

## PROCESO DE DETERMINACIÓN DE LA SIGNIFICACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE CONTENCIÓN

<b>Colaboradores</b>	
----------------------	--

<b>Propietarios</b>	Juan Bagüés Somonte		11.04.06
<b>Calidad Interna</b>	Emilio Romero Ros		11.04.06
<b>El Subdirector General</b>	José Ignacio Calvo Molíns		11.04.06
<b>La Directora Técnica</b>	Isabel Mellado Jiménez		12.04.06

### 1. OBJETO

El objeto de este procedimiento es proporcionar una guía para la evaluación del impacto de los hallazgos de las inspecciones en relación con la seguridad de las barreras para preservar la integridad de la contención.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento es de aplicación a todas las inspecciones integradas en el Sistema Integrado de Supervisión de las Centrales (SISC), incluidas las de los inspectores residentes del CSN, en las que se determine la existencia de algún hallazgo que afecte, en cualquier modo de la operación, a la integridad de la contención.

### 3. DEFINICIONES

Además de las incluidas a continuación, aplican de forma general las establecidas en los procedimientos PA.IV.205 y PT.IV.304.

**FGLT (Frecuencia de Grandes Liberaciones Tempranas):** Suma de las frecuencias de aquellos accidentes que ocasionan grandes liberaciones al exterior de la instalación, entendiéndose por tales, aquéllas cuyo contenido supera el 3% de las fracciones del núcleo en inventario de volátiles en el intervalo de 12 horas contando a partir del inicio del accidente.

Fases de determinación de la significación para el riesgo:

- **Fase 1 - Caracterización y cribado inicial de los hallazgos:** Caracterización precisa del hallazgo y cribado inicial de aquellos hallazgos con una significación muy baja para el

riesgo que se van a incluir en el programa de acciones correctivas del propietario de la central.

- **Fase 2 – Bases y resultado preliminar de la significación para el riesgo:** Resultado preliminar de la significación para el riesgo de los hallazgos y desarrollo de las bases para la justificación de los que no se descartaron durante el cribado de la Fase 1.
- **Fase 3 - Justificación y resultado final de la significación para el riesgo:** Revisión y ajuste, según sea necesario, de los resultados de la estimación de la significación para el riesgo de la Fase 2, o desarrollo de cualquier análisis de riesgo, que se encuentre fuera del alcance de esta guía, constituye un análisis de Fase 3 donde se utilizarán técnicas apropiadas de APS y se apoyarán en la experiencia de los analistas de riesgos del CSN.

**Hallazgos condicionales:** Hallazgos de inspección que sólo suponen una degradación de la capacidad de mitigación de la central.

### ABREVIATURAS

ATWS	Transitorio previsto sin parada de emergencia
BWR	Boiling Water Reactor (Reactor de Agua en Ebullición)
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CCW	Component Cooling Water (Agua de Refrigeración de Componentes)
CDF	FDN
ECCS	Emergency Core Cooling Systems (Sistema de Emergencia de Refrigeración del Núcleo)
ETF	Especificaciones Técnicas de Funcionamiento
EOP	Estado de Operacional de la Planta
ESC	Estructura, Sistema o Componente
FDN	Frecuencia de Daño al Núcleo
FGLT	Frecuencia de Grandes Liberaciones
GV	Generador de Vapor
ISLOCA	Interfacing System LOCA (LOCA de Interfase)
IMC	Inspection Manual Chapter (Capítulo del Manual de Inspección)
LERF	FGLT
LOCA	Loss Of Coolant Accident (Accidente de Pérdida de Refrigerante)
LOIA	Loss of Instrument Air (Pérdida de Aire de Instrumentos)
LOOP	Loss Of Offside Power (Pérdida de Energía Eléctrica Exterior)
LORHR	Loss of RHR (Pérdida del RHR)
MSIV	Main Steam Isolation Valves (Válvulas de Aislamiento de Vapor Principal)
PWR	Pressurize Water Reactor (Reactor de Agua Presurizada)
RCS	Sistema de Refrigeración del Reactor
RHR	Residual Heat Removal (Evacuación del Calor Residual)
RM	Regla de Mantenimiento
RPV	Reactor Pressure Vessel (Vasija a Presión del Reactor)
SBO	Station BlackOut (Pérdida Total de Energía)
SCFH	Standard Cubic Feed per Hour (Pie Cúbico Estándar por Hora)

SDP	Significant Determination Process (Proceso de Determinación de la Significación para el Riesgo)
SGTR	Steam Generator Tube Rupture (Rotura de Tubo de un Generador de Vapor)
SLCS:	Standby Liquid Control System (Sistema Líquido de Reserva de Control de Reactividad)
SRV	Safety Relief Valve (Válvula de Alivio y/o Seguridad)
SW	Service Water (Agua de Servicios)
TW	Ventana temporal
TW-E	Ventana temporal inicial, antes de la operación de recarga
TW-L	Ventana temporal final, después de la operación de recarga.

#### **4. NORMATIVA**

La que se describe en el PG.IV.03.

#### **5. RESPONSABILIDADES**

Véanse las establecidas en el procedimiento PA.IV.205.

#### **6. DESCRIPCIÓN**

##### **6.1 INTRODUCCIÓN**

###### **6.1.1 Antecedentes**

Los accidentes de daño al núcleo, que provocan grandes liberaciones fuera de la contención sin mitigación antes de la evacuación efectiva de la población cercana, tienen la potencialidad de producir efectos inmediatos sobre la salud. La frecuencia de todos los accidentes de este tipo se llama frecuencia de grandes liberaciones (FGLT), y su definición se especifica en el apartado 3 anterior. Dichos accidentes incluirían las liberaciones sin filtrar asociadas a los fallos tempranos de la contención.

La relación entre los umbrales de FGLT y CDF que se indican en la Guía Reguladora 1.174 suministran las bases para las caracterizaciones de la significación para el riesgo de la Tabla 6.1. Las caracterizaciones basadas en la FGLT son un orden de magnitud más rigurosas que las basadas en la FDN. Por lo tanto, puede que sea necesario, en algunas circunstancias, caracterizar la significación para el riesgo de los hallazgos de inspección mediante el enfoque basado en la FGLT..

Las bases para el desarrollo de la guía, objeto de este procedimiento se encuentran en el documento IMC-308 Atch 3.

**Tabla 6.1 Significación para el riesgo basada en el  $\Delta$ FGLT frente al  $\Delta$ FDN**

Rango del $\Delta$ de frecuencia reactor / año	SDP basado en $\Delta$ FDN	SDP basado en $\Delta$ FGLT
$\geq 10^{-4}$	Rojo	Rojo
$10^{-4} < X < 10^{-5}$	Amarillo	Rojo
$10^{-5} < X < 10^{-6}$	Blanco	Amarillo
$10^{-6} < X < 10^{-7}$	Verde	Blanco
$< 10^{-7}$	Verde	Verde

Este SDP asigna una categoría de riesgo a los hallazgos de inspección en base a consideraciones de la FGLT. Está diseñado para interactuar directamente con los resultados de la Fase 2 del SDP para los hallazgos de Tipo A, que se deriven del documento PT.IV.301 para situaciones a potencia y del documento PT.IV.304 para situaciones en parada, los cuales sean a la vez contribuyentes importantes a la FGLT. Pero, por otro lado, la guía también trata de aquellos hallazgos relacionados con ESC que no tienen influencia en la determinación de la FDN, pero que pueden afectar a la función de contención, es decir, hallazgos de Tipo B. Es recomendable que los inspectores trabajen conjuntamente con los analistas de riesgos del CSN, siempre que sea necesario, para evaluar los hallazgos de Tipo A y B para las situaciones, tanto de operación a potencia como en parada.

### 6.1.2 Aplicabilidad

Las directrices de este SDP están diseñadas para proporcionar a los inspectores del CSN, a analistas de riesgos del CSN y a la dirección de la CSN un marco probabilista de evaluación, para la identificación de aquellos hallazgos que puedan ser significativos para el riesgo desde la perspectiva de la FGLT. Este documento también debe servir para facilitar la comunicación, en base a la significación para el riesgo, entre el CSN y los propietarios de las centrales. Además, mediante esta guía se identificarán aquellos hallazgos que no requieren mayores esfuerzos por parte del CSN, debido a su baja significación para el riesgo, siempre que los mismos se hayan incorporado al programa de acciones correctoras de los propietarios de las centrales.

### 6.1.3 Condiciones de entrada

Las condiciones de entrada al SDP de integridad de la contención descritas en este documento están relacionadas con:

- Funciones degradadas de equipos de la central que puedan afectar a las frecuencias de los distintos sucesos iniciadores, a la disponibilidad / fiabilidad de los sistemas de mitigación y a la integridad de la barrera RCS (es decir, aspectos que potencialmente puedan aumentar la FDN) y que ya se han evaluado a través de la Fase 2 del SDP que se describen en el documento PT.IV.301 para situaciones a potencia y del documento PT.IV.304 para situaciones en parada.

- Condiciones degradadas que afectan a la integridad de la barrera de contención (que puede aumentar la FGLT sin afectar a la FDN).

Este documento proporciona directrices simplificadas, basadas en el riesgo, para calcular el aumento de la FGLT asociado con los hallazgos de inspección relacionados con actuaciones deficientes de los propietarios de las centrales durante la operación a potencia (véase PT.IV.301, y parada (véase PT.IV.304).

### 6.1.4 Resumen del documento

La guía presentada en este documento se basa en un cierto número de hipótesis y aproximaciones, En el apartado 6.2 se incluyen las precauciones y limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de evaluar los hallazgos de inspección. Las abreviaturas y definiciones usadas en el documento ya se indicaron en el apartado 3 anterior. El apartado 6.3 es un resumen de todo el trabajo realizado. En el apartado 6.4 se presenta el procedimiento para analizar aquellos hallazgos que afectan a la FDN (es decir, hallazgos de Tipo A), y en el apartado 6.5 se presenta el procedimiento para analizar aquellos hallazgos que sólo afecten a la función de integridad de la contención (es decir, hallazgos de Tipo B). En este documento se tratan tanto los hallazgos relacionados con las situaciones de operación a potencia como los relacionados con las operaciones a baja potencia o en parada.

## 6.2 LIMITACIONES Y PRECAUCIONES

Este documento permite obtener una evaluación razonablemente conservadora, a nivel de órdenes de magnitud, de la significación del riesgo de los hallazgos de inspección. La intención del mismo es proporcionar a los inspectores del CSN una herramienta, con la que, fácilmente, se pueda realizar una evaluación rápida de la significación para el riesgo de los hallazgos. Por otra parte, siempre que resulte necesario, se podrá realizar una evaluación más detallada a través de la Fase 3 del SDP.

