciente en los más recientes desarrollos de metodología y normativa. En definitiva, el momento actual es de madurez en el estado del arte y solamente la aplicación práctica, costosa en principio pero fecunda a su vez, conseguirá obtener los beneficios de la racionalización de la normativa.

A continuación se presenta una breve descripción de la evolución histórica y de la situación actual de la regulación informada por el riesgo (RIR) en Estados Unidos, a modo de referencia, y en España.

## LA RIR EN ESTADOS UNIDOS

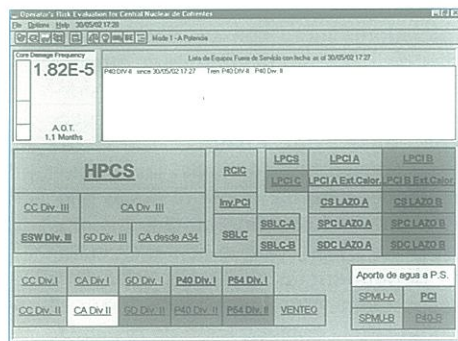
Tras los sucesivos programas de APS, que culminaron en el NUREG-1150, la NRC decidió requerir un examen individual de planta (IPE) a todas las centrales bajo su jurisdicción, que posteriormente se amplió al análisis de sucesos externos (IPEEE). Como resultado de este esfuerzo, surgieron diversas tentativas de aplicación del APS, como se describe a continuación.

**"Risk Technology Application".**- El informe elaborado por el Regulatory Review Group de la NRC se centraba en las posibilidades de desarrollar la que aún se llamaba "regulación basada en el riesgo". Este informe, editado en 1993, recomendaba que la utilización de técnicas basadas en el APS en el proceso regulatorio se estructurase en tres grupos: basadas en resultados cuantitativos de APS de diversas plantas semejantes; basadas en el APS específico para áreas seleccionadas; y basadas en resultados numéricos del APS específico de una planta.

**"PSA Applications Guide".**- Este documento editado por el EPRI en 1995 fue el primero en tratar las aplicaciones informadas por el riesgo de una manera sistemática. Aunque su aplicabilidad, en lo relativo a cuestiones reguladoras, quedó sometida a la posterior R.G. 1.174, se considera una guía de buena práctica en aquellos aspectos en los que complementa a la citada R.G., así como para aplicaciones no reguladoras.

**"Use of PRA Methods in Nuclear Activities: Final Policy Statement".**- La NRC adoptó su posición final en 1995, en el que animaba a un mayor uso de estas técnicas de análisis para optimizar el proceso de toma de decisiones en seguridad y mejorar, a su vez, la eficacia reguladora.

**Regla de Mantenimiento (10 CFR 50.65).**- En 1993 la NRC publica la Guía Reguladora 1.160, "Monitoring



the effectiveness of maintenance at nuclear power plants", cuya misión es evaluar la eficacia de las actividades de mantenimiento en centrales nucleares, requerida por el 10 CFR 50.65. Esta es la primera aplicación regulatoria informada por el riesgo y basada en el comportamiento. En 1999 la NRC modifica el 10CFR50.65 incorporando el nuevo requisito (a)(4) por el cual las centrales deben determinar el impacto que las actividades de mantenimiento puedan tener en la seguridad de la planta antes de autorizar el descargo de equipos.

**Guía Reguladora RG-1.174 y asociadas.-** En esta Guía RG-1.174, la NRC propone un método aceptable para usar el APS en decisiones informadas por el riesgo para cambios específicos a las bases de licencia de una central. A continuación emitió guías particulares para diversas aplicaciones concretas dentro del mismo contexto: RG-1.175 aplicada al RI-IST, RG-1.176 a la Garantía de Calidad Gradual, RG-1.177 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y RG-1.178 al RI-ISI. La NRC publicó también las correspondientes secciones del Standard Review Plan.

