

PROTECCIÓN FRENTE A CONDICIONES METEOROLÓGICAS SEVERAS E INUNDACIONES

Colaboradores	César Gervás Tobaruela
----------------------	------------------------

Propietario/a	Antonio Jiménez Juan	25.04.05
Calidad Interna	Emilio Romero Ros	25.04.05
Subdirector/a o Jefe/a de Oficina	José I. Calvo Molíns	25.04.05
El/La Director/a Técnico/a	Isabel Mellado Jiménez	26.04.05

1. OBJETO

El objeto de este procedimiento es definir la sistemática a seguir por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en la realización de las inspecciones sobre la protección frente a condiciones meteorológicas severas e inundaciones, dentro del Plan Base de Inspección del Sistema Integrado de Supervisión de CC.NN. en operación (SISC), para verificar que la aplicación de los procedimientos del Titular encaminados a mantener la protección de los sistemas de mitigación frente a condiciones meteorológicas severas y de inundación, es consistente con los requerimientos de diseño y los supuestos del análisis de riesgos de la planta.

Los pilares de Seguridad asociados a este procedimiento son:

- Sucesos iniciadores (30%)
- Sistemas de mitigación (70%)

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a una inspección general de periodicidad bienal y a las inspecciones semestrales específicas que se centran en sistemas significativos para el riesgo y en zonas de la planta sensibles a inundaciones. También debe utilizarse para responder ante condiciones meteorológicas extremas de previsión inminente.

Frecuencia y tamaño de la muestra

Con independencia del número de reactores en el emplazamiento, para considerar realizado este procedimiento del PBI es necesario completar cada dos años una inspección general en el emplazamiento y cuatro inspecciones semestrales específicas que hayan abarcado, como mínimo, una muestra de 6 sistemas o casos significativos para el riesgo y 6 zonas de la planta sensibles a inundaciones. La muestra mínima debe incluir cada año lo siguiente: dos sistemas frente a temperaturas extremas (frío o calor); un caso de otra condición climática severa específica del emplazamiento; dos zonas frente a inundaciones internas, y una zona de áreas exteriores a edificios.

Estimación de recursos

El esfuerzo anual que requiere la aplicación de este procedimiento de inspección se estima entre 32 y 44 horas de trabajo en el emplazamiento como actividad de inspección directa, con independencia del número de reactores ubicados en el mismo. No se incluye en esa estimación de esfuerzo la dedicación necesaria a la preparación de las inspecciones, desplazamiento de inspectores, ni elaboración de actas o informes derivados de las inspecciones. El esfuerzo real necesario en un emplazamiento puede variar dependiendo de las circunstancias específicas que puedan presentar sus condiciones meteorológicas severas y situaciones de inundación.

3. DEFINICIONES

Las que se describen en el PG.IV.03 y el PA.IV.01.

4. NORMATIVA APLICABLE

La que se describe en el PG.IV.03, actualizada con lo siguiente:

- Real Decreto 1157/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba el Estatuto del Consejo de Seguridad Nuclear, modificado por el Real Decreto 469/2000, de 7 de abril, por el que se modifica la estructura orgánica básica del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

5. RESPONSABILIDADES

En el procedimiento PG.IV.03 se establecen con carácter general la responsabilidades relativas a este procedimiento. Además son responsabilidades específicas las siguientes:

- **Inspección de la Sede**

Realizar cada dos años la inspección general descrita en el apartado 6.2.2; colaborar con los inspectores residentes para seleccionar los sistemas, equipos, zonas de planta y casos

específicos a inspeccionar en cada instalación, y colaborar también con ellos, si resulta necesario, en la realización de las correspondientes inspecciones semestrales descritas en este procedimiento.

La unidad responsable de la realización de esta inspección es el Área de Ciencias de la Tierra (CITI - STN - DSN).

- **Inspección Residente**

Seleccionar los sistemas, equipos, zonas de planta y casos específicos a inspeccionar en su instalación; así como realizar cada seis meses las correspondientes inspecciones específicas descritas en los apartados 6.2.3, 6.2.4 y 6.2.5, pudiendo recabar para ello la colaboración de los inspectores de la sede si resulta necesaria.