El procedimiento descrito en este documento incorpora un cierto número de hipótesis y limitaciones entre las que cabe señalar las siguientes:

- Puesto que este SDP se basa en la FGLT, es decir en el riesgo de muertes tempranas, no se tratan en este documento los riesgos de los efectos a largo plazo, tales como las muertes por cánceres latentes, que se estiman en base a la dosis colectiva. Además, se supone que no contribuyen a la FGLT las secuencias en las que se pierde la capacidad de extracción del calor de la contención y progresan, finalmente, hasta el fallo tardío de la misma, por ejemplo secuencias en BWR con pérdida de la capacidad de extracción del calor de la contención. Esto es así ya que el largo plazo que transcurre hasta el fallo tardío de la contención permite contemplar la realización de acciones eficaces de respuesta de emergencia.
- Para la evaluación de la significación sobre el riesgo en las situaciones en parada, sólo se considerará un periodo de ocho días a partir del inicio de la misma. Al cabo de esos ocho días se supone que los isótopos volátiles de corta vida, que son los principales responsables de los efectos tempranos sobre la salud, se han desintegrado lo suficiente como para que un posible hallazgo no contribuya a un aumento de la FGLT. Por otra parte, dentro de esos 8 días, todas las secuencias de daño al núcleo se consideran

candidatas de ser secuencias contribuyentes a la FGLT, ya que no se sabe cuándo podría comenzar la evacuación de la población.

- La determinación del valor de la FGLT depende del diseño, de las peculiaridades y de las características específicas de la central, las cuales pueden variar de unas a otras de forma significativa.
- Para todos los ISLOCA, se supone, conservadoramente, que las vías de escape al exterior no están sumergidas (es decir, la liberación al exterior es filtrada).
- Para todos los SGTR, se supone, conservadoramente, que el secundario está abierto, de forma tal que existe una vía libre no filtrada hacia el exterior de la contención.
- Para aquellos hallazgos que afecten a la función de integridad de la contención (por ejemplo hallazgos de Tipo B), se han tomado unos valores de base para las FDN a potencia a fin de simplificar el cálculo de las variaciones de riesgo. Los valores base que se toman para la FDN a potencia son:  $10^{-4}$ /año para un PWR y  $10^{-5}$ /año para un BWR.
- Se supone, conservadoramente, que una magnitud de fuga por las válvulas de aislamiento de vapor principal (MSIV) en contenciones Mark I equivalente a más de  $283,2 \text{ m}^3/\text{h}$ , es significativa para la estimación de la FGLT.

### 6.3 RESUMEN GENERAL DEL ENFOQUE Y DEL PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SIGNIFICACIÓN PARA EL RIESGO

Las directrices descritas en esta sección proporcionan un nivel de significación (color) a cada hallazgo de inspección en base a la FGLT. Esta guía considera los hallazgos resultantes de actuaciones deficientes del propietario de la central, tanto durante las operaciones a potencia como durante las operaciones de parada. En el apartado 6.3.1 se definen los dos tipos de hallazgos de inspección que potencialmente pueden afectar a la FGLT. En el apartado 6.3.2 se detallan los aspectos de la aproximación general seguida para la evaluación de su significación para el riesgo.

#### 6.3.1 Tipos de hallazgos

Un hallazgo de inspección, asociado con una deficiencia en la actuación del propietario de la central durante las operaciones a potencia y en parada, se caracteriza en base a: su potencial impacto sobre los ESC, la estimación de la duración de la degradación y mediante otras informaciones necesarias para evaluar el impacto sobre la probabilidad de accidente o las barreras de contención. Se consideran dos tipos de hallazgos:

- Hallazgos de tipo A:

Los hallazgos de tipo A son aquéllos que afectando a las probabilidades de las secuencias con daño al núcleo sean también identificados como contribuyentes a la FGLT. Este tipo de hallazgos ya se han evaluado a través de la Fase 2 del SDP descritos en el documento PT.IV.301 para situaciones a potencia y del documento PT.IV.304 para situaciones en parada.

- Hallazgos de tipo B:

Los hallazgos de tipo B están relacionados con una condición degradada que puede tener importantes repercusiones en la integridad de la contención, sin afectar a la FDN. La tabla 6.2 muestra una lista de ESC (asociados con el mantenimiento de la integridad de la contención de diferentes tipos). En la tabla se identifican las implicaciones que estos ESC tienen sobre la FGLT.

### **Proceso de determinación de la significación para el riesgo en función de la FGLT**

La Figura 6.1 describe el flujograma de los hallazgos de inspección típicos. El proceso está diseñado para su uso conjunto con la FDN existente, basada en los cuadernos de inspección de la Fase 2 del SDP específico de la planta. Todos los hallazgos que hayan sido analizados a través de los cuadernos basados en la FDN se evaluarán para averiguar su potencial contribución a la  $\Delta FGLT$  como hallazgos de Tipo A. Los hallazgos que sólo afecten a la función de contención sin afectar a las secuencias de daño al núcleo se analizarán como hallazgos de tipo B.

- Hallazgos de Tipo A

Para hallazgos de tipo A, se usan las directrices del SDP basadas en la FDN para determinar la significación sobre el riesgo según la  $\Delta FDN$ . Si el  $\Delta FDN$  total para el hallazgo es menor de  $10^{-7}$  por reactor/año, entonces se asignará al hallazgo un nivel de significación Verde,

Si el  $\Delta FDN$  total es  $\geq 10^{-7}$  por reactor/año, se realiza un proceso de cribado, mediante el uso de criterios de selección de la FGLT, para evaluar si alguna de las secuencias de daño al núcleo afectadas por el hallazgo puede ser un contribuyente potencial a la FGLT. Si ninguna de las secuencias contribuye a la FGLT no existe aumento del riesgo y se aplica el SDP basada sólo en  $\Delta FDN$ . Si se identifican como contribuyente una o más de las secuencias afectadas, se estimará el  $\Delta FGLT$  y se determinará el aumento en la significación del riesgo basado en la FGLT, tal y como se describe en el apartado 6.4.

- Hallazgos de Tipo B

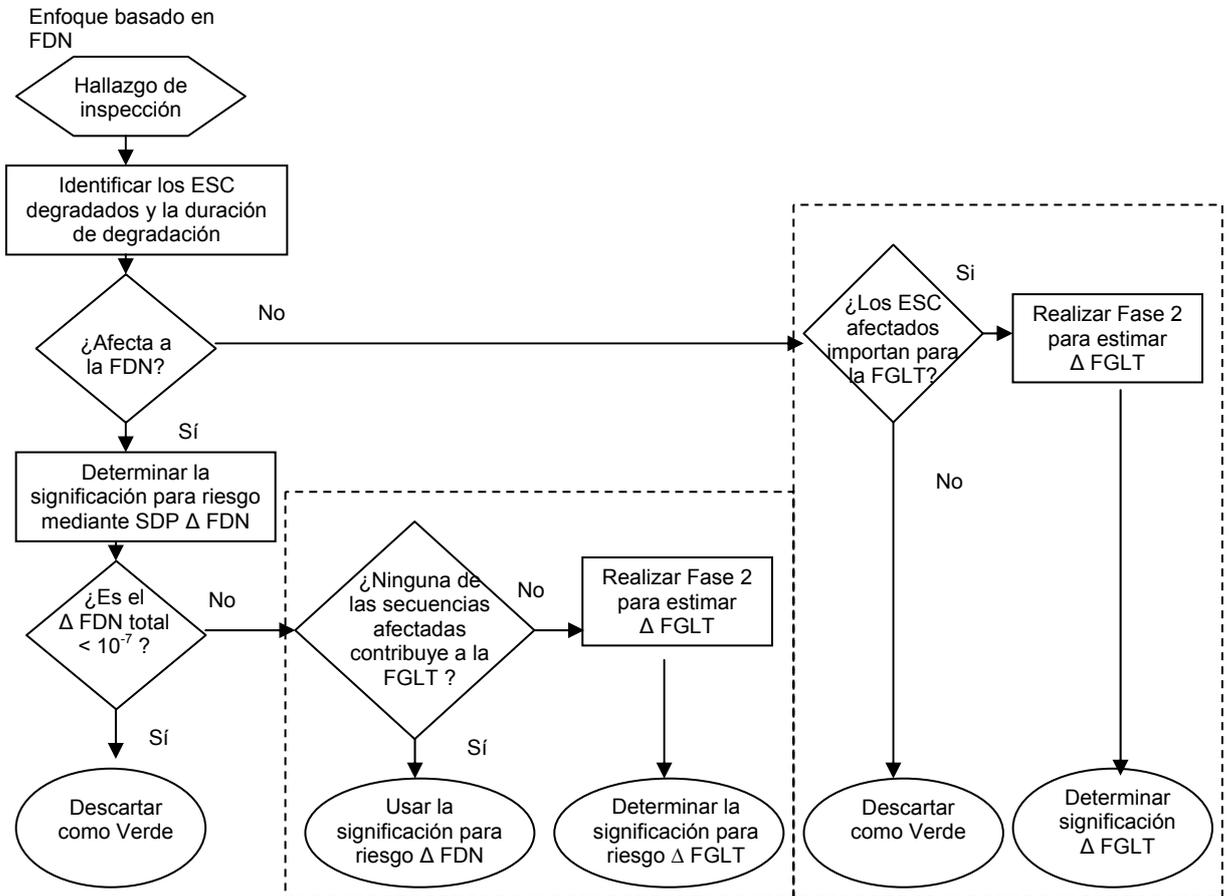
Los hallazgos de Tipo B no tienen ningún impacto sobre el  $\Delta FDN$  y, por tanto, no se analizan a través del SDP basado en FDN. Sin embargo, estos hallazgos pueden ser potencialmente importantes por su contribución al  $\Delta FGLT$  y se les debe asignar una categoría de riesgo apropiada basada en criterios FGLT. Tal y como se muestra en la figura 6.1, se realiza un cribado inicial para determinar si un hallazgo está relacionado con los ESC de la contención (véase la tabla 6.2) o con un estado de la misma que pueda afectar al valor de la FGLT. Si la respuesta es NO, el hallazgo se valora como Verde. Si la respuesta es SÍ, se realiza una evaluación de la significación para el riesgo mediante las directrices del apartado 6.5.

