

Guía de Seguridad 1.14 (Rev. 1)

Criterios básicos para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad

CSN

Colección Guías de Seguridad del CSN

- 1** Reactores de Potencia y Centrales Nucleares
- 2** Reactores de Investigación y Conjuntos Subcríticos
- 3** Instalaciones del Ciclo del Combustible
- 4** Vigilancia Radiológica Ambiental
- 5** Instalaciones y Aparatos Radiactivos
- 6** Transporte de Materiales Radiactivos
- 7** Protección Radiológica
- 8** Protección Física
- 9** Gestión de Residuos
- 10** Varios

Guía de Seguridad 1.14 (Rev. 1)

Criterios básicos para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad

Madrid, 12 de julio de 2007

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 2007

Publicado y distribuido por:
Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 - Madrid
<http://www.csn.es>
peticiones@csn.es

Imprime: Imprenta Fareso, S.A.
Paseo de la Dirección, 5. 28039 Madrid

Depósito legal: M.



Impreso en papel reciclado

Índice

Prólogo	4
1 Objeto y ámbito de aplicación	5
1.1 Objeto	5
1.2 Ámbito de aplicación	5
2 Definiciones	5
3 Principios básicos para la realización de aplicaciones de los APS	6
4 Requisitos mínimos que deben cumplir los APS	9
4.1 Alcance	9
4.2 Nivel de detalle	10
4.3 Mantenimiento y actualización de los APS	11
4.4 Calidad	12
5 Actividades asociadas a una aplicación de APS	12
5.1 Definición de la propuesta de aplicación	12
5.2 Realización de análisis de ingeniería	13
5.2.1 Defensa en profundidad	13
5.2.2 Márgenes de seguridad	15
5.2.3 Análisis del impacto en el riesgo	15
5.2.4 Incertidumbre de los parámetros	16
5.2.5 Incertidumbre de modelos	16
5.2.6 Incertidumbre asociada al alcance del modelo ..	17
5.3 Proceso de revisión de la aplicación	18
5.4 Plan de implantación y programa de vigilancia	19
6 Documentación asociada a las aplicaciones de los APS ..	20
Anexo I	24
Referencias bibliográficas	27

Prólogo

Desde el año 1986 en que fue aprobada por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la primera edición del *Programa integrado de realización y utilización de los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS) en España*, e incluso con anterioridad al mismo, se vienen efectuando gran número de actividades relacionadas, fundamentalmente, con la realización de este tipo de análisis pero sin olvidar el segundo gran objetivo señalado en el título del programa, que era la utilización de los APS en aplicaciones que implicaran un beneficio para la seguridad.

Después de la primera fase de ejecución de los APS, en la que las actividades relacionadas con la utilización de los mismos y sus resultados han sido esporádicas, ha surgido una nueva fase en la que, tras los beneficios obtenidos de este tipo de análisis por el reforzamiento de puntos débiles del diseño y de la operación de las centrales nucleares que se identifican en ellos, se sintió la necesidad de ampliar el uso que se hace de dichos APS a otros campos relacionados con la seguridad, compensando así tanto el esfuerzo de su ejecución como su mantenimiento posterior.

Por este motivo, en la siguiente edición del *Programa integrado de realización y utilización de los APS en España*, de 1998, se hizo especial hincapié en el segundo de los objetivos, sin olvidar la necesidad de finalización de los estudios hasta el alcance común y completo de todos ellos.

A partir de 1997 la United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC) ha desarrollado varias guías de aplicación de los análisis probabilistas sobre distintos campos de la normativa y, en agosto de 1998 emitió una edición de *Regulatory Guide* y un capítulo del *Standard Review Plan*, que ha sido revisada en noviembre de 2002, sobre aspectos generales relativos al uso de los APS en tomas de decisión informadas por el riesgo y su evaluación por la USNRC, todo ello en un intento de ir desarrollando el campo de las aplicaciones de los APS enfocadas a la regulación informada en riesgo.

En la actualidad existe una tendencia a ir aplicando de forma paulatina, por parte de las centrales y del CSN, en diferentes campos de la regulación, las nuevas ideas implantadas por la USNRC sobre regulación informada en riesgo, adaptando las guías y procedimientos a la realidad española.

A la luz de todo ello el CSN plantea en esta guía de seguridad la forma más conveniente de abordar estas aplicaciones de los APS, combinando métodos y criterios tanto probabilistas como deterministas, de forma que las mismas se puedan sistematizar al máximo en su ejecución.

1 Objeto y ámbito de aplicación

1.1 Objeto

La presente guía tiene como objeto desarrollar los criterios básicos que deben cumplir los análisis o evaluaciones de seguridad informados por el riesgo. Se entiende como tales aquellos análisis o evaluaciones de seguridad en los que se toman en consideración los resultados de los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS) o análisis de tipo probabilista basados en los mismos.

1.2 Ámbito de aplicación

Se consideran dentro del ámbito de aplicación de esta guía, todas las modificaciones de diseño o condiciones de explotación descritas en la Guía de Seguridad GS-1.11 *Modificaciones de diseño en centrales nucleares*, justificadas y analizadas o evaluadas por medio de análisis informados por el riesgo.

2 Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente guía de seguridad, se corresponden con las contenidas en los siguientes documentos legales:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE nº 107, del 4-05-64, artículo segundo).
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (BOE nº 100, de 25-04-80).
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (BOE nº 313, del 31-12-99).

Además de lo anterior, dentro del contexto de esta guía, los términos siguientes se entienden como sigue:

- **Frecuencia de daño al núcleo (FDN):** valor de la frecuencia anual de daño al núcleo calculada como suma de todas las contribuciones de daño al núcleo del nivel 1 del APS:

esto es, las correspondientes de sucesos internos y externos (incendios, inundaciones internas y otros externos aplicables) en operación a potencia y otros modos distintos a los de plena potencia.

- **Frecuencia de grandes liberaciones tempranas (FGLT):** suma de las frecuencias de aquellos accidentes que originen una emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo en el intervalo de 12 horas contado a partir del inicio del accidente.
- **Frecuencia de grandes liberaciones (FGL):** suma de las frecuencias de aquellos accidentes que originen una emisión de volátiles al exterior superior al 3% del inventario del núcleo en el intervalo de 24 horas contado a partir del inicio del accidente. Este parámetro será de aplicación sólo para las aplicaciones del APS que tengan carácter permanente.
- **Riesgo base:** representa el riesgo de daño global en la instalación en el momento actual antes de implantar la modificación, obtenido en términos de FDN y FGLT o FGL.
- **Impacto en el riesgo:** estimación de la variación que se produce sobre el riesgo base tras la implantación de la modificación.