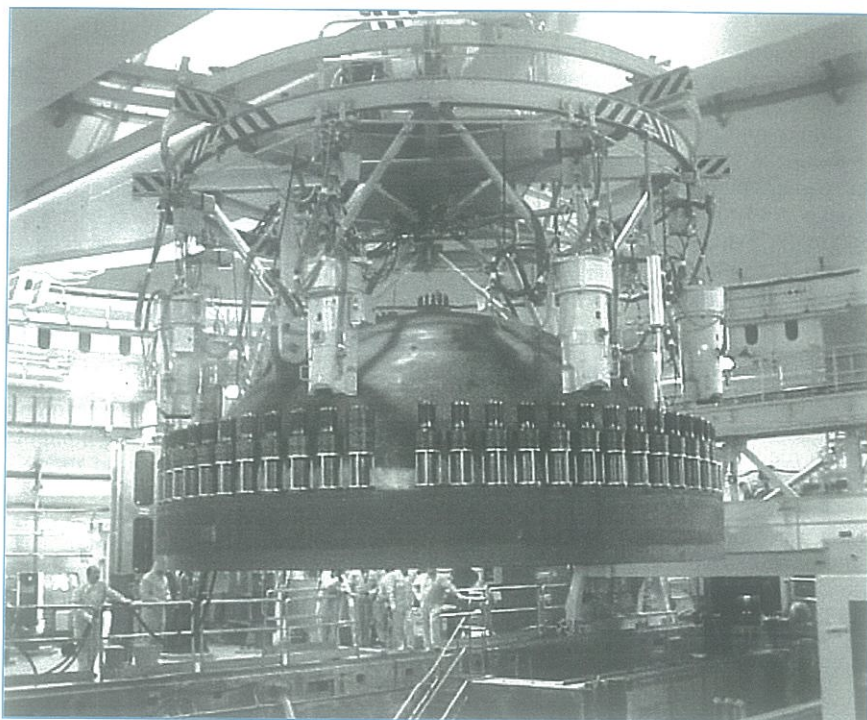
**SECY 98-300 y relacionados.-** En el SECY 98-300 la USNRC propone 3 posibles opciones para aplicar los resultados de los estudios APS-IPE y la consideración de los conceptos englobados en el término "informados por el riesgo" de los requisitos reguladores existentes en el actual 10CFR50.

**Opción 1.-** Mantener las actuales limitaciones reguladoras y considerar en el marco de las mismas las aproximaciones informadas por el riesgo, según las directrices de la RG 1.174 y otras RGs asociadas, sin hacer cambios al 10CFR50.

**Opción 2.-** Realizar cambios al alcance total de sistemas, estructuras y componentes (ESC) con 'tratamiento especial' en el 10CFR50 (garantía de calidad, especificaciones técnicas, cualificación ambiental, evaluaciones 50.59, etc.), mediante la redefinición de los conceptos de ESC 'relacionados con la seguridad' y 'significativos para la seguridad'.

**Opción 3.-** Hacer cambios a requisitos específicos en el cuerpo de la regulación, incluyendo los criterios generales de diseño.

**"Reactor Oversight process".-** La NRC ha establecido un nuevo proceso regulatorio para la supervisión de los reactores, que se fundamenta en indicadores de prestaciones, en inspección, etc. Para ayudar a determinar el



nivel adecuado de involucración del regulador se utilizan modelos de riesgo; las medidas clave para ello son: mantener la seguridad estableciendo un marco que permita la operación segura continuada de las centrales, aumentar la confianza del público, mejorar la eficiencia, efectividad y realismo del proceso centrandolo en los aspectos más significativos para el riesgo y, finalmente, reduciendo la carga regulatoria innecesaria.