**Tabla 6.2 - ESC relacionados con la contención y considerados por las repercusiones sobre la FGLT<sup>1</sup>**

<b>ESC</b>	<b>Significación sobre la FGLT</b>
<u>Sellos de las penetraciones de la contención:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pozo Seco en Mark I de BWR o Recinto de contención en PWR</li> <li>- Pozo Húmedo en Mark III de BWR</li> </ul>	El fallo de los sellos de las penetraciones, que crean una barrera entre la contención y el exterior, puede ser importante para la FGLT
<u>Válvulas de aislamiento de líneas contención:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que conectan el Pozo Seco de un BWR o la atmósfera del recinto de contención de un PWR con el exterior</li> <li>- Que conectan el RCS al exterior o a sistemas abiertos fuera de la contención</li> <li>- Conectadas a sistemas cerrados dentro/fuera de la contención</li> </ul>	<p>Las líneas grandes que conectan la cámara de aire de la contención con el entorno (p.ej. venteo/purga) pueden contribuir a la FGLT</p> <p>Las líneas pequeñas (diámetro entre 2,54 cm 5,08 cm) y las líneas que se conectan con los sistemas cerrados no suelen contribuir a la FGLT</p> <p>Las válvulas de aislamiento que se conectan con el RCS pueden contribuir al ISLOCA</p>
<u>Válvulas de aislamiento de vapor principal</u>	Una fuga excesiva por las MSIV puede contribuir a la FGLT en secuencias de accidentes de alta presión en BWR Mark I
<u>Rociado de la contención / Pozo Seco de un BWR</u>	El rociado del Pozo Seco en un Mark I y el Rociado de la contención en un Mark III son importantes para evitar la fusión del liner y para mitigar el bypass de la piscina de supresión
<u>Sistemas de inundación de la contención</u>	Son importantes para evitar la fusión del liner en un BWR Mark I
<u>Rociado de la contención y Unidades de Refrigeración en un PWR</u>	Afectan al fallo tardío de la contención y a los términos fuente, pero no a la FGLT
<u>Sistemas de Control de Hidrógeno</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ignitores</li> <li>- Ventiladores de retorno de aire y sistemas de mezcla de hidrógeno</li> </ul>	<p>Importantes para la FGLT en un Mark III</p> <p>No son esenciales para el control de hidrógeno si están disponibles los ignitores</p>

<sup>1</sup> Algunos de los ESC incluidos en la lista afectan a la FDN y a la FGLT.

<b>ESC</b>	<b>Significación sobre la FGLT</b>
<p><u>Sistemas relacionados con la Piscina de Supresión (SP)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes importantes para su integridad y filtrado (p.ej. rompedoras de vacío)</li> <li>- Refrigeración de la piscina de supresión</li> </ul>	<p>Importante para la FGLT en todas las centrales de BWR</p> <p>Afecta al fallo tardío de la contención, pero no a la FGLT</p>
<p><u>Sistemas de filtración</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de tratamiento de reserva de gases</li> <li>- Ventilación de la sala de control</li> </ul>	<p>No son importantes para la FGLT debido a que ya están indisponibles en las secuencias dominantes (p.ej. SBO), su taponamiento ante las altas cargas de aerosoles en los accidentes severos y otras consideraciones.</p>
<p><u>Conjuntos de Elementos Combustibles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidentes de manejo de combustible en las piscinas.</li> <li>- Accidentes de manejo de combustible fuera de las piscinas.</li> </ul>	<p>No son importantes para la FGLT debido a la pequeña cantidad de productos de fisión contenida en un elemento combustible. Además su filtrado por el agua de las piscinas de combustible reduce aun más su impacto.</p>



**Figura 6.1 - Proceso de determinación de significación basada en la FGLT**

## 6.4 PROCEDIMIENTO PARA HALLAZGOS DE TIPO A

El SDP basado en FDN, documento PT.IV.301 para situaciones a potencia y el documento PT.IV.304 para situaciones en parada, proporciona las directrices para la evaluación de la significación para el riesgo de los hallazgos que afectan a la FDN. Esto lleva a la identificación de las secuencias de FDN asociadas con cada hallazgo, a la evaluación del incremento de la frecuencia de cada una de las secuencias contribuyentes y a la determinación de la significación de los hallazgos para  $\Delta$ FDN en base a la contribución conjunta de todas ellas. La evaluación del impacto del hallazgo sobre la FGLT para estas secuencias se realiza a través de este documento.

El apartado 6.4.1 presenta el procedimiento para los hallazgos de Tipo A a potencia y el apartado 6.4.2 presenta el procedimiento para los hallazgos de Tipo A en parada.

### 6.4.1. Enfoque para la evaluación de los hallazgos de tipo A a potencia

Este apartado describe la serie de pasos a seguir (tal y como se muestran en la figura 6.2) para evaluar la significación para el riesgo en base a la FGLT de los hallazgos de Tipo A aplicables a potencia.

#### **Paso 1: Caracterización del hallazgo**

Revisión de las hojas de trabajo de la Fase 2 del SDP específico de la central para el hallazgo, para determinar el  $\Delta$ FDN total y para identificar las secuencias FDN asociadas que puedan contribuir a la FGLT<sup>2</sup>.

#### **Paso 2: Cribado de las secuencias de accidente**

Normalmente, sólo un subconjunto de las secuencias de FDN afectadas por un hallazgo afectará a la FGLT. En IMC-308 Attch. 3, se puede encontrar un análisis más detallado de estas secuencias para cada tipo de contención, el cual se resume a continuación:

#### BWR

- Para las centrales con contención del tipo Mark I, los hallazgos relacionados con ISLOCA, ATWS y accidentes a alta presión del RCS (es decir, transitorios y LOCA pequeños)
- También para las centrales con contención del tipo Mark I, los accidentes en los cuales no hay agua en el suelo de Pozo Seco en el momento de la rotura de la RPV, al margen de que la presión del RCS sea baja o alta, deben evaluarse en la Fase 2, tal y como se indica en la nota 3 de la tabla 6.3.
- Para las centrales con contención del tipo Mark III, los hallazgos relacionados con ISLOCA, transitorios, LOCA pequeños y los escenarios de pérdidas totales energía eléctrica (SBO)

<sup>2</sup> Es posible que para determinadas centrales, el SDP a potencia incluya una columna con los factores de FGLT.

### PWR

- Para las centrales PWR los hallazgos relacionados con ISLOCA y SGTR.

Las categorías de accidente que se descartan en la Fase 1 incluyen:

- LOOP con operación correcta de la CA de emergencia (situaciones de no SBO).
- LOOP con fallo de la CA de emergencia en las que la alimentación se recupera antes del daño al núcleo.

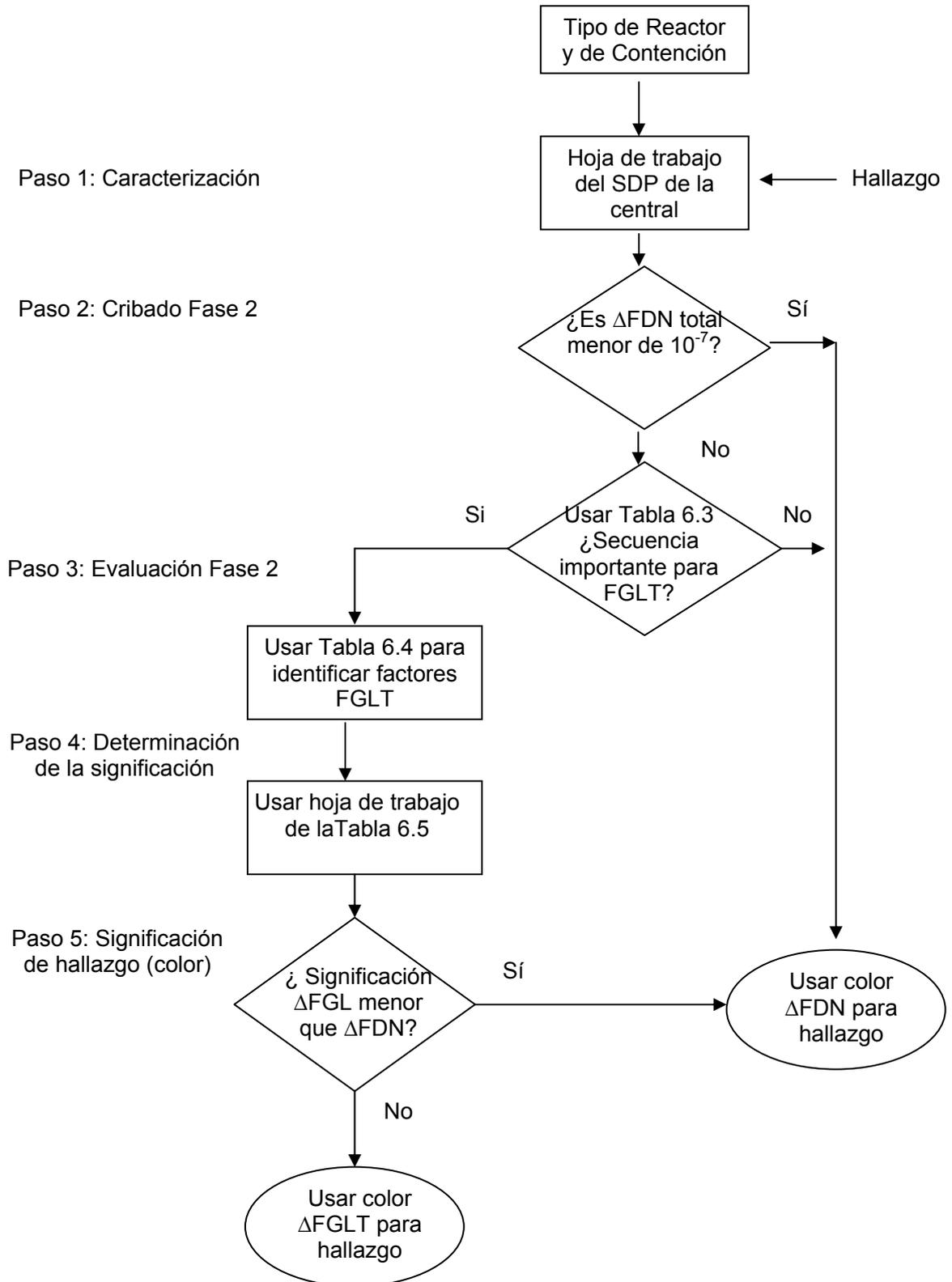
En general, todas las secuencias con daño al núcleo tardío (por ejemplo, secuencias que produzcan daño al núcleo debido a la pérdida de la evacuación de calor de la contención) no contribuirán a la FGLT. Otras secuencias que se descartan se resumen a continuación:

### BWR

- Las secuencias de ATWS no críticos (sin fallo del SLCS) no contribuyen de forma significativa a la FGLT en los reactores con contención Mark III. El fallo de la contención en las secuencias de ATWS se produce a causa de una sobrepresurización gradual de la contención antes del daño al núcleo. Ya que estas secuencias no afectan ni a la integridad del Pozo Seco ni a la de la Piscina de Supresión, las liberaciones se filtran y, por ello, no tendrán lugar grandes liberaciones.