3 Principios básicos para la realización de aplicaciones de los APS

La definición y tratamiento a aplicar a las modificaciones de diseño de las centrales nucleares están desarrolladas en la Guía de Seguridad GS-1.11 *Modificaciones de diseño en centrales nucleares*

Para la justificación de las propuestas de modificación, en dicha guía se considera la posibilidad de utilizar técnicas basadas en análisis probabilistas, que permitan tomar en consideración el impacto que dichas modificaciones supongan en el riesgo.

Para este análisis del impacto se utilizan los APS de las centrales, y se realizan mediante cálculos de sensibilidad frente a los parámetros que se puedan ver afectados por dicho cambio, o a través de la valoración de las medidas de importancia calculadas en dichos APS.

A las modificaciones o cambios así soportados se les denominará en adelante aplicaciones de los APS.

En el contexto de la presente guía las distintas aplicaciones de los APS pueden clasificarse en dos grandes grupos genéricos:

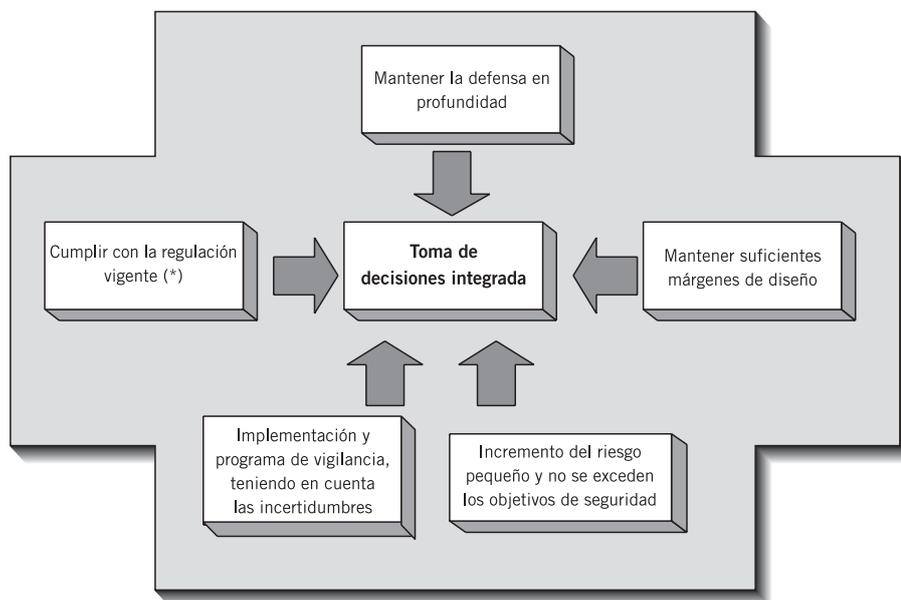
- Aplicaciones que requieren la determinación del impacto en el riesgo.

En este grupo se incluyen aquellas aplicaciones que tienen como objeto determinar el incremento o disminución en el riesgo producido por un cambio determinado, o evaluar opciones a partir de un análisis de coste/beneficio en la seguridad.

- Aplicaciones que requieren la priorización o categorización de sistemas, equipos, componentes, o de actividades, en función de su influencia relativa en el riesgo, mediante la utilización de ciertas medidas de importancia.

Las propuestas de modificaciones de diseño que se presenten basadas en la metodología APS, se desarrollarán de forma integrada con la metodología determinista, y de acuerdo con la Guía Reguladora RG 1.174⁽¹⁾ deben estar en consonancia con los siguientes principios básicos, ilustrados en la figura 1:

Figura 1: Principios básicos de las aplicaciones de APS



(*) Salvo que el cambio propuesto esté encaminado a solicitar una exención.

- El cambio propuesto cumple con la normativa vigente, salvo que la propuesta requiera explícitamente la exención o cambio de la misma.
- El cambio propuesto es consistente con la filosofía de “defensa en profundidad”.
- El cambio propuesto mantiene los suficientes márgenes de seguridad.
- Cuando los cambios propuestos den lugar a un incremento en el riesgo, los incrementos deben ser pequeños y no excederán los criterios de aceptación.
- El impacto del cambio propuesto debe vigilarse utilizando elementos de medida de prestaciones de la planta.

El cumplimiento de los principios básicos anteriores se puede conseguir teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Deberán ser analizados todos los impactos del cambio sobre la seguridad de una forma integrada como parte de la gestión global del riesgo, identificando y considerando las oportunidades de reducir el riesgo, y no sólo de eliminar requisitos no deseables. En los casos donde el cambio supone un incremento del riesgo, se deben describir los beneficios en seguridad no cuantificables que se obtienen con el mismo, debiendo ser asumibles en relación con el aumento del riesgo. La aplicación podría usarse para identificar tanto áreas donde los requisitos pudieran incrementarse, como áreas en que pudieran reducirse.
- El alcance y calidad de los análisis técnicos (deterministas y probabilistas) que se presenten para justificar el cambio, deben ser apropiados para el alcance y naturaleza del mismo y basados en la realidad de la planta.
- Los APS en que se basen las propuestas de cambio estarán sujetos a un programa de calidad y mantenidos de forma adecuada.
- Se considerarán las incertidumbres de los análisis e interpretación de los resultados, incluyendo un programa de vigilancia, realimentación y acciones correctoras para evaluar la significación de las incertidumbres.
- La Frecuencia de Daño al Núcleo (FDN), la Frecuencia de Grandes Liberaciones Tempranas (FGLT) y la Frecuencia de Grandes Liberaciones (FGL) son parámetros adecuados para valorar el impacto sobre el riesgo del cambio propuesto.

- Los incrementos en FDN y FGLT o FGL que resulten del cambio propuesto deberán ser pequeños; los efectos acumulados por otros cambios ya realizados, deben ser seguidos, contabilizados, analizados y considerados en el proceso de toma de decisión.
- La aceptabilidad del cambio propuesto se evaluará de forma integrada para garantizar que se cumplen todos los principios básicos.
- Los datos, modelos y cálculos utilizados para apoyar el cambio propuesto deberán estar disponibles para ser auditables. Las hipótesis efectuadas deberán estar igualmente analizadas, documentadas y justificadas.

4 Requisitos mínimos que deben cumplir los APS

Para garantizar la efectividad de la utilización del APS como herramienta útil en la toma de decisiones informadas por el riesgo, es necesario conocer las hipótesis en que se fundamenta, además de sus incertidumbres y limitaciones. Asimismo, estas aplicaciones requieren la definición de unos requisitos mínimos en relación con el alcance, detalle y grado de actualización del APS.