6. DESCRIPCIÓN

6.1 BASES DE INSPECCIÓN

Las condiciones meteorológicas severas o extremas pueden incluir sucesos externos tales como vientos fuertes, tornados, tormentas eléctricas, temperaturas extremas (altas o bajas), precipitaciones extremas (lluvia, nieve, granizo), heladas, y también condiciones que puedan afectar a la capacidad del sumidero final de calor (sedimentos, desechos, cristales de hielo, algas, peces, etc).

En general, las condiciones meteorológicas extremas pueden producir pérdida de potencia exterior (LOOP), congelaciones o inundaciones (externas e internas) y suelen conformar los riesgos externos dominantes; asimismo, pueden dejar inoperables trenes múltiples, equipos redundantes y equipos soporte debido a causas comunes, contribuyendo a un aumento significativo del riesgo de la planta. Por otra parte, las condiciones meteorológicas extremas y las inundaciones en el emplazamiento pueden afectar considerablemente a las actuaciones de los operadores en su acción de mitigación o de recuperación, llegando incluso a impedirlos o limitarlas.

6.2 REQUISITOS DE LA INSPECCIÓN

6.2.1 Planificación de las inspecciones

Al menos una vez cada dos años, y preferentemente en tiempo de frío o calor extremos (o en época previa a otro suceso meteorológico severo importante en el emplazamiento), se revisan en su integridad los planes y previsiones establecidos por el Titular frente a condiciones meteorológicas severas; se inspeccionan las barreras de protección contra inundaciones externas, incluyendo redes de drenaje y cubiertas o terrazas de edificios, y se revisan los procedimientos de actuación.

Al menos una vez cada seis meses, antes o durante la época más proclive a sucesos meteorológicos severos importantes en el emplazamiento, se seleccionan 1 ó 2 sistemas significativos para el riesgo y se revisa su disponibilidad y protecciones frente a condiciones meteorológicas severas, incluyendo los procedimientos de actuación.

También cada seis meses y antes de la estación de lluvias intensas, se seleccionan 1 ó 2 zonas de la planta y se inspeccionan los dispositivos de protección y procedimientos de actuación frente a posibles inundaciones externas o internas de estructuras, sistemas y componentes (ESC) significativos para el riesgo.

6.2.2 Inspección general y selección de casos específicos a revisar.

La inspección general, que será de periodicidad bienal, deberá incluir todos aquellos riesgos relacionados con sucesos meteorológicos y de inundación identificados para el emplazamiento. Se debe revisar el Estudio de Seguridad, los documentos de análisis deterministas y probabilistas de sucesos meteorológicos extremos e inundaciones (externas e internas), los resultados de los programas de vigilancia, la experiencia operativa, el programa de acciones correctoras y los procedimientos del Titular relacionados. Todo ello para caracterizar los riesgos climáticos más significativos asociados al emplazamiento, incluidos los que puedan afectar al sumidero final de calor; identificar las zonas que pueden verse afectadas por inundaciones externas o internas en las que se ubiquen equipos relacionados con la seguridad, incluyendo la estructura de toma de agua, e identificar los ESC que pueden verse afectados de forma significativa por condiciones meteorológicas severas.

Debe realizarse una revisión detallada de los procedimientos del Titular sobre condiciones climáticas severas y examinar la ejecución de los procedimientos de preparación y de las medidas adoptadas ante afecciones producidas durante épocas de meteorología severa. Se seleccionarán para su inspección específica sistemas significativos para el riesgo que requieran protección frente a situaciones meteorológicas severas. Se recomienda que el inspector considere sistemas múltiples que, de forma conjunta, sean significativos para el riesgo.

Para inundaciones externas, revisar las condiciones estacionales como son lluvias intensas, avenidas o riadas. Revisar asimismo la documentación del Titular que muestre los niveles de inundación, tanto deterministas como probabilistas, proyectados para las áreas que contienen equipos relacionados con la seguridad, y también los informes de experiencia operativa y las acciones correctoras adoptadas en inundaciones ya ocurridas.