### PWR

- Las secuencias de ATWS no contribuyen de forma significativa a la FGLT en este tipo de centrales. Durante un ATWS en un PWR, la presión de la contención aumenta lentamente y, por tanto, su fallo es tardío. Con la significación para el riesgo determinada por el SDP basado en FDN es suficiente para los escenarios de ATWS en los PWR.
- En los PWR las secuencias de daño al núcleo, tanto a alta como a baja presión (en las que la contención no está bypaseada) no contribuyen de forma significativa a la FGLT. Un conclusión importante aportada por los IPE y otros Análisis Probabilistas de Seguridad es que la probabilidad condicional de fallo temprano de la contención es menor de 0,1 para los escenarios de daño al núcleo con alta presión en el RCS. Si se despresuriza el RCS, esa probabilidad condicional de fallo temprano de la contención es entonces menor de 0,01.



**Figura 6.2 - Guía para la evaluación de significación para el riesgo basada en la FGLT para hallazgos de tipo A aplicables a potencia.**

Las hojas de trabajo de la Fase 2 del SDP específico de la central incluyen información relacionado con las secuencias de FDN que se ven afectadas por el hallazgo, la puntuación asociada con cada una de las ellas y la significación general para la FDN (color) del hallazgo. Esta información se evalúa como sigue:

- Paso 2.1: Si la  $\Delta$ FDN total de las hojas de trabajo de la Fase 2 (es decir, la suma de valor dado a todas las secuencias) es  $<10^{-7}$ /año, la significación para a la FGLT es Verde y no se necesita seguir con la evaluación relacionada con la FGLT. De lo contrario, se continúa con el paso 2.2.
- Paso 2.2: Se comparan las características de todas las secuencias de daños al núcleo de  $\Delta$ FDN  $\geq 10^{-8}$ /año con las de la tabla 6.3 para identificar aquellas secuencias que puedan afectar a la FGLT. Las secuencias individuales con valores que sean  $<10^{-8}$ /año se consideran como poco significativas y no se seguirán evaluando. Sin embargo, las secuencias, que puedan afectar a la FGLT, que tengan valores que sean  $\geq 10^{-8}$ /año (valoración de secuencia de 8 o menos) se evaluarán para averiguar su contribución global a la FGLT. Si ninguna de las secuencias afecta a la FGLT, la significación para el riesgo obtenida de la evaluación de  $\Delta$ FDN se utiliza para la significación del hallazgo y no será necesario realizar más evaluaciones relacionadas con la FGLT. Si se identifican secuencias de  $\Delta$ FDN con potencial para afectar a la FGLT<sup>3</sup>, se continúa con el paso 3.

### Paso 3: Evaluación de Fase 2

Para secuencias que necesitan análisis de Fase 2, la determinación de la significación para el riesgo se realiza mediante los siguientes pasos:

#### Paso 3.1: Determinación del factor de la FGLT

Se identifica mediante la tabla 6.4 el factor de la FGLT asociado con cada una de las secuencias que quedan tras el cribado. Se documentan estas secuencias y los factores de la FGLT asociados, tal y como se indica en el siguiente paso.

#### Paso 3.2: Evaluación de la significación de $\Delta$ FGLT

Se documentan los detalles de la evaluación de la significación de la FGLT mediante la hoja de trabajo correspondiente (tabla 6.5).

En la columna 1 se indica cada secuencia evaluada en la Fase 2, junto con su valor de  $\Delta$ FDN (en la columna 2).

En la columna 3 se documentan las características de la secuencia que la convierten en un contribuyente potencial a la FGLT (p.ej.: presión de RCS, estado del suelo del pozo seco en BWR, etc.).

---

<sup>3</sup> No se le dará extra crédito a las acciones de recuperación del operador de gestión de accidentes severos (p.ej. acciones para despresurizar el RCS o para inundar el Pozo Seco en un Mark I), a no ser que la recuperación se haya modelado de forma explícita en la secuencia de FDN. Se definirá esa recuperación para darle crédito en la Fase 3, si es necesario.

En la columna 4 se documenta el factor de la FGLT (véase el paso 3.1).

En la columna 5 se documenta el resultado de la FGLT. El resultado de la FGLT se calcula multiplicando el valor del resultado del  $\Delta$ FDN (columna 2) por el factor de la FGLT (columna 4). Por ejemplo, si una secuencia tiene un valor de 7 (es decir,  $10^{-7}$ ), y el factor de la FGLT asociado es 0,4, el resultado de la FGLT será  $4 \cdot 10^{-8}$ .

#### **Paso 4: Significación de la FGLT**

Se suman los resultados de todas las secuencias que contribuyen a la FGLT asociadas con el hallazgo y se incluye el resultado total del  $\Delta$ FGLT en el espacio bajo la columna 5 de la tabla 6.5 ya completa. Se determina el valor del resultado de la  $\Delta$ FGLT multiplicando el resultado total por un factor de 3,34 y se usa ese valor para determinar la significación (color) del  $\Delta$ FGLT, por medio de la tabla 6.1.

#### **Paso 5: Significación del hallazgo**

Se compara la significación (color) de FDN con la significación de la FGLT para el mismo hallazgo. La que sea más alta (el color de mayor valor) será la significación preliminar para el riesgo del hallazgo.

---

<sup>4</sup> El factor de 3,3 es una aproximación de la media geométrica de un orden de magnitud. Este factor se usa para justificar que las tres secuencias del mismo color son equivalentes a una secuencia de color de mayor significación. Por ejemplo, tres secuencias blancas de FDN equivalen a una secuencia amarilla.

**Tabla 6.3 Cribado de Fase 1 - Hallazgos de tipo A aplicables a potencia**

Tipo de reactor	Tipo de contención	Atributos de secuencia de accidente relacionados con el hallazgo					
		ISLOCA	SGTR	ATWS	SBO (Nota 1)	Alta presión del RCS (Nota 2)	Todos los demás
BWR	Mark I	Realizar Fase 2	No aplica	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Nota 3
BWR	Mark III	Realizar Fase 2	No aplica	Descartar (nota 5)	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Descartar (nota 4)
PWR		Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Descartar (nota 4)	Descartar (nota 4)	Descartar (nota 4)	Descartar (nota 4)

Nota 1: SBO se define como una secuencia LOOP con pérdida de CA de emergencia y fallo al recuperar la potencia en CA.

Nota 2: Se define de alta presión si es mayor que 17,58 kg/cm<sup>2</sup> (250 psi) en el momento de la rotura de la vasija del reactor. Los transitorios y los LOCA pequeños [tamaño de la rotura equivalente menor de 5,08 cm (2 pulgadas) para BWR y entre 1,9-2,54 cm (0,75-1 pulgadas) para PWR] suelen producir presiones en el RCS de más de 17,58 kg/cm<sup>2</sup> (250 psi) en el momento de rotura de la RPV, si no se produce despresurización manual.

Se considera que una secuencia está a baja presión cuando:

- Hay LOCA grande o intermedio
- Hay secuencias que incluyen despresurización correcta
- La disponibilidad de sistemas a baja presión se cuestiona en la rama de secuencias.
- Se considera que una secuencia está a alta presión cuando:
  - La secuencia incluye fallo de la despresurización.
  - No aplica ninguna de las consideraciones de baja presión identificadas anteriormente.

Nota 3: Se realizará una evaluación de Fase 2 para cualquier secuencia que se espera que progrese hasta la rotura de la vasija del reactor estando su cavidad seca. Por lo tanto, todos los demás transitorios con despresurización correcta del RCS deberían evaluarse. Las secuencias con LOCA en el Pozo Seco o en las que esté en éxito el rociado del Pozo Seco quedan excluidas, ya que garantizan la existencia de agua en el suelo del Pozo Seco. Los grupos de iniciadores de válvula de alivio bloqueada en abierto no garantizan la existencia de agua en el suelo del Pozo Seco.

Nota 4: “Descartar” significa que la secuencia de accidente relacionada con el hallazgo no es significativa para la FGLT y se clasifica como Verde.

Nota 5: “Descartar” sólo para los ATWS no críticos (sin fallo del SLCS).

**Tabla 6.4 Factores de evaluación de Fase 2 - Hallazgos de tipo A aplicables a potencia**

Tipo de reactor	Tipo de contención	Atributos de secuencia de accidente relacionados con hallazgo					
		ISLOCA	SGTR	ATWS	SBO (Nota 1)	Alta presión del RCS (Nota 2)	Baja presión del RCS (Nota 2)
BWR	Mark I	1,0	No aplica	0,3	(Nota 3)	0,6 si el Pozo Seco está inundado	<0,1 si el Pozo Seco está inundado
						1,0 si el Pozo Seco está seco	1,0 si el Pozo Seco está seco
BWR	Mark III	1,0	No aplica	1,0	0,2	0,2	Descartado en Fase 1
PWR		1,0	1,0	Descartado en Fase 1	Descartado en Fase 1	Descartado en Fase 1	Descartado en Fase 1

Nota 1: SBO se define como una secuencia LOOP con pérdida de CA de emergencia y fallo al recuperar la potencia enCA.

Nota 2: La alta presión se define como más de 17,58 kg/cm<sup>2</sup> (250 psi) en el momento de la rotura de la vasija del reactor. Los transitorios y los LOCA pequeños [tamaño de la rotura equivalente menor de 5,08 cm (2 pulgadas) para BWR y entre 1,9-2,54 cm (0,75-1 pulgadas) para PWR] suelen producir presiones en el RCS de más de 17,58 kg/cm<sup>2</sup> (250 psi) en el momento de rotura de la vasija del reactor, si no se produce despresurización manual.

Nota 3: Si el RCS está a alta presión durante la SBO, se aplicarán los factores de la columna de alta presión. Si el RCS está a baja presión durante la SBO, se aplicarán los factores de la columna de baja presión.