4.1 Alcance

El alcance del APS disponible para cada central, es uno concreto que dependerá del nivel de desarrollo del Programa Integrado del CSN⁽²⁾⁽³⁾, sin embargo, el no disponer de un APS de alcance completo no debe implicar la imposibilidad de realizar aplicaciones. Cada aplicación concreta deberá evaluarse para determinar si el alcance del APS disponible es suficiente para permitir la toma de decisiones relacionadas con dicha aplicación, o si fuese necesaria la utilización de otras herramientas complementarias.

Las limitaciones del APS base de partida pueden suplirse mediante ampliaciones de su alcance, o bien mediante la utilización de técnicas complementarias o análisis de tipo cualitativo que cubran el alcance adicional necesario para cada aplicación concreta. Estas técnicas pueden incluir, entre otras:

- Análisis o juicios de ingeniería.
- Análisis de modos de fallo y efectos.
- Revisiones de la experiencia operacional.
- Paneles de expertos.

Dependiendo de la aplicación específica considerada podría ser necesario complementar el APS disponible en cada central, mediante la utilización de una o varias de estas técnicas.

Un APS de nivel 1 a potencia podría ser suficiente para aquellas aplicaciones relacionadas con sistemas de mitigación de accidentes iniciados durante la operación a potencia, cuya función es evitar el daño al núcleo, utilizando el valor de FDN como medida de riesgo, con la adecuada justificación.

Para aquellas aplicaciones en las que también fuese necesario considerar las funciones de contención u otros sistemas de mitigación de las consecuencias del accidente sobre control de liberación de radiactividad, se debería complementar el APS nivel 1 con un nivel 2 y con la utilización de FGLT o FGL como otra medida de riesgo adicional al valor de FDN. En caso de no disponerse de este análisis podría utilizarse la comparación con estudios equivalentes de plantas similares, o complementarse con otras técnicas, como las indicadas anteriormente.

También podrían existir aplicaciones concretas relacionadas con sistemas de mitigación de accidentes iniciados en modos de operación distintos de la plena potencia, que, adicionalmente, requiriesen tener en cuenta el riesgo en otros modos de operación de la planta.

El mismo criterio podría aplicarse para la consideración de los riesgos asociados a los denominados sucesos externos, tales como incendios, inundaciones y sismos.

Si el alcance del APS no es completo existen incertidumbres asociadas a este hecho.

Estas incertidumbres deberán ser controladas mediante la realización de análisis de sensibilidad adecuados que permitan determinar el impacto de las mismas sobre el riesgo, o bien mediante la ejecución de los análisis completos.

4.2 Nivel de detalle

El nivel de detalle del APS que se considera necesario para una utilización efectiva es igualmente dependiente de cada aplicación específica, según se requiera un análisis de riesgo a nivel de componente, equipo o bien a nivel de tren o sistema.

Cuando los modelos han sido realizados con un alto nivel de detalle, se facilita cualquier aplicación. Sin embargo, existen casos de equipos, sistemas o trenes que únicamente se han modelado parcialmente, debido a la alta fiabilidad de algunos de sus componentes o a cualquier otra hipótesis de simplificación; en estos casos los análisis deben completarse mediante

la utilización de otras técnicas, como puede ser el uso de los paneles de expertos, u otros análisis deterministas, que permitan evaluar la influencia de estas hipótesis o criterios de simplificación en los resultados de la aplicación.

A continuación se indican las principales características generales sobre el nivel de detalle de un APS para garantizar su efectiva utilización en aplicaciones:

- El APS deberá tener suficiente nivel de detalle, de forma que tenga en cuenta, explícitamente, las dependencias más significativas, tanto funcionales y operacionales, como de procedimientos.
- El APS a utilizar en aplicaciones informadas por el riesgo deberá reflejar de una forma realista las características de diseño y operación de la central. Por ejemplo, en las aplicaciones que requieren gradación de importancias, los componentes afectados de hipótesis conservadoras en los modelos, podrían estar siendo sobrevalorados en cuanto a sus medidas de importancia y enmascarar la importancia de otros. En general los APS contienen ciertos conservadurismos; dependiendo de las características de cada APS y de las necesidades para cada aplicación específica, podría ser necesaria la identificación de dichos conservadurismos y la realización de análisis de sensibilidad sobre los mismos, que permitan determinar su influencia en los resultados.
- El modelo del APS deberá tener elementos que puedan modificarse, de forma sencilla, para representar el cambio que se requiera evaluar. Esta modificación puede implicar cambios en los valores de las probabilidades de los sucesos básicos, o en las relaciones entre elementos del modelo.
- La base de datos del APS deberá estar preparada para permitir la realización de los análisis de incertidumbre y sensibilidad que, en algunos casos, pudiesen resultar necesarios para la correcta interpretación de los resultados de una aplicación concreta.

Actualmente en la RG 1.200 de la USNRC se establecen estándares aceptables para determinar el nivel de calidad de los APS utilizados para tomas de decisión informadas por el riesgo.

4.3 Mantenimiento y actualización de los APS

La efectividad de la utilización del APS, como soporte del proceso de toma de decisiones en aplicaciones informadas en el riesgo, requiere disponer de un APS mantenido y actualizado con la frecuencia adecuada, para garantizar que continúa reflejando la realidad de la planta que representaba el APS base en el momento de su realización.

El proceso a seguir para el adecuado mantenimiento y actualización de los APS, así como el desarrollo de los criterios mínimos a seguir en dicho proceso está descrito en la Guía GS-1.15 *Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad*.⁽⁶⁾

4.4 Calidad

Los APS utilizados en aplicaciones informadas por el riesgo, su mantenimiento y actualización, así como las aplicaciones concretas, deberán ser realizados de forma adecuada y consistente con el programa de garantía de calidad de la instalación, que incluirá la revisión independiente y la revisión de calidad técnica ya establecidas en el proceso de realización de los APS.

5 Actividades asociadas a una aplicación de APS

Las aplicaciones de los APS deben contener, como mínimo, los elementos siguientes:

- Definición de la propuesta de aplicación.
- Realización de análisis de ingeniería.
- Revisión de la aplicación.
- Plan de implantación y programa de vigilancia.