Se seleccionarán para su inspección específica las áreas de la planta que contengan ESC que se encuentren por debajo del nivel de inundación, o que sean susceptibles de ser inundados. En la revisión del impacto que las lluvias podrían tener sobre el emplazamiento, aunque en principio los sistemas de pluviales deberían ser capaces de evacuarlas, la experiencia ha demostrado que en algunos casos el atascamiento de drenajes puede producir la penetración de agua de lluvia en el interior de los edificios, al igual que la pérdida de estanqueidad en el revestimiento de impermeabilización de terrazas y cubiertas.

6.2.3 Inspección de la disponibilidad ante condiciones meteorológicas severas.

Se trata de una inspección específica, de periodicidad semestral, que se realiza en estructuras, sistemas, equipos o componentes previamente seleccionados. Esta inspección debería realizarse antes de que los cambios estacionales sean inminentes y después de que el Titular haya llevado a cabo los preparativos correspondientes; pero antes de que las condiciones meteorológicas representen un problema real.

Las actuaciones de inspección que deben efectuarse consisten en lo siguiente:

- 1.- Verificar, considerando el Estudio de Seguridad, las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y los documentos de la central, que los sistemas o componentes seleccionados mantendrán su operabilidad durante condiciones climáticas severas. Verificar que se mantienen adecuadamente las características de la central, los procedimientos para la operación y la disponibilidad continua del sumidero final de calor durante la situación severa considerada.
- 2.- Verificar que los dispositivos de protección contra el frío, como tuberías calorifugadas, resistencias de calefacción o recintos climatizados, están lo bastante vigilados para asegurar que soportan la operabilidad de la estructura, sistema o componente (ESC) al que protegen. Esto incluye los programas de vigilancia y calibración de instrumentos y alarmas, necesarios para asegurar la función de los dispositivos de protección contra el frío. Realizar los recorridos de planta necesarios para verificar las condiciones físicas de los dispositivos de protección contra el frío (ver referencias).
- 3.- Verificar que las acciones de los operadores definidas en los procedimientos del Titular sobre condiciones meteorológicas severas mantienen la disponibilidad de los sistemas esenciales. Verificar que se especifica la plantilla o el número de operarios mínimo / adecuado, considerando también la accesibilidad a controles, indicaciones y equipos.
- 4.- Si un sistema o componente necesario para la parada del reactor está afectado por condiciones meteorológicas severas, verificar que, previamente a la parada, estaría disponible para realizar su función de seguridad bajo las condiciones severas supuestas.

6.2.4 Inspección de zonas y recintos con riesgos asociados a inundación.

También se trata de una inspección específica, de periodicidad semestral, que se realiza en áreas exteriores o recintos de la planta previamente seleccionados. Para emplazamientos donde la inundación externa es un riesgo, debe utilizarse la información recopilada al respecto durante las revisiones de estado de la planta o nuevas fuentes externas para organizar la inspección dando prioridad a la estación del año de mayor riesgo. Esta revisión debería realizarse antes de que la época de lluvias sea inminente y después de que el Titular haya completado los preparativos correspondientes.

Las actuaciones de inspección que se deben efectuar consisten en lo siguiente:

- 1.- Recorrer las áreas y recintos seleccionados. Mediante la comprobación del diseño o la observación directa, incluyendo la revisión de actividades de mantenimiento preventivo, deben considerarse los siguientes aspectos, dando prioridad a aquellos que sean más significativos para el riesgo en el emplazamiento específico de la instalación:
 - 1.a/ Sellado de equipos que se encuentren por debajo del nivel de inundación, tales como los conductos eléctricos.
 - 1.b/ Orificios o penetraciones sin sellar en suelos y paredes que se sitúen entre áreas inundables.
 - 1.c/ Idoneidad de las puertas estancas situadas entre áreas inundables.
 - 1.d/ Sistemas de drenaje y sumideros, incluyendo las tuberías de drenaje de plantas y las válvulas de retención que se requieran para aislar áreas de inundación dentro de los edificios.
 - 1.e/ Bombas de sumidero operables, nivel de alarma y circuitos de control, incluyendo mantenimiento y calibración de los equipos de protección contra inundaciones.
 - 1.f/ Fuentes potenciales de inundaciones internas que no están analizadas o no tienen mantenimiento adecuado, como por ejemplo: fallo de juntas de expansión en tuberías flexibles, fallo de los rociadores del sistema de protección contra incendios, filtraciones en la impermeabilización de cubiertas y terrazas, reservas o acumuladores de los lavabos y fallo de las líneas de agua de servicios.
 - 1.g/ Acondicionamiento y disponibilidad de barreras de inundación temporales o extraíbles (por ejemplo, juntas y empaquetaduras).
- 2.- Inspeccionar los búnkers y accesos subterráneos susceptibles de inundación, que contengan cables multifunción o de trenes múltiples y sean significativos para el riesgo. Deben considerarse los siguientes aspectos, dando prioridad a los más significativos para el riesgo en el emplazamiento específico de la instalación (no es necesario inspeccionar búnker y accesos cerrados por soldadura ni aquéllos cuya apertura para inspección requiera un esfuerzo extraordinario por parte del Titular; se recomienda que los inspectores residentes estén atentos a su apertura y aprovechen la oportunidad para inspeccionarlos):
 - 2.a/ Revisar los registros para verificar que las bombas de sumidero operables darán el caudal establecido en los documentos de bases de diseño o en el Estudio de Seguridad.
 - 2.b/ Verificar que los circuitos de las alarmas de nivel están calibrados adecuadamente.
 - 2.c/ Examinar si están intactos los cables / empalmes susceptibles de estar sumergidos.
 - 2.d/ Determinar si existe drenaje en los búnkers y accesos seleccionados, y si no es así analizar por qué.
- 3.- En áreas donde se da crédito a las actuaciones del operador, verificar que los procedimientos de operación anormal o de emergencia frente a inundaciones pueden ejecutarse de manera razonable para alcanzar los objetivos deseados, incluyendo el hecho de que la inundación pueda limitar o impedir las actuaciones del operador.

6.2.5 Inspección de la disponibilidad ante condiciones climáticas severas inminentes.

Es una inspección específica más, de periodicidad semestral, en la cual se revisa en planta el conjunto de preparativos y protecciones de los sistemas más significativos para el riesgo ante las condiciones meteorológicas esperadas y las inundaciones. Esta inspección debería realizarse ante la inminencia de la situación meteorológica severa esperada o inundación y después de que el Titular haya terminado sus preparativos.

Las actuaciones de inspección que deben efectuarse consisten en lo siguiente:

- 1.- Antes del comienzo y durante la ocurrencia de condiciones meteorológicas severas, revisar la aplicación de los procedimientos de preparación y las medidas de mitigación previstos para esas condiciones.
- 2.- Verificar que las acciones de los operadores definidas en los procedimientos del Titular sobre condiciones meteorológicas severas mantienen la disponibilidad de los sistemas esenciales. Verificar que se especifica la plantilla o el número de operarios mínimo / adecuado, considerando también la accesibilidad a controles, indicaciones y equipos.
- 3.- En relación con el suministro eléctrico a la central, y antes de que ocurran las situaciones meteorológicas extremas esperables, verificar en lo posible que la vigilancia requerida se realiza o que está programada y ejecutada. Verificar también, si es posible, que el Titular hace rondas periódicas de equipos o ejecuta otras medidas para asegurar que las condiciones de los equipos de la central sean buenas y que los equipos potencialmente inoperables no provoquen posibles exenciones de cumplimiento de requisitos —considerar que puede admitirse discrecionalidad en el cumplimiento de requisitos si la estabilidad y disponibilidad del sistema de suministro eléctrico no afecta a la seguridad ni a la protección del público—. Determinar si el Titular dispone de procedimientos adecuados en relación con la capacidad de recuperación de la alimentación eléctrica exterior a la central.
- 4.- Las modificaciones de planta, las nuevas situaciones, las revisiones de procedimientos o las acciones de mitigación de los operadores pensadas para hacer frente a condiciones de meteorología severa, pueden afectar de forma inadvertida a la Regla de Mantenimiento de ESC y es necesario revisar todos estos procesos. Determinar si estas situaciones suponen un riesgo para la operación segura de la central. A este respecto y de forma adicional, puede ser apropiado realizar un seguimiento más amplio con otros procedimientos de inspección del SISC (ver en referencias PT.IV.210 al PT.IV.220).
- 5.- Revisar la puesta en práctica de los procedimientos de preparación para la protección contra inundaciones y las medidas de mitigación durante condiciones de inundación inminente o fuertes tormentas.