Nota 4: Si el RCS está a alta presión durante la SBO, el factor es de 0,3. Si el RCS está a baja presión durante la SBO, se puede descartar el hallazgo.



#### 6.4.2. Enfoque para la evaluación de los hallazgos de tipo A aplicables en parada

Este apartado describe la serie de pasos a seguir (mostrados en la figura 6.3) para evaluar la significación para el riesgo respecto a la FGLT de los hallazgos de tipo A aplicables a parada.

##### **Paso 1: Caracterización del hallazgo**

Paso 1.1: Se revisa la evaluación realizada con el documento PT.IV.304 para identificar las secuencias afectadas por el hallazgo y los EOP y las TW aplicables al hallazgo.

Paso 1.2: Se determina el estado de la contención durante el periodo en el que se produce el hallazgo para cada EOP y TW:

Para BWR con contención del tipo Mark III y PWR, el estado de la contención puede ser abierto o intacto.

Para BWR con contención del tipo Mark I, el estado de la contención puede ser intacto, sin inertizar o abierto.

##### **Paso 2: Cribado de las secuencias de accidente**

Paso 2.1: Para cada escenario de daño al núcleo en parada identificado en el paso 1, se determina si se cumplen las siguientes condiciones:

- El hallazgo se produjo mientras la central estaba en los EOP 1 o EOP 2 iniciales
- El hallazgo se produjo dentro de los ocho días siguientes a la parada

Paso 2.2: Si se cumplen las dos condiciones del paso 2.1, se continúa con el paso 3. De lo contrario, la significación de la FGLT es Verde y no se necesita continuar la evaluación de las consecuencias para la FGLT.

##### **Paso 3: Evaluación de Fase 2**

Para las secuencias que necesitan análisis de Fase 2, la determinación de la significación para el riesgo se realiza mediante los siguientes pasos secundarios:

Paso 3.1: Se determina el factor de la FGLT, mediante la tabla 6.6, para cada escenario de daño al núcleo afectado por el hallazgo, según el estado de contención apropiado.

Paso 3.2: Se documentan los detalles de la evaluación de significación de la FGLT para el hallazgo que se está evaluando, usando para ello la hoja de trabajo de la FGLT (tabla 6.5). En la columna 1 se indica cada secuencia evaluada en la Fase 2, junto con su resultado de FDN (en la columna 2).

Como todas las secuencias de daño al núcleo son contribuyentes potenciales a la FGLT, la columna 3 puede dejarse en blanco.

En la columna 4 se documenta el factor de la FGLT (véase el paso 3.1).

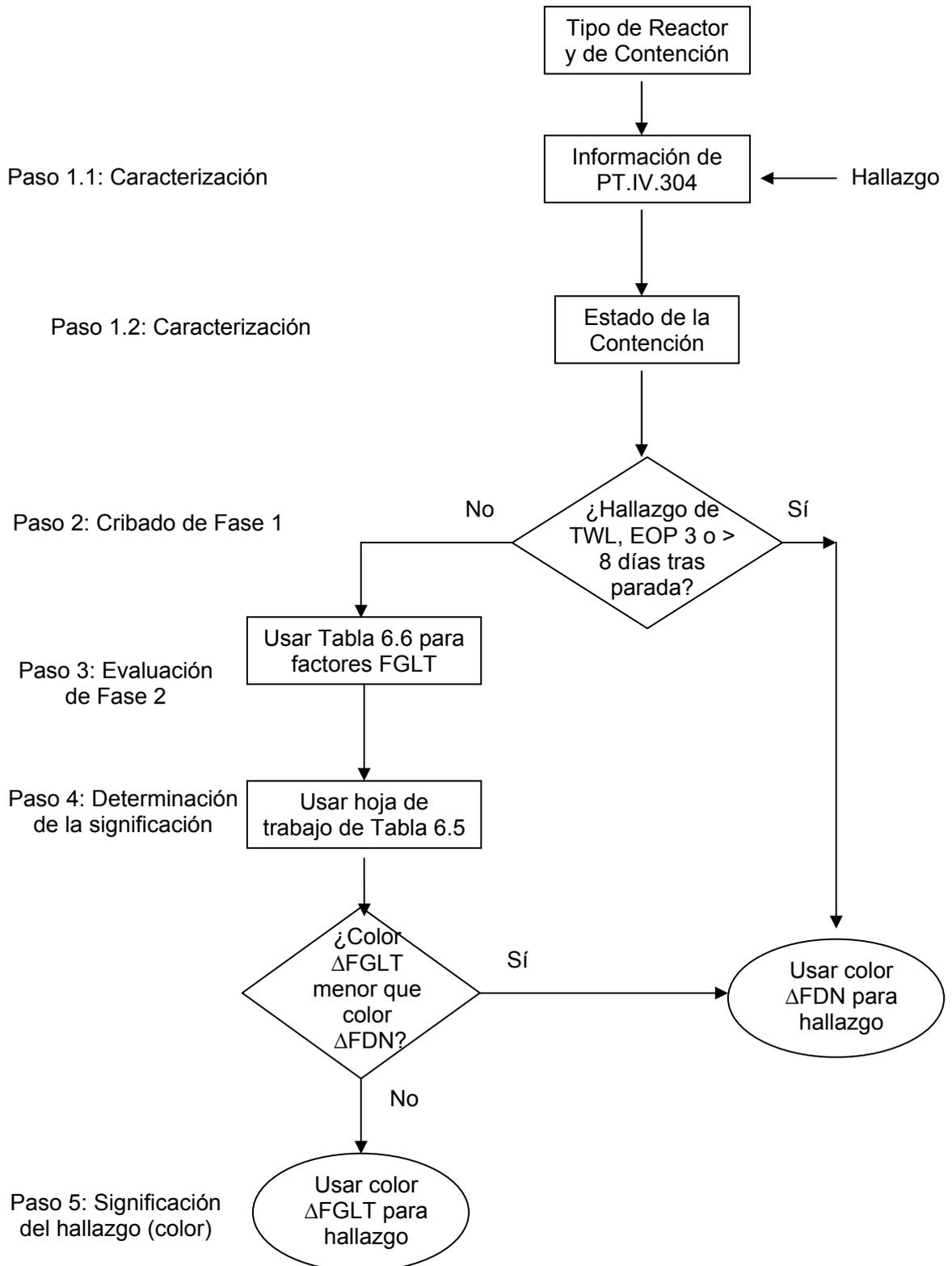
En la columna 5 se documenta el resultado de la FGLT. Ese resultado se calcula multiplicando el valor del resultado de  $\Delta FDN$  (columna 2) por el factor de la FGLT (columna 4). Por ejemplo, si una secuencia tiene un valor (x) de 7 (es decir,  $10^{-7}$ ), y el factor (F) de la FGLT asociado es 0,2, el resultado de la FGLT será  $0,2 \cdot 10^{-7}$ , es decir  $2 \cdot 10^{-8}$ .

#### **Paso 4: Significación de la FGLT**

Se suman los resultados de todas las secuencias que contribuyen a la FGLT asociadas con el hallazgo que se evalúa, y se incluye el resultado total del  $\Delta FGLT$  en el espacio bajo la columna 5 de la tabla 6.5 ya completa. Se determina el  $\Delta FGLT$  multiplicando el resultado total por un factor de 3,3 (ver nota al pie 3 anterior) y se usa este valor numérico para determinar la significación (el color) del  $\Delta FGLT$ , por medio de la tabla 6.1.

#### **Paso 5: Significación del hallazgo.**

Se compara la significación (el color) de la FDN con la significación de la FGLT para el mismo hallazgo. La significación (el color) de valor más alto será la significación preliminar para el riesgo del hallazgo.



**Figura 6.3 - Guía para la evaluación de significación para el riesgo basada en la FGLT para hallazgos de tipo A aplicables en parada**

<b>Tabla 6.6: Factores de evaluación de Fase 2 - Hallazgos de tipo A aplicables en parada</b>			
<b>Tipo de reactor / contención</b>	<b>Estado de la contención (Nota 1)</b>	<b>Secuencia de accidente relacionado con el hallazgo</b>	
		<b>El hallazgo ocurre en EOP 1 o EOP 2 iniciales, dentro de los ocho días posteriores a la parada</b>	<b>Todos los demás</b>
BWR Mark I	Sin inertizar	1,0	Descartada
BWR Mark III	Intacta	0,2 - si los ignitores no están disponibles (Nota 2)	Descartada
		Descartada - si los ignitores están disponibles (Nota 3)	
PWR	Intacta	Descartada (Nota 3)	Descartada
Todos	Abierta	1,0	Descartada
<p>Nota 1: A los efectos de este procedimiento y con independencia de los requisitos de las ETF y de las acciones que se requieran para su cumplimiento se considera que una contención intacta es aquella en la que la que la central tiene: (1) cerradas todas las penetraciones de la contención con una sola barrera o que puede cerrarse a tiempo para controlar la liberación de material radiactivo, y (2) puede mantener la capacidad de presión diferencial de la contención necesaria para permanecer intacta tras un accidente severo en parada. Cuando el RCS está abierto, una contención intacta significa que la contención puede volver a cerrarse antes de la ebullición del RCS.</p> <p>Una contención no inertizada es aquella en la que no se cumplen los límites de la concentración de oxígeno de la contención primaria definidos en la especificación.</p>			
<p>Nota 2: No existen especificaciones para ignitores que estén operativos durante la parada. Sin embargo, es posible recuperar los ignitores mediante la acción del operador, en cuyo caso el hallazgo podría descartarse (es decir, no es significativo para la FGLT).</p>			
<p>Nota 3: Para descartar el hallazgo, el inspector debe verificar que los planes de la central para el cierre de la contención tienen en cuenta: 1) el tiempo hasta la ebullición en caso de una pérdida de inventario del RCS con una disminución de ese tiempo, respecto al tiempo para el caso de la pérdida del tren de operación del RHR. (NOTA: la selección del tiempo para ebullición basada en el nivel del RCS al fondo de la rama caliente sirve cumplir con el requisito) y 2) una pérdida potencial de la alimentación externa y una pérdida total de CA.</p>			

## 6.5. PROCEDIMIENTO PARA HALLAZGOS DE TIPO B

Los hallazgos de tipo B no tienen impacto directo en la probabilidad de daño al núcleo, pero pueden tener importantes repercusiones en la integridad de la contención. En este apartado se indica el procedimiento para la evaluación de la significación de la FGLT para hallazgos de tipo B. De forma similar al enfoque para hallazgos de tipo A, se emplea un proceso por pasos (figura 6.4), que conduce a una estimación conservadora de la significación de la FGLT. El apartado 6.5.1 muestra el procedimiento para los hallazgos a potencia, y el apartado 6.5.2 para los hallazgos en parada.