5.1 Definición de la propuesta de aplicación

La propuesta de aplicación deberá contener, al menos, los puntos siguientes:

- Objeto.
- Alcance.
- Aspectos de las bases de licenciamiento que pueden verse afectados por la propuesta, tales como: normativa, Estudio de Seguridad (ES), ETF.
- Identificación de las estructuras, sistemas y componentes, así como de los procedimientos y actividades cubiertos por la base de licenciamiento que se pretende modificar, y análisis de las razones originales por las que afectaba a dicha base.

- Identificación de los estudios, análisis, experiencia operacional propia y ajena relevantes para la propuesta y valoración de la posibilidad y necesidad de afinar o adaptar los modelos y datos del APS, con objeto de soportar la parte probabilista de los análisis de ingeniería.

5.2 Realización de análisis de ingeniería

Una vez analizado el interés de la modificación y definida la propuesta, se deben realizar unos análisis de ingeniería orientados a comprobar que con dicha modificación se cumplen los puntos siguientes:

- Se mantiene de forma adecuada el principio de defensa en profundidad.
- Se mantienen los suficientes márgenes de seguridad.
- Los incrementos de riesgo y sus efectos acumulados son pequeños, y no se exceden los criterios probabilistas de aceptación que se recomiendan en esta guía. En el anexo 1 se recogen dichos criterios.

Los análisis señalados en los puntos anteriores, responden a dos tipos de análisis, deterministas y probabilistas. El alcance de los análisis realizados para justificar la modificación propuesta debe ser apropiado a las implicaciones y naturaleza de la aplicación del APS.

Las incertidumbres y la disponibilidad de datos para ambos tipos de análisis, deben ser consideradas apropiadamente. En cada caso, el licenciatarario decidirá los tipos de análisis más adecuados, teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar tanto análisis cualitativos como cuantitativos, y tanto análisis deterministas como probabilistas.

Dichos análisis deben reflejar la realidad de la planta y su experiencia operativa.

Los resultados de los diferentes análisis de ingeniería, cuya realización adecuada se trata a continuación, deben considerarse de una forma integrada. Ninguno de los análisis por sí solo será, en general, suficiente. Un método apropiado de integración de los resultados obtenidos en los análisis es la utilización de paneles de expertos multidisciplinares.

5.2.1 Defensa en profundidad

Se debe evaluar si el impacto del cambio propuesto es consistente con el principio de defensa en profundidad. Este principio trata de asegurar que la defensa en profundidad se mantiene, permitiéndose cambios en la forma de conseguirlo.

En algunos casos el análisis de riesgo realizado puede ser utilizado para ayudar a determinar el grado de consistencia con el principio de defensa en profundidad (por ejemplo mediante un balance entre prevención de daño al núcleo, fallo de contención y mitigación de las consecuencias).

Los análisis deben mostrar que los fundamentos de los criterios de seguridad sobre los cuales la planta está diseñada no están comprometidos por la implantación de la aplicación.

El principio de defensa en profundidad aplicado en el diseño y operación, se traduce en aportar múltiples medios, tales como, barreras, redundancia, independencia y criterio de fallo único, para llevar a cabo las funciones de seguridad y evitar la liberación de productos radiactivos.

La defensa en profundidad se mantiene si se garantizan, entre otros, los aspectos siguientes:

- Se consigue un balance adecuado entre prevención del daño al núcleo, prevención del fallo de la contención y mitigación de las consecuencias.

Para ello la modificación no debe aumentar significativamente las amenazas existentes a la integridad de las diferentes barreras, ni la probabilidad de fallo de cada barrera.

- No se confía en que las actividades programadas puedan compensar las debilidades en el diseño.
- Se asegura que se mantienen los criterios de redundancia, independencia y diversidad en los sistemas, de acuerdo con la frecuencia y consecuencias esperadas (no se introducen dependencias nuevas o adicionales entre las barreras, que causen un aumento significativo de la posibilidad de fallo comparado con la producida por las condiciones existentes).
- Se mantienen las mismas defensas ante fallos potenciales de causa común y no se introducen nuevos mecanismos de fallo de causa común.
- No se degrada la independencia entre las barreras.
- Se preservan las defensas ante errores humanos.
- Se mantiene el cumplimiento de los criterios generales de diseño.

5.2.2 Márgenes de seguridad

Los análisis deben determinar si la modificación propuesta es consistente con el principio de mantener suficientes márgenes de seguridad, para lo cual deben escogerse métodos de evaluación adecuados.

Se mantienen suficientes márgenes de seguridad si:

- Se mantiene el cumplimiento de las normas y códigos, o de las alternativas aprobadas por el CSN.
- Se cumple con los criterios de aceptación de los análisis de seguridad (por ejemplo estudio de seguridad, cálculos soporte), o la aplicación propuesta garantiza margen de seguridad, teniendo en cuenta todas las incertidumbres.

5.2.3 Análisis del impacto en el riesgo

El objeto de realizar un análisis del impacto en el riesgo es garantizar que se cumple el principio básico de que la aplicación no implica incremento en el riesgo, o que si éste se produce es pequeño y aceptable. Para ello, debe valorarse el impacto de la propuesta en los valores de FDN y FGLT o FGL (ver anexo 1).

Los valores establecidos en el anexo se deben entender como valores globales de riesgo que incluyen todo tipo de sucesos externos e internos así como todos los modos de operación.

Dependiendo del peso del análisis del impacto en el riesgo en el proceso integrado de toma de decisión dentro de la aplicación, se deberá concretar si se modifica el alcance del APS disponible o se realizan otros análisis probabilistas adicionales.

En la realización de la evaluación correspondiente al análisis del impacto en el riesgo, debe prestarse especial atención al impacto que la modificación supone en cada una de las tareas y alcances de riesgo que constituyen el APS, así como en las hipótesis y suposiciones incluidas en las mismas.

Antes de efectuar cualquier comparación con los criterios probabilistas de aceptación, habrá que determinar las incertidumbres e hipótesis asociadas al APS que puedan afectar a las conclusiones. El nivel de detalle requerido en el análisis de incertidumbres dependerá de la modificación en cuestión, de los valores de riesgo base y del potencial impacto de la modificación

en los valores de FDN y FGLT o FGL. Dichas incertidumbres deberán ser tenidas en cuenta como se describe a continuación:

5.2.4 Incertidumbre de los parámetros

Los sucesos básicos vienen representados por varios parámetros. Los modelos para determinar estos parámetros no son perfectamente conocidos por lo que los valores tienen un cierto grado de incertidumbre. Normalmente se establecen distribuciones de probabilidad sobre los valores de los parámetros. Estas distribuciones se utilizan para determinar el nivel de confianza en el valor que dichos parámetros podrían tomar.

