



Programa de Exclusión de Materiales Extraños (FME)



Todos vamos a trabajar cada día con el objetivo de realizar un buen trabajo, nadie quiere cometer errores. Desafortunadamente esto no siempre sucede así. Mientras el ser humano esté implicado en el trabajo, existirán errores, y mientras exista la gravedad, uno de estos errores puede ser la caída de un objeto dentro de un sistema o componente.

Hay muchas maneras de que un material pueda caer dentro de un sistema al que no pertenece. Puede caer por accidente o durante la realización de un trabajo normal, ahora bien, si esto sucede, el material extraño siempre representará un problema para el sistema en el que se ha introducido.

Material Extraño es cualquier elemento que NO forma parte del sistema o tal y como ha sido diseñado. Por ejemplo, suciedad, partes sueltas, alambres, virutas, aceites, disolventes, productos químicos, herramientas, materiales fungibles u otros que pudieran afectar el funcionamiento del sistema o componente.



JAVIER PELÁEZ MORENO

Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial por la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, inicia en el año 1991 su vinculación a la industria nuclear alcanzando en 2006 la Jefatura de Recargas y Modificaciones de Diseño. En la actualidad, desde el 2013, es jefe de Servicios Generales de C.N. Ascó.

MANUEL FOLGUERA MATEO

Ingeniero industrial (especialidad Electricidad) por la ETSI Barcelona, inicia en el año 1982 su vinculación a la industria nuclear como subjefe de Operación en la C. N. Vandellós I. En la actualidad, y desde 2003, es jefe de Mantenimiento de C.N. Ascó.

Las consecuencias de la intrusión de un material extraño pueden poner en riesgo la seguridad de las personas, causar daño a los equipos de planta o provocar grandes pérdidas de producción. Existen varios sucesos en la industria nuclear (daños al combustible, corrosión, fallo de equipos, cambios en la química de la planta, reducción de la transferencia de calor, incremento de la radiación, cambios de las características de los fluidos de los sistemas, etc.) que han provocado una reducción de la seguridad y fiabilidad del sistema, un incremento de costes y un aumento de exposición a la radiación.

Por ello, **evitar la intrusión** de materiales extraños debe ser una de las **responsabilidades** más importantes que debe tener **un profesional nuclear**.

El proceso y las prácticas **para prevenir la introducción** de materiales extraños en los sistemas, equipos o componentes **lo definiremos como Exclusión de Materiales Extraños (FME)**.

El primer programa de buenas prácticas dirigido a mejorar los problemas en este área de intrusión de materiales extraños fue desarrollado por el Institute of Nuclear Power Operations (INPO) en el año 1997, INPO-97-008 *Foreign Material Exclusion (FME) Program*.

Sin embargo, a lo largo de los siguientes años los fallos de combustible y de componentes en las centrales por intrusión de materiales extraños siguieron apareciendo. En algunas centrales, por no tener estándares apropiados para prevenir la intrusión de materiales extraños y en otras, por priorizar la recuperación del material extraño versus la prevención.

Por todo ello, en el año 2007 los dirigentes de las mejores centrales americanas empezaron a adoptar una actitud más proactiva, enfatizando en la prevención del material extraño, reforzando y comunicando sus programas FME y mejorando la formación del personal.

En febrero del año 2011, INPO publicó una nueva guía, INPO 07-008 *Guidelines for Achieving Excellence in Foreign Material Exclusion (FME) Rev.1*, con el fin de ayudar al desarrollo e implementación de programas FME e incorporar las mejores prácticas de la industria usadas para el control de los materiales extraños.

Esta guía es actualmente el patrón de referencia para la central

nuclear Ascó, si bien la planta ya emprendió su primer programa de exclusión de materiales extraños en el año 2006, en virtud del cual el personal debía:

- Reconocer el potencial impacto de una pérdida de los mecanismos de control FME antes de realizar el trabajo.
- Establecer defensas, como parte del plan de trabajo, ayudando a prevenir la intrusión de materiales extraños.
- Preparar contingencias como respuesta a una pérdida de los controles FME.

La exclusión de materiales extraños requiere la involucración de TODOS para ser efectivo, y en especial, es vital la implicación del personal de Mantenimiento para su ejecución exitosa. En este sentido, el Servicio de Mantenimiento de la central nuclear Ascó ha incorporado este proceso en la preparación del paquete de trabajo, ejecución y supervisión, reforzando las expectativas para que todos sus trabajadores conozcan y apliquen las prácticas FME y que sus jefes/supervisores identifiquen y corrijan de forma consistente los comportamientos con riesgo FME.