### 6.5.1. Enfoque para la evaluación de los hallazgos de tipo B aplicables a potencia

#### **Paso 1: Caracterización del hallazgo**

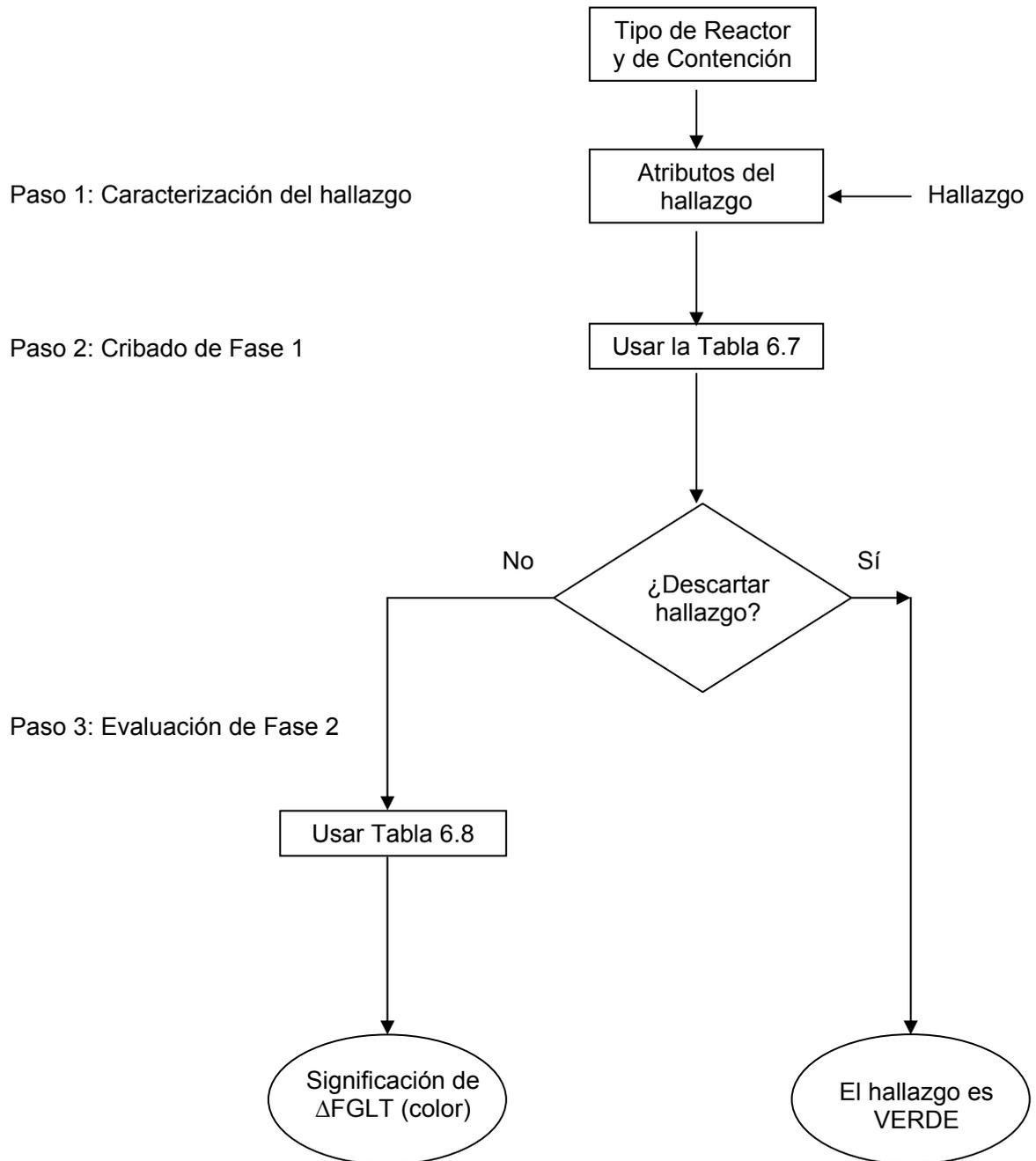
El hallazgo se caracteriza en base a su impacto en la función de la barrera de contención. Se recoge la información necesaria para la determinación de la significación: Los ESC afectados y la naturaleza de la degradación; la duración de la condición degradada (es decir, >30 días, entre 30 y 3 días, y <3 días); información como la magnitud de la fuga o el número y la ubicación de los ignitores de hidrógeno inoperables. El tipo de información necesaria puede deducirse a partir de la tabla 6.7 siguiente.

#### **Paso 2: Cribado del hallazgo**

Se determina si el hallazgo está asociado con un ESC importante para la FGLT, usando para ello la tabla 6.7. Si el hallazgo se descarta, no se necesitan más evaluaciones y se clasifica como Verde. De lo contrario, se continúa con el paso 3 siguiente. Nótese que en la tabla 6.7 se incluye una descripción detallada del hallazgo que se evaluará en el paso 3.

#### **Paso 3: Evaluación de Fase 2**

Se usa la tabla 6.8 para asignar una significación a un hallazgo de tipo B. Para los hallazgos de inspección relacionados con las tasas de fuga (p.ej.: fuga de MSIV, fuga de contención), si la tasa de fuga “as-found” es menor que los valores indicados en la tabla 6.8, el hallazgo es Verde.



**Figura 6.4: Guía para la evaluación de significación para el riesgo basada en la FGLT para hallazgos de tipo B aplicables a potencia**

**Tabla 6.7 Cribado de Fase 1 - Hallazgos de tipo B a potencia**

Tipo de reactor	Tipo de contención	Penetración de la contención, sellos, válvula de aislamiento, sistemas de venteo y purga	Integridad de la piscina de supresión	Fuga de MSIV	Rociado del Pozo Seco / Aspersión de la contención	Ignitores
BWR	Mark I	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	No aplica
BWR	Mark III	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	No <sup>1</sup> aplica	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2
PWR		Realizar Fase 2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Nota 1: Las contenciones Mark III de BWR tienen una válvula de vapor principal (MSIV) de baja fuga y de grado de seguridad fuera de la MSIV exterior.

**Tabla 6.8 Significación para el riesgo de Fase 2 - Hallazgos de tipo B a potencia**

Tipo de reactor	Tipo de contención	Hallazgo	Significación para el riesgo		
			>30 días	30 a 3 días	<3 días
BWR	Mark I	Fuga del Pozo Seco al ambiente >100 % volumen de contención /día a través de los sellos de penetración, las válvulas de aislamiento o los sistemas de venteo y purga de la contención	Amarillo	Blanco	Verde
		Fallo de sistemas /componentes críticos para la integridad /depuración de la piscina de supresión (rompedor de vacío u otros mecanismos de bypass)	Amarillo	Blanco	Verde
		Fuga de la válvula de aislamiento de vapor principal >283 m <sup>3</sup> /h a través de la válvula con mejor sellado de cualquier línea de vapor.	Amarillo	Blanco	Verde
	Mark I	Rociado del Pozo Seco no disponible	Amarillo	Blanco	Verde

**Tabla 6.8 Significación para el riesgo de Fase 2 - Hallazgos de tipo B a potencia**

Tipo de reactor	Tipo de contención	Hallazgo	Significación para el riesgo		
			>30 días	30 a 3 días	<3 días
BWR	Mark III	Fuga del pozo húmedo al ambiente > 1000 % volumen de contención /día a través de los sellos de penetración, las válvulas de aislamiento o los sistemas de venteo y purga de la contención	Blanco	Verde	Verde
		Fallo de sistemas /componentes críticos para la integridad /depuración de la piscina de supresión (regulador de vacío u otros mecanismos de bypass)	Amarillo	Blanco	Verde
		Fallo de múltiples ignitores, de modo que la cobertura se pierda en dos compartimientos adyacentes	Blanco	Verde	Verde
		Aspersión de la contención no disponible	Blanco	Verde	Verde
PWR		Fuga de la contención al ambiente > 100 % volumen de contención /día a través de los sellos de penetración, las válvulas de aislamiento o los sistemas de venteo y purga de la contención	Rojo	Amarillo	Blanco

### 6.5.2. Enfoque para la evaluación de los hallazgos de tipo B en parada

Este apartado suministra la serie de pasos a seguir (como se muestra en la figura 6.5) para evaluar la significación para el riesgo con respecto a la FGLT de los hallazgos de tipo B en parada.

#### **Paso 1: Caracterización del hallazgo**

El hallazgo se caracteriza en base a su impacto en la función de la barrera de contención. Se recoge la información necesaria para determinar su significación, en concreto los ESC afectados y la naturaleza de la degradación, la duración de la condición degradada, si es menor que la parada completa, y si la condición ha existido antes de la parada (durante la operación a potencia) o si pudiese producirse con el cambio de estado de central /contención (p.ej.: al regresar a la operación a potencia) e información como la magnitud de la fuga o el número y ubicación de los ignitores de hidrógeno inoperables. El tipo de información necesaria puede deducirse a partir de la tabla 6.9 siguiente. Además, se identifica cada EOP y cada ventana temporal asociados con el hallazgo.

#### **Paso 2: Cribado de la secuencias de accidente**

##### Paso 2.1 Cribado según EOP y ventana temporal

Se determina si se cumplen las siguientes condiciones:

- El hallazgo se produce en los EOP 1 o EOP 2
- El hallazgo se produce en TW-E
- El hallazgo se produjo dentro de los ocho días siguientes a la parada

Si se cumplen las tres condiciones se continúa con el paso 2.2. Si no, se clasifica el hallazgo como Verde.

##### Paso 2.2 Cribado según el impacto del hallazgo

Se determina si el hallazgo está asociado a un ESC importante para la FGLT mediante la tabla 6.9. La consideración de los puntos A-D (según aplique) facilita el uso de la tabla 6.9.

- A. ¿Tuvo el hallazgo algo que ver con que la central no consiguiera mantener la capacidad de cerrar la contención (mantener intacta la contención) cuando su intención era mantenerla intacta? Esta pregunta sólo aplica a los propietarios con Mark III de BWR y PWR.

Si la respuesta es sí, se pasa a la tabla 6.10, el estado de la contención es “intacto”.

Si no, se continúa con el paso B.

- B. ¿Está relacionado el hallazgo con los ignitores de hidrógeno de una contención Mark III de BWR y la Central mantuvo la contención intacta?