**Opción 2 de la RIR.-** Con el objeto, tal como se ha citado anteriormente, de poder realizar cambios al alcance total de sistemas, estructuras y componentes con 'tratamiento especial' en el 10CFR50, en función de la significación para la seguridad, la central de South Texas Project (STP) completó a finales de 2000 su anterior programa de Garantía de Calidad gradual y lo presentó a la NRC, recibiendo la aprobación de la exención y el correspondiente SER en Agosto de 2001. Actualmente hay varias iniciativas, asociadas a los grupos de propietarios NSSS, que han empezado a evaluar y aplicar el proceso descrito en el NEI 00-04 para la aplicación de la Opción 2.

**Opción 3 de la RIR.-** En 2002, la Comisión de la NRC aprobó el conjunto de reglamentación propuesto para cumplir con el 10 CFR 50.44 (Requisitos de Control de Hidrógeno). En cuanto a los criterios de aceptación de ECCS (10 CFR 50.46), la NRC ha recomendado que se siga una reglamenta-

ción diferente para los cambios propuestos a los requisitos de fiabilidad de los ECCS, para sus criterios de aceptación y para los requisitos de los modelos de evaluación. También en 2002 se completó la propuesta de modificación de los requisitos de fiabilidad de los ECCS y se han emitido los informes de las bases técnicas en las que se apoyan los cambios a la regulación propuestos para los criterios de aceptación de los ECCS y para los requisitos de los modelos de evaluación de los mismos.

Propuestas de optimización de ETFs y de la Regla de Mantenimiento.- En 1999, el NEI formó una "task force" dedicada a la optimización de ETFs informadas por el riesgo, con el objeto de desarrollar propuestas consistentes, para la aplicación de la percepción del riesgo en la reforma de las ETFs, reforzando así las actividades ad-hoc de los grupos de propietarios. El programa de optimización de ETFs abarca ocho iniciativas diferentes para mejorar los requisitos de control de la configuración. Las aproximaciones basadas en el riesgo tienen en cuenta un espectro de posibles sucesos iniciadores junto con sus probabilidades de ocurrencia, mientras que las aproximaciones deterministas consideran tan sólo la ocurrencia de los sucesos base de diseño. Para las Especificaciones Técnicas, las aproximaciones informadas por el riesgo pueden proporcionar importantes mejoras en la seguridad, ya que tienen en cuenta dependencias, sistemas soporte y otros elementos importantes para el control de la configuración de la planta.

## LA RIR EN ESPAÑA

En nuestro país, la intención de utilizar los APS, tanto desde el punto de vista del regulador como del licenciario, aparece desde los primeros pasos de la realización de estos análisis. En la primera edición del "Programa integrado para la realización y utilización de los APS en España", la parte de utilización era más bien una declaración de intenciones pero en la segunda edición, con la mayor parte de los APS españoles terminados y aprobados por el CSN, la aplicación de los APS era uno de los principales núcleos del programa.

**Regla de Mantenimiento.** En España se constituye a finales de 1993 el Subgrupo de trabajo en UNESA para la Regla de Mantenimiento (SG-RM) con participación de todas las centrales nucleares españolas, al objeto de coordinar y homogeneizar esfuerzos en la implantación de esta nueva normativa, conforme al deseo expreso del CSN. En 1994 se presentó al CSN el Plan Detallado y Metodología y se concretó que fueran las centrales nucleares de Cofrentes y Vandellós II las dos plantas piloto. Así mismo, se acordó iniciar la primera actividad de implantación consistente en la selección de sistemas y estructuras en alcance, siendo finalmente aprobado por el CSN el informe presentado en 1996. La implantación efectiva de la Regla de Mantenimiento se realiza a partir de 1999.

**Opción 2 de la RIR.** El CSN está patrocinando, como continuación del proyecto piloto de investigación sobre Garantía de Calidad gradual, el desarrollo de una metodología propia para definir los requisitos de implantación de la Opción 2. Para ello, y mediante la aplicación a una central piloto de los métodos disponibles, se van a categorizar los ESC, dentro de un alcance limitado, con el fin de demostrar la capacidad de los mismos para adecuar los requisitos de tratamiento especial aplicables a su importancia real. Como aplicación directa de los resultados de la Opción 2 a algunos de los tratamientos especiales mas significativos, como son las ETFs y la Regla de Mantenimiento, se está evaluando la reconsideración de los requisitos aplicables en ambos casos en base a la categorización de ESC realizada.