Se debe garantizar que la modificación no implica un cambio en los parámetros de fallo que conduzca a una pérdida de confianza en la estabilidad de los mismos.

Dado que los códigos de APS permiten la propagación de las incertidumbres a través de los modelos y que es posible generar las distribuciones de probabilidad para los distintos valores (FDN, Δ FDN, FGLT o FGL, Δ FGLT o Δ FGL), estas distribuciones se usarán para valorar el nivel de confianza frente a los criterios definidos.

5.2.5 Incertidumbre de modelos

Se debe garantizar que la adopción de modelos, suposiciones e hipótesis no sesga los resultados en favor de la modificación, y que los modelos o hipótesis alternativas no alteran las conclusiones.

En el APS existen aproximaciones sobre los modelos y los comportamientos relacionados con el nivel de conocimiento en algunos temas, lo que hace que existan incertidumbres. Algunos de los modelos se adoptan como estándar de comportamiento y no son cuestionados, en otros se adopta la alternativa de asociar una distribución discreta de probabilidad o bien se asumen ciertas hipótesis y se adopta un modelo específico.

Se debe documentar por qué el modelo y las hipótesis son válidos tanto para el caso base como para el análisis del impacto en el riesgo realizado. Puede ser necesario realizar análisis de sensibilidad, utilizando modelos alternativos e hipótesis que confirmen la consistencia de las conclusiones. Adicionalmente se debe identificar si los resultados vienen fuertemente influenciados por los modelos e hipótesis, y si se han realizado análisis de sensibilidad suficientes para las incertidumbres más significativas.

5.2.6 Incertidumbre asociada al alcance del modelo

Se debe garantizar que los factores que contribuyen al riesgo no modelizados, no alteran significativamente las conclusiones.

Se debe valorar la incertidumbre asociada al hecho de no disponer de un APS de alcance completo y demostrar que el impacto de la aplicación sobre el riesgo no modelizado, se encuentra dentro de los márgenes de los resultados que pueden ser aceptados. Otra opción aceptable es determinar el alcance del impacto en el riesgo no modelizado en el APS para el componente sobre el que se está realizando la aplicación.

Comparación con los criterios probabilistas de aceptación

Para la comparación con los criterios probabilistas de aceptación se utilizarán los valores medios de FDN obtenidos en los análisis de APS. Cuanto más cerca de dichos criterios de aceptación estén los valores base y las estimaciones del impacto de la modificación, más detallado tendrá que ser el análisis. Por el contrario, si el cambio estimado en los valores es muy pequeño comparado con los criterios de aceptación, puede ser suficiente un simple análisis limitante, envolvente, o incluso un análisis cualitativo.

Las propuestas de modificaciones que impliquen una reducción neta de los valores de FDN y FGLT o FGL, serán aceptables desde un punto de vista de riesgo, independientemente de los valores base estimados para los mismos. En estos casos, generalmente, no será necesario un análisis de las incertidumbres.

Las propuestas de modificaciones que conduzcan a la superación de los criterios de aceptación, podrán ser consideradas cuando se cumplan las premisas siguientes:

- Se demuestra que hay beneficios en la seguridad no reflejados en los resultados cuantitativos.
- Se demuestra que no hay efectos negativos no cuantificados.
- Se proponen medidas compensadoras que supongan un impacto positivo en la seguridad, aún cuando éste no pueda ser estimado numéricamente, para contrarrestar el incremento en el riesgo.

En el caso de que el APS disponible sea de alcance parcial, será necesario valorar el grado de significación o el impacto de la parte del análisis fuera del alcance. El grado de profundidad

en la valoración de la contribución al riesgo de la parte no modelada, dependerá, tanto del margen de los valores calculados con el alcance parcial frente a los criterios globales, como de la suficiencia de datos disponibles, pudiendo realizarse en función de dicho margen mediante alguna de las siguientes aproximaciones:

- Análisis detallados.
- Análisis limitantes.
- Otro tipo de argumentos que analicen si la modificación no supone un incremento en el riesgo en la parte no modelada.

5.3 Proceso de revisión de la aplicación

La utilización del APS para aplicaciones informadas por el riesgo requiere un proceso de revisión de las distintas actividades relacionadas con la aplicación concreta, que garantice la calidad del trabajo y de las conclusiones obtenidas.

Dicho proceso, debe ser definido previamente, identificando las etapas del mismo, y realizado por personas distintas de las que efectuaron el trabajo original y con suficientes conocimientos de las técnicas de APS y de sus aplicaciones. Este proceso debe permitir verificar que se han tratado adecuadamente, como mínimo, los aspectos siguientes:

- Que todos los impactos de la aplicación sobre el riesgo han sido evaluados mediante el APS disponible o, en caso contrario, se ha complementado dicho APS con estudios deterministas o ampliaciones del alcance simplificadas y adecuadas para completar la evaluación.
- Que en la evaluación realizada con el APS disponible, las medidas de riesgo consideradas (FDN y FGLT o FGL) son las adecuadas, de acuerdo con el alcance del APS utilizado y si el tipo de cambio afecta o no a funciones de contención (control de liberación de radiactividad).
- Que en la evaluación del impacto en el riesgo, los criterios de aceptación utilizados para los incrementos de riesgo permisibles son consistentes con el tipo de cambio analizado (temporal o permanente).
- Que en aquellas aplicaciones que requieran una priorización o categorización de estructuras, sistemas y componentes en función de su significación relativa en el riesgo, se han

utilizado las medidas de importancia adecuadas, como: incremento de riesgo, reducción de riesgo, *fussell-vesely*, entre otras.

- Que en las evaluaciones realizadas con el APS se han identificado todos los elementos de dicho análisis afectados por la aplicación y, en aquellos casos en los que sea necesario, éstos se han modificado convenientemente para permitir la correcta realización de la aplicación.

Las tablas III-1 del capítulo 19 del *Standard Review Plan*⁽⁴⁾ y 3-2 de la *Guía de Aplicaciones del APS* de EPRI⁽⁵⁾ recogen, básicamente, los mismos ejemplos de preguntas que permitirían la verificación del tratamiento dado a cada uno de los principales elementos del APS indicados anteriormente.

- Que se han realizado los análisis de sensibilidad e incertidumbre necesarios y adecuados para garantizar una correcta interpretación de los resultados de la evaluación, en el proceso de toma de decisiones informadas por el riesgo.