Si la respuesta es sí, se pasa a la tabla 6.10, el estado de la contención es “intacto”.

Si no, se continúa con el paso C.

- C. ¿Ocurrió el hallazgo con la contención desinertizada en un BWR con contención Mark I ?

Si la respuesta es sí, se pasa a la tabla 6.10, el estado de la contención es “sin inertizar”.

Si no, se continúa con el paso D.

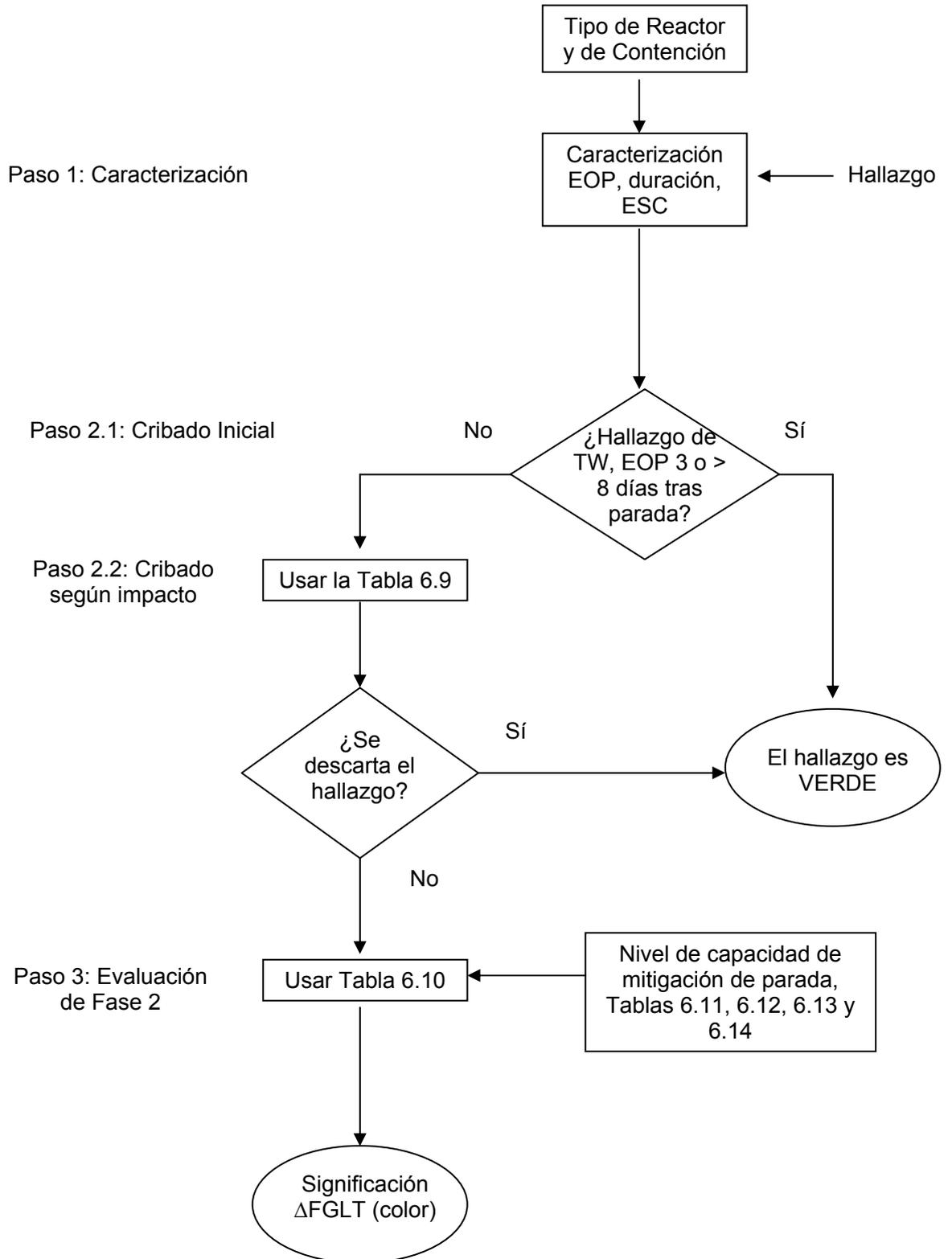
- D. ¿Tuvo la Central la intención de mantener una contención abierta sin la capacidad para volver a cerrarla?

Si la respuesta es si, se pasa a la tabla 6.10. El estado de la contención es abierta.

*NOTA: Si una Central PWR no mantiene intacta la contención durante los EOP 1 y EOP 2 iniciales, esto puede suponer un hallazgo significativo de la Regla de Mantenimiento. Consultas a los analistas de RM del CSN para más información.*

Si no, se descarta el hallazgo.

Si el hallazgo se descarta, se le asigna una significación Verde y no se necesitan más evaluaciones. De lo contrario, se procede al paso 3.



**Figura 6.5: Guía para la evaluación de significación para el riesgo basada en la FGLT para hallazgos de tipo B aplicables en parada**

### **Paso 3: Evaluación de Fase 2**

Se determina si la capacidad de mitigación en parada se asemeja mucho a la de la defensa en profundidad o a la de una capacidad mínima. Para ayudar a realizar esta determinación se usan las tablas 6.11 y 6.12 para BWR o las tablas 6.13 y 6.14 para PWR.

*NOTA: Para PWR, si la capacidad de mitigación no se corresponde con la de las tablas, se escoge entre capacidad en profundidad o mínima según: (1) la disponibilidad de generadores de vapor y (2) la disponibilidad de bombas ECCS y bombas de carga.*

Usar la tabla 6.10 para determinar el color del hallazgo.

*NOTA: Si la duración de un hallazgo de tipo B existe durante menos de ocho horas, el color del hallazgo se reduce en un orden de magnitud.*

*NOTA: Se evaluarán los hallazgos que pudieran haber existido antes de la parada (durante la operación a potencia) o que pudieran afectar a la FGLT al cambiar el estado de la central/contención (p.ej: al regresar a operación a potencia). En caso de que se considerase que el hallazgo afecta a potencia, se deberán usar las directrices del apartado 6.4 para la evaluación.*

**Tabla 6.9 Cribado de Fase 1 - Hallazgos de tipo B en parada**

Tipo de reactor / contención	Estado de la contención (Nota 1)	Sellos de penetración, válvula de aislamiento, sistemas de venteo y purga de la contención	Integridad de la piscina de supresión	Rociado del Pozo Seco / Aspersión de la contención	Ignitores
BWR Mark I	Sin inertizar	No hay hallazgos de tipo B importantes para el $\Delta$ FGLT (Nota 2)			
BWR Mark III	Intacta	Realizar Fase 2	Realizar Fase 2	Descartar (sin importancia para la FGLT)	Realizar Fase 2
PWR	Intacta	Realizar Fase 2	No aplica	Descartar (sin importancia para la FGLT)	No aplica
Todos	Abierta	No hay hallazgos de tipo B importantes para el $\Delta$ FGLT (Nota 3)			

Nota 1: A los efectos de este procedimiento y con independencia de los requisitos de las ETF y de las acciones que se requieran para su cumplimiento se considera que: una contención intacta es aquella en la que la central tiene: (1) cerradas todas las penetraciones de la contención con una sola barrera o que puedan cerrarse a tiempo para controlar la liberación de material radiactivo, y (2) puede mantener la capacidad de presión diferencial de la contención necesaria para que siga intacta tras un accidente grave en parada. Cuando el RCS está abierto, una contención intacta supone que la contención puede volver a cerrarse antes de la ebullición del RCS. Una deficiencia tipo B surge cuando la central pretende tener una contención intacta, pero no puede mantener esa capacidad a causa de una deficiencia. Para contenciones tipo Mark III, la definición de contención intacta aplica a la contención primaria.

Si la central no pretende mantener la contención intacta, la contención está abierta. Si en una central PWR no se está manteniendo la contención intacta durante los EOP 1 y EOP 2 iniciales, esta observación podría ser significativa para el riesgo según la Regla de Mantenimiento, y debería informarse de ella a un analista de RM del CSN.

Una contención sin inertizar es aquella en la ya no se mantienen los límites de concentración de oxígeno de la contención primaria, tal y como se definen en la especificación técnica.

Nota 2: Los hallazgos de tipo B no tendrán importancia para el  $\Delta$ FGLT, ya que la contención no está inertizada y se espera que falle debido a combustiones de hidrogeno, independientemente del hallazgo de tipo B. Sin embargo, los hallazgos que pudieran haber existido antes de la parada o que pudieran causar efecto en la FGLT tras el cambio de estado de la central /contención (p.ej. al regresar a operación a potencia) deberán evaluados.

Nota 3: Los hallazgos de tipo B no tendrán importancia para el  $\Delta$ FGLT, ya que la contención ya está abierta y no puede volver a cerrarse. Sin embargo, los hallazgos que pudieran existir antes de la parada o que pudieran afectar a la FGLT tras el cambio de estado de la central/contención (p.ej.: al regresar a operación a potencia) deberán ser evaluados. Si una central PWR no mantiene la contención intacta durante EOP 1 y EOP 2 iniciales esta observación podría ser significativa para el riesgo según la Regla de Mantenimiento y debería informarse de ella a un analista de RM del CSN.