6.3 IDENTIFICACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Verificar si el programa de acciones correctoras del Titular identifica los problemas relacionados con situaciones meteorológicas severas que pudieran afectar a los sistemas de

mitigación y a sus sistemas soporte. Verificar también que estos problemas se tratan de forma adecuada para su resolución. Revisar la base de datos históricos de acciones correctoras para identificar tendencias y para determinar si dichas acciones han resultado eficaces. Puede resultar útil la búsqueda histórica de sucesos meteorológicos severos, así como la de equipos de mitigación de efectos meteorológicos específicos (p. ej. circuitos de tuberías calorifugadas o con resistencias de calefacción, rejillas móviles de la estructura de toma, enfriadores de la central, intercambiadores de calor, etc.). Revisar las evaluaciones o auditorías internas de la central para comprobar la disponibilidad ante situaciones meteorológicas severas (ver PA.IV.201 en referencias).

Las inundaciones tienen la capacidad de provocar fallos de causa común en equipos ubicados en múltiples áreas. Verificar que el Titular incorpora los problemas detectados durante la inspección en su programa de acciones correctoras y que los contempla en su ámbito debido. Así mismo, verificar que los problemas incluidos en el programa de acciones correctoras están correctamente identificados para poder ser resueltos (ver PA.IV.201).

6.4 GUÍAS PARA LAS INSPECCIONES

Pilares de Seguridad	Objetivos de inspección	Prioridad según el riesgo	Ejemplos
SUCESOS INICIADORES (meteoros severos).	Asegurar la protección adecuada de ESC para evitar sucesos iniciadores inducidos por la meteorología.	<p>Los específicos del emplazamiento.</p> <p>Los vientos fuertes suponen un riesgo alto para los componentes externos, incluyendo fuentes de alimentación, tuberías de combustible / aire y líneas de señales sensoras.</p> <p>El clima frío supone un riesgo alto para los componentes y líneas de señales sensoras situados a la intemperie o ubicados en el exterior de las estructuras.</p> <p>Modificaciones de la planta, nuevas situaciones en general, revisiones de procedimientos o acciones de mitigación de los operadores, adoptadas para hacer frente a condiciones meteorológicas severas.</p>	<p>Idoneidad de la protección de equipos situados en áreas exteriores ante vientos fuertes (ráfagas / tornados) y ante proyectiles generados por vientos fuertes.</p> <p>Idoneidad del trazado de resistencias de calefacción y del caldeo de recintos, para la protección adecuada de tuberías y equipos frente a bajas temperaturas.</p> <p>Adecuación de las condiciones físicas de aislamiento de instrumentos, componentes y líneas sensibles.</p> <p>Adecuación de la disponibilidad continua del sumidero final de calor (protección ante cristales de hielo o bloqueo de la estructura de toma por heladas, desechos o sedimentos).</p>