5.4 Plan de implantación y programa de vigilancia

Toda aplicación de APS debe contener un plan de implantación de la aplicación y un programa de vigilancia y seguimiento posterior. Su objetivo es asegurar que no se produce una reducción no esperada del nivel de seguridad, debido a la implantación de la modificación. Por tanto, deberán desarrollarse un plan de implantación y un programa de vigilancia para cada aplicación, que permitan asegurar que los análisis de ingeniería realizados reflejan la realidad analizada.

A la hora de tomar una decisión sobre la forma de implementar una modificación basada en la aplicación del APS, habrá que tener en cuenta las incertidumbres asociadas con los análisis. En aquellos casos en los que existan grandes incertidumbres sobre el impacto de los cambios, o donde éstos apliquen a una gran cantidad de estructuras, sistemas y componentes, el plan de implantación deberá ser gradual e incluso con alcances parciales analizando los efectos potenciales.

El plan de implantación debe asegurar una detección temprana de las deficiencias y desviaciones sobre lo esperado, antes de que lleguen a convertirse en un problema significativo. Para ello deben establecerse mecanismos de determinación de causa y tener previstas acciones correctivas.

Asimismo, ha de valorarse el comportamiento de las estructuras, sistemas y componentes afectados por la modificación, estableciendo un programa de vigilancia y control de las prestaciones, a fin de confirmar las hipótesis y análisis realizados.

El programa de vigilancia debe tener las siguientes características:

- Utilizará parámetros medibles para vigilar el comportamiento de la planta.
- Establecerá criterios objetivos de valoración.
- Vigilará, de acuerdo con su importancia para el riesgo, las estructuras, sistemas, equipos y componentes.
- Permitirá que los parámetros utilizados suministren una indicación temprana de los problemas potenciales antes de que éstos lleguen a convertirse en un problema de seguridad, en caso de que se excedan los criterios o valores de alarma establecidos. Dentro de este proceso debe considerarse la degradación de componentes similares en otros sistemas de la central.

Dentro del proceso de seguimiento de la aplicación deberá establecerse, si se considera necesario por las características de la aplicación, un plan para analizar el impacto de las modificaciones incorporadas en los APS debido a su mantenimiento.

Adicionalmente, este programa permitirá realizar un análisis de tendencias de las prestaciones de los equipos afectados, para demostrar que dicho comportamiento es consistente con los resultados de los análisis de ingeniería realizados con el fin de justificar el cambio.

En la medida de lo posible, el programa de vigilancia se integrará o coordinará con otros programas de vigilancia existentes para diversas aplicaciones del APS, como por ejemplo el establecido dentro de la Regla de Mantenimiento.

6 Documentación asociada a las aplicaciones de los APS

La documentación de la propuesta de aplicación de APS debe ser consistente con lo recogido en la Guía de Seguridad GS-1.11, en la que se desarrollan los criterios aplicables para el análisis de las modificaciones en el diseño y en las condiciones de explotación de las centrales nucleares.

En cuanto a la documentación que debe contener cualquier aplicación de APS incluida como parte de los análisis de justificación de una modificación de diseño, debe ser consistente y conmensurada con la naturaleza y relevancia de la misma.

La documentación asociada a las aplicaciones de los APS es de dos tipos, por un lado el informe a enviar para someter la propuesta a consideración del CSN, y por otro la documentación soporte de los análisis llevados a cabo.

a) Informe

Para documentar el alcance, profundidad y calidad de los análisis de ingeniería realizados, el informe a elaborar debe ser de una extensión y detalle adecuados a la naturaleza y alcance de la modificación.

A fin de garantizar que se cumplen los principios básicos de la regulación informada por el riesgo, el informe debe contener, al menos, los aspectos siguientes:

- Descripción detallada de la propuesta de modificación, las razones que la motivan, los sistemas, equipos y componentes afectados.
- Descripción del impacto de la propuesta sobre los criterios de diseño y las bases de licencia en vigor.
- Reevaluación de los análisis de accidente afectados, en su caso.
- Evaluación del impacto de la modificación sobre aspectos concretos del principio de defensa en profundidad.
- Identificación de las modificaciones de los documentos oficiales, así como de otros documentos de explotación y procedimientos de la central afectados.

La parte de análisis probabilista incluirá, con la extensión y profundidad adecuadas y considerando la contribución del estudio probabilista en el análisis global, la siguiente información:

- Descripción del análisis probabilista realizado para valorar el impacto en el riesgo.
- Descripción de la actualización de los modelos y datos a la realidad de la central en el momento del estudio y valoración de la adecuación de los mismos para la modificación propuesta.

- Identificación de las hipótesis tenidas en cuenta.
- Identificación de todos los aspectos del APS afectados, tales como: criterios de éxito, sucesos iniciadores, secuencias de accidente, árboles de fallos de sistemas, datos operacionales, análisis de fiabilidad humana, hipótesis de modelización, conjuntos mínimos de fallo, contribuyentes al riesgo, estados de daño de la planta, comportamiento de la contención.
- Resultados de los análisis de incertidumbres llevados a cabo.
- Resultados de los análisis de sensibilidad efectuados para demostrar la consistencia de los resultados y la no variación significativa de los mismos frente a un conjunto de hipótesis diferentes.
- Análisis realizados para valorar la influencia de la modificación en el riesgo asociado a aspectos no contemplados, en su caso, en el alcance del APS y resultados, estimaciones y conclusiones de los mismos.

En cuanto a la documentación para la valoración del impacto en el riesgo, debe incluirse:

- Estimación de la frecuencia de daño al núcleo antes y después de la modificación.
- Secuencias de accidente, escenarios y contribuyentes dominantes.
- Estimación del comportamiento de la contención antes y después de la modificación: estados de daño de planta, modos de fallos de contención, frecuencia de los mismos, términos fuente y categorías de escape.
- Cumplimiento con los criterios de aceptación establecidos en ese momento.

Finalmente, el informe debe incluir una descripción del programa de implantación y de vigilancia y control previsto. Como mínimo se documentarán los aspectos siguientes:

- Identificación de parámetros a medir, métodos y procedimientos de medida utilizados para el seguimiento del comportamiento de las estructuras, sistemas y componentes.
- Análisis de tendencias, criterios de comportamiento, y valores de alarma a establecer para la detección temprana de comportamientos no previstos.
- Acciones correctoras previstas en caso de comportamientos no esperados.

b) Documentación soporte

La documentación soporte debe incluir una descripción completa y detallada de los análisis realizados y de los resultados obtenidos, tanto deterministas como probabilistas, ya sean cualitativos o cuantitativos.