El seguimiento de estas últimas actividades está incluido en el mandato del grupo de trabajo de la Tarea 7 "Análisis y adaptación de normativa informada por el riesgo", constituido a finales de 2002 en el seno del programa de Mejora de la Eficiencia del Proceso

Regulador, iniciativa conjunta entre el CSN y el Sector.

## LA GESTIÓN DE RIESGOS ECONÓMICOS

El desarrollo de los Análisis Probabilista de Seguridad, consolidó una técnica sistemática de análisis que sirve para explicitar los niveles de seguridad de las centrales y monitorizar el mantenimiento y mejora de los mismos dentro de los límites requeridos por la normativa nacional e internacional. La evolución de las técnicas y programas utilizados han permitido que desde finales de la década de los 90 se apliquen métodos similares en la gestión del riesgo económico por factores tales como aumento de costes o disminución de los ingresos planificados.

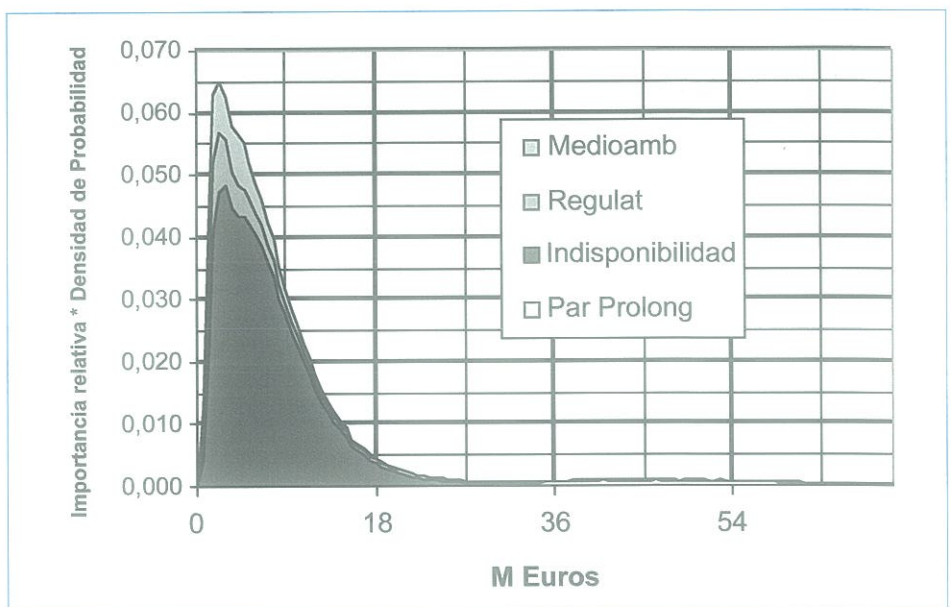
El entorno de mercado desregulado, en el que los diferentes tipos de centrales de producción de energía eléctrica compiten entre sí por producir un kWh mas eficiente, genera la necesidad de proveer a los órganos de decisión de herramientas soporte para la toma de decisiones sobre aspectos relacionados con la gestión del riesgo de pérdida de disponibilidad de las plantas.