El PROGRAMA de exclusión de materiales extraños de la central nuclear Ascó, está coordinado por el Departamento de Servicios Generales de Mantenimiento y contiene básicamente:

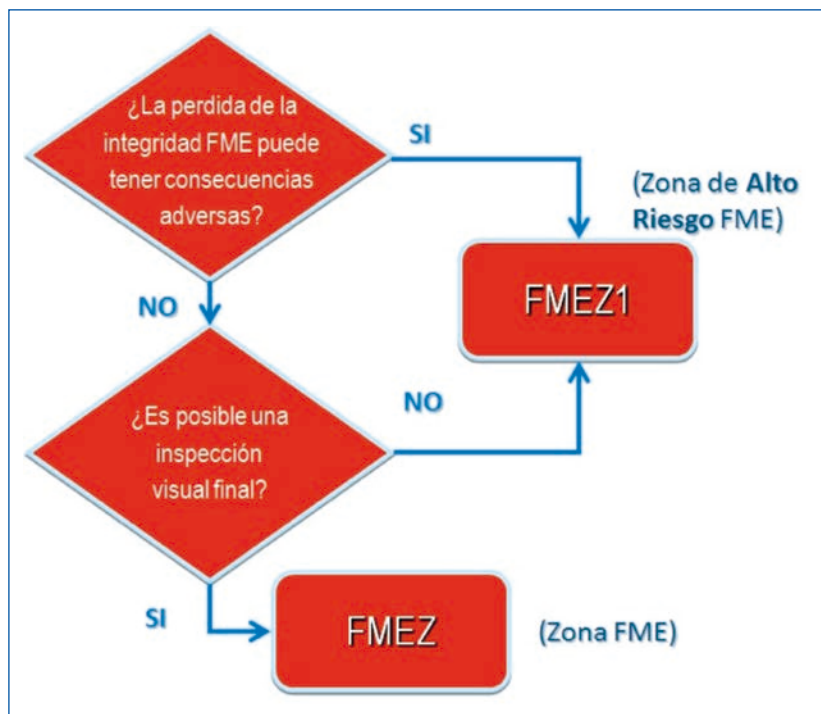
- La identificación de zonas FME.
- Los requisitos de control de las zonas FME que deben realizarse cuando se abre un sistema perteneciente al primario o crítico del secundario.
- La definición de prácticas de trabajo FME focalizadas en la prevención.
- El Uso de barreras de exclusión de materiales extraños.
- La formación eficaz del personal en FME.
- Métodos de medida de la eficacia del programa FME.

1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FME

Cualquier apertura en un sistema o componente hace que sea vulnerable a la intrusión de un material extraño, por lo que se identifican como zonas FME aquellas áreas de trabajo que requerirán la aplicación del Programa FME para prevenir la intrusión de materiales extraños mientras el sistema o componente permanezca abierto.

Existen algunas zonas de planta que están permanentemente abiertas por lo que requerirán una aplicación permanente del programa FME, como la piscina de combustible gastado, la balsa de salvaguardias o las Torres de Salvaguardias, mientras que otras sólo se abren para su mantenimiento o inspección, como el turbogruppo, los generadores de vapor, bombas, válvulas, instrumentos, etc.

Se definen dos tipos de zonas, en función de las consecuencias adversas



que pueda tener un suceso de intrusión de material extraño:

- La **zona FME (FMEZ)**.
- La **zona de alto riesgo FME (FMEZ1)**, entendiendo como consecuencias adversas que puedan causar:
 - Daño a las personas.
 - Daño al combustible.
 - Reducción de la seguridad y fiabilidad de planta
 - Aumento de la duración de recarga.
 - Coste significativo para la recuperación del material extraño.

2. REQUISITOS DE CONTROL DE LAS ZONAS FME

En zonas FME (FMEZ) se requiere la aplicación de las Prácticas de trabajo FME.

En zonas de alto riesgo FME (FMEZ1), además de requerir las Prácticas de trabajo FME, se requerirán controles específicos de registro de entrada/salida de materiales y personas.

3. PRÁCTICAS DE TRABAJO FME

Se definen las siguientes prácticas de Trabajo FME:

- **Revisa el lugar de trabajo.** Se realizará una visita a planta, para identificar el lugar de trabajo y verificar las condiciones donde se realiza dicha tarea, y ver si hay otros trabajos en curso que pudiesen generar entrada de material extraño a nuestro equipo.



- **Orden y Limpieza (HouseKeeping).** Limpia la zona antes de cada apertura y deja la zona más limpia de lo que se ha encontrado. Esta práctica está considerada como el pilar de máxima importancia.
- **Inspecciona las herramientas y los materiales** antes de entrar en la zona FME y entra sólo lo necesario.
- **Cubre todas las aperturas de equipos y sistemas** en los que no se esté trabajando con barreras FME dispuestas al efecto.