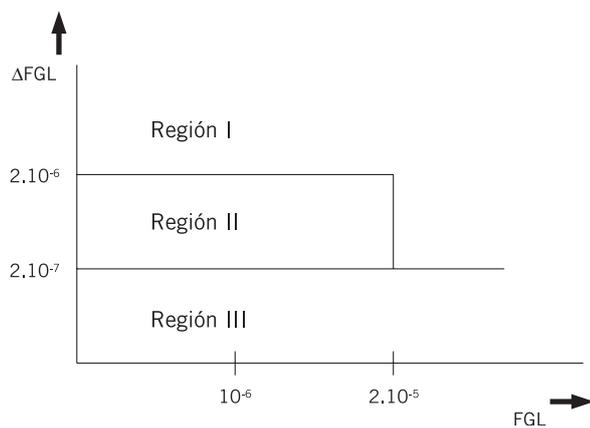
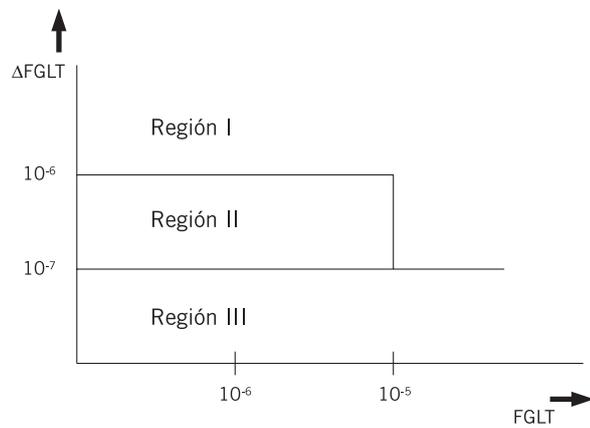
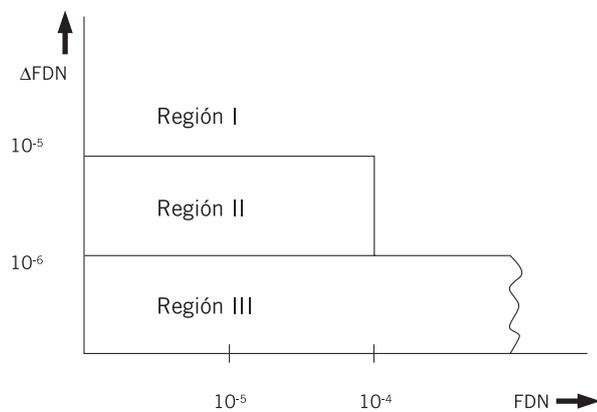
En caso de que, como parte de la aplicación, se emplee un panel de expertos, deberá conservarse toda la información relevante relativa a su funcionamiento tal como: composición del panel, valoraciones del mismo y actas.

Esta documentación debe formar parte del programa normal de archivo de garantía de calidad y debe mantenerse de acuerdo con la normativa específica aplicable.

Anexo I Criterios probabilistas de aceptación para incrementos de riesgo

Los criterios que deben cumplirse, tanto en los objetivos relativos a las variaciones de FDN como en los relativos a FGLT o FGL, que se representan en las figuras 1, 2 y 3 de este anexo, son los siguientes:

Figura 1: Criterios de aceptación para FDN



FDN:

- Si hay una disminución en el valor de FDN, se puede considerar el cambio como aceptable desde el punto de vista de riesgo.
- Cuando el incremento en FDN es muy pequeño, menor que 10^{-6} por reactor/año, el cambio será tenido en consideración, independientemente del valor de FDN (región III). Hay que tener en cuenta que el valor de FDN puede ser mayor que 10^{-4} por reactor/año y en estos casos todas las acciones se deben encaminar a una reducción del riesgo.
- Si el incremento de FDN está comprendido entre 10^{-6} y 10^{-5} por reactor/año, sólo se considerarán aquellas aplicaciones para las que el valor de FDN total resulte menor que 10^{-4} por reactor/año (región II).
- Aplicaciones que dieran lugar a un incremento de FDN mayor que 10^{-5} , no serán tenidas en consideración.

FGLT:

- Si hay un decrecimiento en el valor de FGLT, se puede considerar el cambio como aceptable desde el punto de vista de riesgo.
- Cuando el incremento en FGLT es muy pequeño, menor que 10^{-7} por reactor/año, el cambio será tenido en consideración independientemente del valor de FGLT (región III). Hay que hacer notar que el valor de FGLT puede ser mayor que 10^{-5} por reactor/año y, en estos casos, todas las acciones deben enfocarse a una reducción del riesgo.
- Si el incremento de FGLT está comprendido entre 10^{-7} y 10^{-6} por reactor/año, sólo se considerarán aquellas aplicaciones para las que el valor de FGLT total resulte menor que 10^{-5} por reactor/año (región II).
- Aplicaciones que dieran lugar a un incremento de FGLT mayor que 10^{-6} , no serán tenidas en consideración.

FGL: De uso sólo para aplicaciones del APS de carácter permanente.

- Si hay un decrecimiento en el valor de FGL, se puede considerar el cambio como aceptable desde el punto de vista de riesgo.

- Cuando el incremento en FGL es muy pequeño, menor que $2 \cdot 10^{-7}$ por reactor/año, el cambio será tenido en consideración independientemente del valor de FGL (región III). Hay que hacer notar que el valor de FGL puede ser mayor que $2 \cdot 10^{-5}$ por reactor/año y, en estos casos, todas las acciones deben enfocarse a una reducción del riesgo.
- Si el incremento de FGL está comprendido entre $2 \cdot 10^{-7}$ y $2 \cdot 10^{-6}$ por reactor/año, sólo se considerarán aquellas aplicaciones para las que el valor de FGL total resulte menor que $2 \cdot 10^{-5}$ por reactor/año (región II).
- Aplicaciones que dieran lugar a un incremento de FGL mayor que $2 \cdot 10^{-6}$, no serán tenidas en consideración.

Durante las operaciones de parada de la central, cuando la función de contención no se mantiene, el valor de FGLT, tal y como se ha definido, no se puede utilizar, por lo que se deberán considerar valores más restrictivos (por ejemplo, 10^{-5}) para el valor de FDN y mantener así un nivel de riesgo equivalente, o bien proponer alternativas para el cálculo del valor de FGLT.

Estos valores se dan para la comparación con resultados de APS de alcance completo, si bien, como se señala en el texto de esta guía, pueden hacerse otras consideraciones complementarias.

También debe tenerse en cuenta que los límites entre los valores deben ser entendidos como indicativos y que requieren un análisis y evaluación detallada, sobre todo si se encuentran en la zona de mayor riesgo.