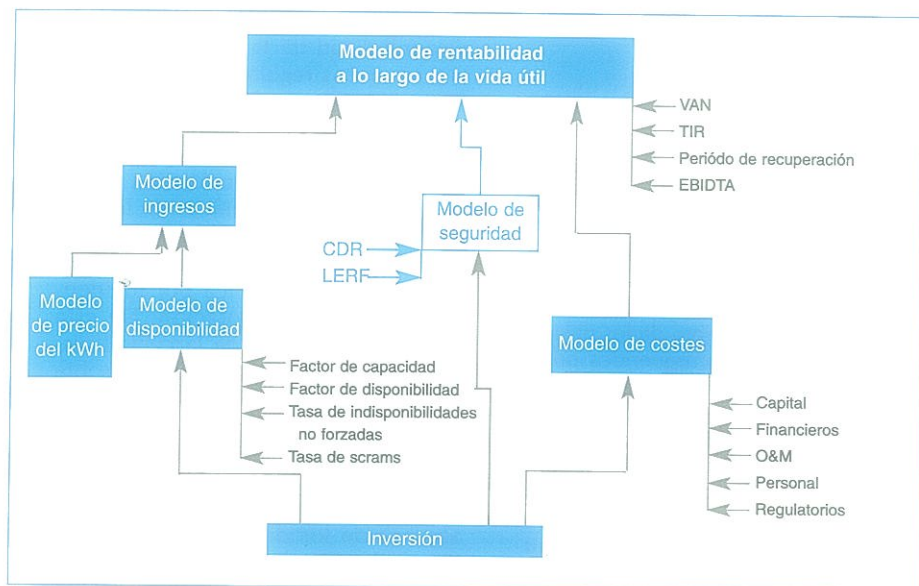
En España llevamos ya varios años trabajando en el desarrollo de metodologías y herramientas que faciliten y sistematicen esta gestión. Como resultado de los trabajos realizados desde entonces, se dispone de la metodología GERIS (Gestión de Riesgos económicos), capaz de analizar año a año los principales factores de riesgo que pueden afectar a la pérdida de los ingresos planificados para el ejercicio, mediante la evaluación de diferentes tipos de

riesgo: producción y precio del kWh, disponibilidad de la instalación, nuevos requisitos reguladores y riesgo de requerimientos medioambientales adicionales, entre otros. A partir de ahí se analizan, de forma ponderada, los factores de riesgo que, en función de las particularidades específicas de la operación de la central en ese año, pueden contribuir en mayor medida a la potencial pérdida económica por incidencias durante la explotación. De esta manera la dirección de la central dispone de información cuantitativa sobre 1) riesgo de pérdida económica sin tomar ninguna acción correctora y 2) las ventajas económicas que podría tener en los resultados de explotación si utilizase parte de sus recursos en acotar algunos de los diferentes factores de riesgo identificados.

Por otra parte, los estudios realizados en diferentes centrales, tanto dentro como fuera de España, muestran que la pérdida de disponibilidad no programada es la causa que más contribuye a la pérdida económica relacionada con la no producción de energía eléctrica. La metodología GERDIS (Gestión de Riesgos de indisponibilidad) parte de modelos de disponibilidad de la planta en los que se analiza el impacto del fallo de equipos en la generación de potenciales escenarios de pérdida de disponibilidad por disparo del reactor, parada no planificada, reducciones de potencia, etc.

Para ello se necesita disponer de modelos detallados de las diferentes combinaciones de fallo de los componentes relacionados con la producción de energía eléctrica que, utilizados en herramientas de software específicas, permitan mantener





modelos de disponibilidad capaces de realizar el seguimiento de las principales incidencias de la operación; identificar las situaciones actuales o futuras que tienen o tendrán un mayor impacto en la pérdida de producción de kWh; y analizar el coste-beneficio (rentabilidad económica a corto y largo plazo) de las diferentes actuaciones / modificaciones de diseño, que se puedan acometer para resolver los problemas identificados anteriormente.

Un objetivo adicional, derivado de la disponibilidad de los mencionados modelos, es el desarrollo de Monitores de Disparo, con estructura y funcionamiento similares a los Monitores de Riesgo, pero con la finalidad de aportar información inmediata al personal de operación en la toma de decisiones sobre la repercusión en el riesgo de disparo de la puesta fuera de servicio de equipos y sistemas, en una determinada configuración.