Pilares de Seguridad	Objetivos de inspección	Prioridad según el riesgo	Ejemplos
SUCESOS INICIADORES (inundaciones).	Identificar inundaciones internas o externas que puedan ser o provocar sucesos iniciadores.	<p>Situaciones potenciales con fallos de causa común.</p> <p>Barreras entre áreas inundables.</p> <p>Fuentes de inundación interna no analizadas.</p> <p>Áreas por debajo de la cota de inundación.</p>	<p>Adecuación de la evaluación de seguridad para modificaciones o cambios.</p> <p>Mantenimiento adecuado de las juntas de expansión en sistemas de baja presión / gran volumen.</p> <p>Mantenimiento de los rociadores de agua contra incendios.</p> <p>Configuración anormal de pruebas para sistemas con gran volumen de agua.</p>
SISTEMAS DE MITIGACIÓN (meteoros severos).	Revisar la capacidad del sistema de mitigación o componente seleccionado, para realizar su función de diseño en las condiciones meteorológicas severas de proyecto.	<p>Los específicos del emplazamiento.</p> <p>Los vientos fuertes suponen un riesgo alto para los componentes externos, incluyendo fuentes de alimentación, tuberías de combustible / aire y líneas de señales sensoras.</p> <p>El clima frío supone un riesgo alto para los componentes y líneas de señales sensoras situados a la intemperie o ubicados en el exterior de las estructuras.</p> <p>Las altas temperaturas suponen un alto riesgo para diversos intercambiadores de calor por incrustación marina de mejillones, almejas, etc.</p>	<p>Idoneidad de la protección de equipos situados en áreas exteriores ante vientos fuertes (ráfagas / tornados) y ante proyectiles generados por vientos fuertes.</p> <p>Idoneidad de la protección contra el frío de las líneas sensoras de nivel en el tanque de almacenamiento de agua de recarga / tanque de condensado (RWST / CST).</p> <p>Adecuación de la protección contra el frío de tuberías de refrigeración de las bombas de agua de servicios, o suministro de agua de refrigeración al sumidero final de calor.</p> <p>Adecuación del tratamiento específico de bioincrustación marina / fluvial y del programa de vigilancia. Este aspecto puede inspeccionarse cuando se realice el Procedimiento PT.IV.206.</p>

Pilares de Seguridad	Objetivos de inspección	Prioridad según el riesgo	Ejemplos
SISTEMAS DE MITIGACIÓN (inundaciones).	Identificar sucesos de inundación interna o externa que puedan provocar la pérdida de equipos de parada segura.	Áreas que contengan sistemas de baja presión / gran volumen, como agua contra incendios, agua de servicios y refrigeración de componentes; en especial, las áreas con juntas de expansión en tuberías flexibles. Los específicos del emplazamiento: lluvias, nivel de inundación, etc.	Puertas estancas, bombas de evacuación y alarmas. Sellado adecuado de los equipos eléctricos necesarios para la parada segura que estén por debajo de la cota de inundación. Válvulas de retención en sistemas de drenaje comunes a diferentes áreas de inundación.

7. REFERENCIAS

- PG.IV.03.- Inspección y control de Instalaciones Nucleares.
- PA.IV.01.- Programa Base de Inspección a las Instalaciones Nucleares.
- PA.IV.201.- Programa de identificación y resolución de problemas.
- PT.IV.206.- Funcionamiento de los cambiadores de calor y del sumidero final de calor.
- PT.IV.210.- Efectividad del mantenimiento (bienal).
- PT.IV.213.- Evaluaciones de operabilidad.
- PT.IV.214.- Medidas compensatorias de los operadores para situaciones de no conformidad.
- PT.IV.215.- Modificaciones de diseño permanentes.
- PT.IV.220.- Cambios temporales.
- US-NRC. Regulatory Issue Summary 2000-15, *“Recommendations for Ensuring Continued Safe Plant Operation and Minimizing Requests for Enforcement Discretion During Extreme Weather Conditions”*.
- US-NRC. Incident Response Supplement 2650-2652, *“Hurricane / Severe Weather / Natural Phenomenon Event Response”*.
- US-NRC. IE Bulletin 79-24, *Frozen Lines*.
- US-Licensee report to NRC Regional Administrator in response to NRC IE Bulletin 79-24.
- US-IEEE 622-1979, *“Recommended Practice for the Design and Installation of Electric Pipe Heating Systems for Nuclear Power Generating Plants”*.
- US-NRC Inspection Procedure 71111.01, *“Adverse Weather Protection”*, Abril/2004.

- US-NRC Inspection Procedure 71111.06, “*Flood Protection Measures*”, Enero/2002.
- US-NRC Inspection Procedure 71714, “*Cold Weather Preparations*”.
- US-NRC. Regulatory Guide 1.102, “*Flood Protection for Nuclear Power Plants*”.

8. ANEXOS

N/A