Referencias bibliográficas

1. RG 1.174, Rev 1. *An approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-specific Changes to Current Licensing Basis*. USNRC. November 2002.
2. *Programa integrado de realización y utilización de los Análisis Probabilistas de Seguridad en España*. CSN. Edición 1ª. Agosto 1986.
3. *Programa integrado de realización y utilización de los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS) en España*. Colección Otros Documentos, 7.1998. CSN. Edición 2ª, 1998.
4. SRP Cap. 19, Rev.1. *Use of Probabilistic Risk Assessment in Plant-specific Risk-Informed Decisionmaking: General Guidance*. USNRC,. November, 2002.
5. EPRI-TR105396, *PSA Applications Guide*. EPRI. Final report. Agosto 1995.
6. GS-1.15, *Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad*. CSN, Marzo 2004.
7. “Definición de Grandes Liberaciones”. Grupo de trabajo CSN-Sector (julio 2005).

Colección Guías de Seguridad

1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 2007) (32 págs.) Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (Rev. 1, 2004), (48 págs.) Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (Rev. 2, 2003), (64 págs.) Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (Rev. 1, 2006), (20 págs.) Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (12 págs.) Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) Referencia: GSG-01.11

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) Referencia: GSG-01.13.

1.14. Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (Rev. 1, 2007) (32 págs.) Referencia: GSG-01.14.

1.15. Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2004 (38 págs.) Referencia: GSG-01.15

2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

3. Instalaciones del ciclo del combustible

4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares. CSN,1993 (24 págs.) Referencia: GSG-04.01.

4.2 Plan de Restauración del Emplazamiento. CSN, 2007 (30 págs.) Referencia: GSG-04.02.

5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2ª y 3ª categoría). CSN, 1986 (Rev. 1, 2005), (32 págs.) Referencia: GSG-05.01.

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría). CSN,1986 (Rev. 1, 2005), (28 págs.) Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas. CSN, 1987 (12 págs.) Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia. CSN, 1988 (28 págs.) Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas. CSN,1988 (20 págs.) Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico. CSN, 1988 (16 págs.) Referencia: GSG-05.07
Anulada⁽¹⁾.

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas. CSN,1988 (12 págs.) Referencia: GSG-05.08.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X. CSN, 1998 (20 págs.) Referencia: GSG-05.09.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales. CSN, 1988 (Rev. 1, 2006) ((24 págs.) Referencia: GSG-05.10.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico. CSN, 1990 (28 págs.) Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas. CSN, 1998 (64 págs.) Referencia: GSG-05.12.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial. CSN, 1999 (64 págs.) Referencia: GSG-05.14.

⁽¹⁾ Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor, el 4 de mayo de 1992, el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.15. Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo
CSN, 2001 (24 págs.) Referencia: GSG-05.15

5.16. Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales.
CSN, 2001 (32 págs.) Referencia: GSG-05.16.

6. Transporte de materiales radiactivos

6.1. Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas.
CSN, 2002 (32 págs.) Referencia: GSG-06.01

6.2. Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos.
CSN, 2003 (54 págs.) Referencia GSG-06.02.

6.3. Instrucciones escritas de emergencia aplicables al transporte de materiales radiactivos por carretera.
CSN, 2004 (28 págs.) Referencia: GSG-06.03.

6.4. Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte.
CSN, 2006 (36 págs.) Referencia: GSG-06.04

7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnico-administrativos para los servicios de dosimetría personal.
CSN, 1985 (Rev.1, 2006), (54 págs.) Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica.
CSN, 1986 (8 págs.) Referencia: GSG-07.02.

Anulada⁽²⁾.

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica.
CSN, 1987 (Rev.1. 1998), (36 págs.) Referencia: GSG-07.03

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes.
CSN,1986 (Rev. 2, 1998), (36 págs.) Referencia: GSG-07.04.
Anulada⁽³⁾.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico.
CSN,1989 (Rev. 1, 2005), (50 págs.) Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.
CSN,1992 (16 págs.) Referencia: GSG-07.06.

7.7 Control radiológico del agua de bebida.
CSN,1990 (Rev.1, 1994), (16 págs.) Referencia: GSG-07.07.

7.9. Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares.
CSN, 2006 (36 págs.) Referencia: GSG-07.09.

⁽²⁾ Esta guía ha sido anulada sustituyéndose por la instrucción del CSN IS-03 (BOE 12-12-2002).

⁽³⁾ Anulada por haber aprobado el Ministerio de Sanidad y Consumo un protocolo para la vigilancia médica de los trabajadores procesionalmente expuestos.

8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares en instalaciones nucleares y en instalaciones radiactivas. CSN, 2000 (32 págs.). Referencia GSG-08.01.

9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad. CSN, 1991 (16 págs.) Referencia: GSG-09.01.

9.2. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas
CSN 2001, (28 págs.) Referencia GSG-09.02.

10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares. CSN,1985 (Rev. 2, 1999) (16 págs.) Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.
CSN, 1986 (Rev. 1, 2002), (20 págs.) Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.
CSN,1986 (Rev. 1, 2002), (24 págs.) Referencia: GSG-10.03.

10.4 Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.
CSN, 1987 (8 págs.) Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.
CSN,1987 (Rev.1, 1999), (24 págs.) Referencia: GSG-10.05.

10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.
CSN,1987 (Rev.1, 2002), (16 págs.) Referencia: GSG-10.06.

10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.
CSN,1988 (Rev.1, 2000) (20 págs.) Referencia: GSG-10.07.

10.08 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.
CSN, 1988 (Rev.1, 2001), (24 págs.) Referencia: GSG-10.08.

10.09 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.
CSN, 1998 (20 págs.) Referencia: GSG-10.09.

10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.
CSN, 2000 (20 págs.) Referencia: GSG: 10.10.

10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría.
CSN, 2001 (16 págs.) Referencia: GSG-10.11.

10.12 Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras.
CSN, 2003 (36 pags.) Referencia: GSG-10.12.

10.13 Garantía de calidad para el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares.
CSN, 2004 (26 pags.) Referencia: GSG-10.13.

Las guías de seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española. Estas guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas, siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas guías se considerarán en las revisiones sucesivas.

La correspondencia debe dirigirse a la Oficina de Normas Técnicas y los pedidos al Servicio de Publicaciones. Consejo de Seguridad Nuclear, C/ Pedro Justo Dorado Dellmans, 11, 28040-Madrid.

Guía de Seguridad 1.14 (Rev. 1)

Criterios básicos para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad

Colección Guías de
Seguridad del CSN

GS.1.14-2007