Todo este tipo de metodologías se están comenzando a utilizar principalmente en Estados Unidos y también en España. La industria norteamericana, a través del EPRI, está trabajando igualmente en el desarrollo de métodos estandarizados, partiendo fundamentalmente de la experiencia adquirida por las centrales de South Texas Project y CN Cofrentes.

## CONCLUSIONES

En los últimos 20 años se ha llevado a cabo en España un esfuerzo importante para el desarrollo y evaluación de los APS específicos para cada central. Esto ha permitido que dispongamos en la actualidad de herramientas probabilísticas muy potentes para monitorizar

los niveles de riesgo de las instalaciones y para simplificar requisitos reguladores en aquellas áreas no significativas para la seguridad.

La consolidación de los APS como una auténtica herramienta de gestión pasa por la voluntad de las centrales de mantenerlos actualizados y, necesariamente, por la firme decisión del CSN de dar crédito efectivo a su utilización, tanto en los procesos de licenciamiento como en su propio uso interno.

La incursión en este nuevo panorama no ha hecho mas que empezar. Por delante quedan largas discusiones para llegar a conseguir una regulación realmente informada por el riesgo y basada en el comportamiento. Para ello, como para casi todo en la vida, hace falta voluntad de avanzar y esfuerzo mutuo.

Las centrales españolas se encuentran en una encrucijada importante, en tanto que deben compaginar una explotación segura y fiable, con altos niveles de disponibilidad. Herramientas como el APS y los nuevos modelos de gestión de riesgos económicos jugarán un papel creciente en los próximos años, para el que nuestra tecnología nuclear actual está bien preparada.

## REFERENCIAS

- [1] CSN. "Programa Integrado de Realización y Utilización de los Análisis Probabilistas de Seguridad en España". Ed. 1, 1986. Ed. 2, 1998.
- [2] NRC. NUREG-1150 "Severe Accident Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plants". 1990.
- [3] CSN-UNESA. "Documento Básico para el Proceso de Mantenimiento y Actualización de los APS". 2000.

[4] NRC. R.G. 1.160 "Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants". 1993.

[5] NRC. R.G. 1.174 "An Approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decision on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis". 1998.

[6] NRC. RG-1.175, 1.176, 1.177 y 1.178 "An Approach for Plant-Specific, Risk-Informed Decisionmaking: Inservice Testing / Graded Quality Assurance / Technical Specifications / Inservice Inspection of Piping". 1998.

[7] CSN-UNESA. "Documento básico para el proceso de Realización y Evaluación de las Aplicaciones de los APS". 1998. / G.S 1.14 (CSN). 2000.

[8] NRC. NUREG-1649 "Reactor Oversight Process". 2000.

[9] NRC. SECY 98-300 "Options for Risk-Informed Revision to 10 CFR Part 50". Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities". 1998.

[10] NEI 00-04. "10 CFR 50.69 SSC Categorization Guideline". 2002.

[11] EPRI. "Valuation and Management of Nuclear Assets: Option Model and Case Studies", EPRI-TR-106842. 1997.

[12] IBERINCO. "Gestión de riesgos económicos en CN Cofrentes". 2000, 2001, 2002.



Joaquín SUÁREZ ALONSO es ingeniero de minas, especialidad Energía, por la Universidad de Oviedo, diplomado en Ingeniería Nuclear por el CIEMAT y PDD por el IESE. Comenzó su carrera profesional en la Unidad Nuclear de INITEC. En 1988 se incorpora a Foster Wheeler GV y, posteriormente, a Hidroeléctrica Española (actualmente IBERDROLA), en la jefatura de los proyectos APS de CN Cofrentes y CN Vandellós II. Desde 1996 ocupa el puesto de Jefe de la Sección de Seguridad del Departamento de Generación Nuclear de IBERDROLA Ingeniería y Consultoría (IBERINCO), siendo responsable de las actividades de desarrollo y mantenimiento de análisis probabilistas y aplicaciones informadas por el riesgo para diversas centrales. Desde el presente año es coordinador del grupo APS/DACNE de UNESA.