- **Amarra las herramientas y materiales** a utilizar en el lugar de trabajo para impedir su caída en apertura de equipos y sistemas. Utiliza cinta aislante cuando no existan herramientas FME adecuadas.
- **Controla los productos químicos utilizados** en trabajos evitando que sean vertidos accidentalmente en el interior de equipos o sistemas. Los productos químicos pueden modificar las características químicas de aceites, refrigerantes, etc.
- **No utilices materiales transparentes** en trabajos donde puedan caer en aperturas de equipos. No utilizar plásticos transparentes en el edificio de combustible ni de contención.
- **Controla la generación de material extraño desprendible** y que se pueda dispersar (polvo, virutas, etc) generado en actividades de mecanizado de componentes y que puede penetrar en motores, apartamente eléctrica paneles de control, tomas de conductos de ventilación, filtros, etc.
- **Al trabajar en cabinas eléctricas y de instrumentación** comprueba que no queda ningún material o herramienta en las cabinas al finalizar el trabajo.
- **Siempre que sea posible los materiales y herramientas** a utilizar en el lugar de trabajo **almacénalos en una zona de acopio creada fuera de la FMEZ.**
- **Vigila la ventilación.** Instala ceramamientos limpios si es necesario.

En Planta

Aplica las prácticas FME

☒ Revisa el lugar de trabajo	☒ Controla la generación de material desprendible
☒ Orden y Limpieza	☒ En cabinas eléctricas comprueba al finalizar que no queda nada dentro
☒ Inspecciona las herramientas y materiales	☒ Acopia los materiales y herramientas fuera de la Zona FME
☒ Cubre las aperturas de equipos y sistemas	☒ Vigila la ventilación
☒ Amarra las herramientas y materiales	☒ Realiza una inspección visual final de cierre
☒ Controla los productos químicos	
☒ No utilices material transparente	

anav



- Realiza una **inspección visual de cierre** como última barrera para verificar la limpieza del sistema o equipo.

4. USO DE BARRERAS DE EXCLUSIÓN DE MATERIALES EXTRAÑOS

Toda apertura realizada en sistema o componente debe cerrarse temporalmente con una barrera física de exclusión mientras dure la apertura.

Son barreras de material extraño: tapones de plástico, cubiertas de nylon, tapas temporales, bolsas de herramientas, dispositivos de sujeción, etc.

5. FORMACIÓN EN FME

La formación de los trabajadores en FME es probablemente el principal factor para mantener un fuerte Programa FME, por ello, la formación juega un papel fundamental en el desarrollo, implementación y continuación de los conocimientos y habilidades del programa FME.

Existen tres módulos de formación diferenciados: uno para el personal permanente, otro para el personal de recarga y otro para los monitores FME (que son los encargados de vigilar que se cumplan los requisitos FME). Además, C.N. Ascó dispone del simulador de Factores Humanos en el que los profesionales entrenan el uso de las prácticas y barreras FME.

6. MEDIDA DE LA EFICACIA DEL PROGRAMA FME

Se dispone de un indicador FME que está basado en una pondera-

ción en función del suceso FME. Para ello, se definen tres tipos de sucesos FME:

➔ Suceso Significativo FME

Se considera "Suceso Significativo FME":

- Accidente con baja.
- Daño al combustible.
- Daño significativo para un equipo de planta.
- Pérdida de carga.
- Suceso notificable de liberación de radioactividad.
- Entra, alargar o exceder una Condición Límite de Operación (CLO).
- Exposición de radiación no planificada mayor de 0,005 Sv.
- Suceso notificable de daño al medioambiente.

➔ Amenaza FME

Se considera "Amenaza FME":

- Podría haberse producido un accidente al personal.
- Podría haberse producido un daño al núcleo.
- Podría haberse producido una pérdida de carga.
- Podría haberse producido un daño significativo a un equipo de planta.
- Intrusión de material extraño en un sistema crítico o relacionado con la seguridad.
- Un suceso que ha causado daño menor a un equipo.
- Inoperabilidad no planificada a un equipo.
- Intrusión de material extraño en evaluación.

- Un material extraño encontrado en una zona FME no registrado o contabilizado.

➔ Condición FME

Se considera "Condición FME":

- Un error administrativo de incumplimiento de formularios de entrada/salida de materiales o personas.
- Cuando no ha habido efectos adversos para el sistema o componente.
- Otros sucesos menores FME de implementación impropia de prácticas FME, comportamientos incorrectos, insuficiente *housekeeping*, etc.

El valor que sirve para calcular el indicador FME es:

Indicador FME = $100 - n$ ($21 \times \text{Sucesos Significativos FME} + 10 \times \text{Amenaza FME} + 1 \times \text{Condición FME}$)
(*n es 1 para una central, 0.5 para dos centrales y 0.33 para 3 centrales*).

Por último, no debemos olvidar que los **requisitos FME** también deben ser **exigidos** a los **fabricantes**, a los **vendedores** y en los **almacenes**: los equipos deben llegar al almacén con los dispositivos FME apropiados y se debe asegurar que los equipos almacenados tienen todos los dispositivos FME intactos, ya que son la primera barrera de exclusión de materiales extraños.

Expectativa de Excelencia: "Se muestra un alto grado de pertenencia al programa de FME por los trabajadores, supervisores y jefes cuando se interioriza, defiende y demuestra en el lugar de trabajo comportamientos que promueven la excelencia en FME". ■