<b>Tabla 6.10 Significación de riesgo Fase 2 - Hallazgos de tipo B en parada (para TW-E en los que el hallazgo se produce durante los primeros ocho días posteriores a la parada)</b>				
<b>Tipo de reactor / contención</b>	<b>Estado de la contención (Nota 1)</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Significación para el riesgo (Nota 2)</b>	
			<b>Capacidad mínima</b>	<b>Capacidad en profundidad</b>
BWR Mark I	Sin inertizar	Descartado en Fase 1	N/A	N/A
BWR Mark III	Intacta	Fuga de la contención al ambiente > 1000 % volumen de contención /día a través de sellos de penetración, válvulas de aislamiento o sistemas de venteo y purga con integridad de la piscina de supresión (Nota 3)	EOP 1 inicial - Amarillo	EOP 1 inicial - Blanco
BWR Mark III	Intacta	Pérdida de integridad de la piscina de supresión (Nota 4)	EOP 1 inicial - Amarillo	EOP 1 inicial - Blanco
			EOP 2 inicial - Amarillo	EOP 2 inicial - Blanco
BWR Mark III	Intacta	Fallo de múltiples ignitores, de modo que la cobertura se pierde en dos compartimientos adyacentes, siempre que la contención primaria esté intacta	EOP 1 inicial - Blanco	EOP 2 inicial - Verde
			EOP 2 inicial - Blanco	EOP 2 inicial - Verde
PWR	Intacta	Fuga de la contención al ambiente > 100 % volumen de contención /día a través de sellos de penetración, válvulas de aislamiento o sistemas de venteo y purga con integridad de la piscina de supresión	EOP 1 inicial - Amarillo	EOP 1 inicial - Blanco
			EOP 2 inicial - Rojo	EOP 2 inicial - Blanco
Todos	Abierta	Descartado en Fase 1	Verde	Verde

Nota 1: A los efectos de este procedimiento y con independencia de los requisitos de las ETF y de las acciones que se requieran para su cumplimiento se considera que: una contención intacta es aquella en la que la que la central tiene: (1) cerradas todas las penetraciones de la contención con una sola barrera o que puedan cerrarse a tiempo para controlar la liberación de material radiactivo, y (2) puede mantener la capacidad de presión diferencial de la contención necesaria para que siga intacta tras un accidente grave en parada. Cuando el RCS está abierto, una contención intacta supone que la contención puede volver a cerrarse antes de la ebullición del RCS. Una deficiencia tipo B en la actuación surge cuando la central pretende tener una contención intacta, pero no puede mantener la capacidad a causa de una deficiencia. Para contenciones tipo Mark III, la definición de contención intacta corresponde a la contención primaria.

Si la central no pretende mantener la contención intacta, la contención está abierta. Si en una central PWR no se está mantenimiento la contención intacta durante EOP 1 y EOP 2 iniciales, esta observación podría ser significativa para el riesgo según la Regla de Mantenimiento, y debería informarse de ella a un analista de RM del CSN.

Una contención sin inertizar es aquella en la ya no se mantienen los límites de concentración de oxígeno de la contención primaria, tal y como se definen en la especificación técnica de la central.

Nota 2: Los resultados asumen que cada escenario de parada produce una LERF si el propietario no mantiene intacta la contención o si la contención falla debido a una falta de control de hidrógeno en las contenciones Mark III. En el análisis de Fase 3, si la central puede demostrar que los fallos de la refrigeración a largo plazo pueden eliminarse de la FGLT porque ha realizado una evacuación con una refrigeración adecuada a corto plazo, el color del hallazgo se puede reducir.

Cuando se usa esta tabla, no existen factores de duración asociados a los hallazgos en parada. Las FDN genéricas de parada incluyen la frecuencia y la duración en la que se introducen los EOP 1 y 2 por año natural para los reactores PWR y BWR. Para los BWR, se supone que el EOP 1 dura cuatro días y que el EOP 2 dura dos días. Para los PWR, se supone que el EOP 1 dura dos días y que el EOP 2 dura seis días. Si la duración de un hallazgo de tipo B es de menos de ocho horas, el color se reduce en un orden de magnitud.

Nota 3: Tal y como se indica en la Guía Reguladora 1.174, las liberaciones que pasan a través de la piscina pueden filtrarse y no contribuirán a la FGLT. En vez de considerar que la piscina elimina completamente el impacto sobre la FGLT, se le asigna un factor de descontaminación de 10 a la depuración de piscina en el SDP. Este resultado del factor de descontaminación en la tasa de fuga significativa para la FGLT un aumento del 100 % de volumen de contención al día al 1000 % de volumen de contención al día.

Nota 4: Si la piscina de supresión no está disponible, los productos de fisión no se filtrarán y se supone que el vapor generado por el calor de desintegración conduce a una sobrepresurización gradual de la contención y a la necesidad de ventear antes de que la evacuación sea efectiva. Por lo tanto, el hallazgo podría ser significativo para la FGLT aunque la tasa de fuga sea menor del 100 % del volumen de la contención al día.

**Tabla 6.11 BWR con capacidad de mitigación mínima en parada**

FDN total anualizado - Con tapa: $3 \cdot 10^{-6}$ (por año natural)	
FDN total anualizado - Sin tapa: $9 \cdot 10^{-7}$ (por año natural)	
Elemento	Valor
Bombas de RHR	2 (compartidas con ECCS)
Otras bombas de evacuación de calor	0
Bombas de ECCS (de reserva)	2 (compartidas con RHR)
SRV para modo de alivio motorizado	2
Bombas / trenes de CCW	1 tren con 2 bombas
Bombas / trenes de SW	1 tren con 2 bombas
Bombas de aspersión de la contención	0
Agua de incendios	No
Inyección de SW en RCS	No
Camino a piscina de supresión	Sí
Piscina de supresión	Sí
Otras fuentes de agua	No
Otros medios de evacuación del calor residual	No
Fuentes de alimentación externa	2
Generadores Diesel	1
Otras fuentes de alimentación en el emplazamiento	0
Instrumentos de nivel	Sí
Instrumentos de temperatura de la vasija	No
Aislamiento de RHR por bajo nivel	A veces no se usa

**Tabla 6.12 BWR con capacidad de mitigación en profundidad en parada**

FDN total anualizado - RCS con tapa: $2 \cdot 10^{-7}$ (por año natural)	
FDN total anualizado - RCS sin tapa: $4 \cdot 10^{-8}$ (por año natural)	
Elemento	Valor
Bombas de RHR	2 (compartidas con ECCS)
Otras bombas de evacuación de calor	0
Bombas de ECCS	2 (compartidas con RHR)
SRV para modo de alivio motorizado	2
Bombas / trenes de CCW	1 tren con bombas
Bombas / trenes de SW	1 tren con bombas
Bombas de aspersión de la contención	0
Agua de protección contra incendios	Sí

**Tabla 6.12 BWR con capacidad de mitigación en profundidad en parada**

Inyección de SW al RCS	Sí
Caminos a piscina de supresión	Sí
Piscina de supresión	Sí
Otras fuentes de agua	No
Otros medios de evacuación de calor	No
Fuentes de alimentación externa	2
Generadores Diesel	2
Otras fuentes de alimentación en el emplazamiento	0
Instrumentos de nivel	Sí
Instrumentos de temperatura de la vasija	Sí
Aislamiento de RHR por bajo nivel	Siempre

**Tabla 6.13 PWR con capacidad de mitigación mínima en parada**

FDN total anualizado - RCS abierto: $3 \cdot 10^{-5}$ (por año natural)	
FDN total anualizado - RCS cerrado: $3 \cdot 10^{-6}$ (por año natural)	
<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>
Bombas de RHR	2
Otras bombas de evacuación de calor	0
Bombas de ECCS (de reserva)	1
Venteos y control de presión de RCS	Sí
Bombas / trenes de CCW	2 trenes
Bombas / trenes de SW	2 trenes
Bombas de aspersión de la contención (como apoyo a las bombas de RHR)	0
Aportación de gravedad	Sí
Acumuladores	0
Generadores de vapor	Sí
Sumideros de la contención	Sí, pero no siempre fiables
Otras fuentes de agua borada	0
Otros medios de evacuación de calor residual	0
Fuentes de alimentación externa	2
Generadores Diesel	1
Otras fuentes de alimentación en el emplazamiento	0
Instrumentos de nivel	2 parte del tiempo
Instrumentos de temperatura de la vasija	2 parte del tiempo
Aislamiento de RHR nivel 3	A veces no se usa

**Tabla 6.14 PWR con capacidad de mitigación en profundidad en parada**

FDN total anualizado - RCS abierto: $10^{-7}$ (por año natural)	
FDN total anualizado - RCS cerrado: $8 \cdot 10^{-7}$ (por año natural)	
<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>
Bombas de RHR	2
Otras bombas de evacuación de calor	0
Bombas de carga	1
Bombas de ECCS (de reserva)	1
Control de venteos y presión del RCS	Sí
Bombas / trenes de CCW	2 trenes
Bombas / trenes de SW	2 trenes
Bombas de aspersión de la contención	2 como apoyo a las bombas de RHR
Aportación por gravedad	Sí
Acumuladores	0
Generadores de vapor	Sí
Sumideros de la contención	Sí, fiabilidad mejorada
Otras fuentes de agua borada	0
Otros medios de evacuación de calor	0
Fuentes de alimentación externa	2
Generadores Diesel	2
Otras fuentes de alimentación en el emplazamiento	0
Instrumentos de nivel	2 siempre
Instrumentos de temperatura de la vasija	2 siempre

## **7. REFERENCIAS**

1. Guía Reguladora 1.174 “An Approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis.” November, 2002.
2. PRAB-02-01 “Assessment of BWR Main Steam Line Release Consequences”. October 2002.
3. Risk-Informed Inspection Template for a BWR During Shutdown, Draft, NRC, Office of Nuclear Reactor Regulation, August, 2002.
4. Risk-Informed Inspection Template for a PWR During Shutdown, Draft, NRC, Office of Nuclear Reactor Regulation, August, 2002.
5. NRC, Memo from Barret to Haag, SPSB significance Determination Process, 7 de December, 2001.
6. NUREG-1765 “Basis Document for Large Early Release Frequency (LERF) Significance Determination Process (SDP)” Inspection Findings That May Affect LERF. December, 2002.
7. NUREG-1150 “Severe Accident Risks: an Assessment for Five U. S. Nuclear Power Plants”. December, 1990.
8. NUREG-1560 “Individual Plants Examination Program: Perspectives on Reactor Safety and Plant Performance”. December, 1997.
9. NUREG/CR-6595 “An Approach for Estimating the Frequencies of Various Containment Failure Modes and Bypass Events”. January, 1999.
10. NUREG/CR-5432 “The Probability of Liner Failure in Mark-I Containment”. Agosto, 1991.
11. NUREG/CR-6427 “Assessment of the DCH Issue for Plants with Ice Condenser”. April, 2000.
12. NUREG/CR-4330 “Review of Light Water Reactor Regulatory Requirements”. Junio, 1986.
13. NUREG/CR-1493 “Performance- Based Containment Leak-Test Program”. September, 1995.
14. IMC-308 Attach. 3 App. H “IMC 0609 App H Technical Basis Containment Integrity Significance Determination Process For Type A And Type B Findings Full Power And Shutdown Operations”, June 2004.
15. IMC 0609 App H “Containment Integrity Significance Determination Process”, June 2004

16. PT.IV.301 “Proceso de determinación de la significación para situaciones a potencia”.
17. PT.IV.304 “Proceso de determinación de la significación para operaciones en parada.
18. PA.IV.205 “Documentación de las inspecciones del sistema integrado de supervisión de las centrales (SISC)”.
19. PG.IV.03 “Inspección y Control de II.NN”.

## **8. ANEXOS**

N/A