



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

XVIII Congreso
de Confiabilidad

Madrid, 23 y 24 de noviembre de 2016



QAEC
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



EL FACTOR HUMANO EN EL ÁMBITO DE LA SEGURIDAD: HERRAMIENTAS PARA UN CORRECTO MODELADO

Autores: P. Martorell, **I. Martón**, A. Sánchez, S. Martorell, S. Carlos

<https://medasegi.webs.upv.es/inicio/>



CONTENIDO

1. Introducción
2. Análisis de Fiabilidad Humana
3. Caso de Aplicación
4. Conclusiones

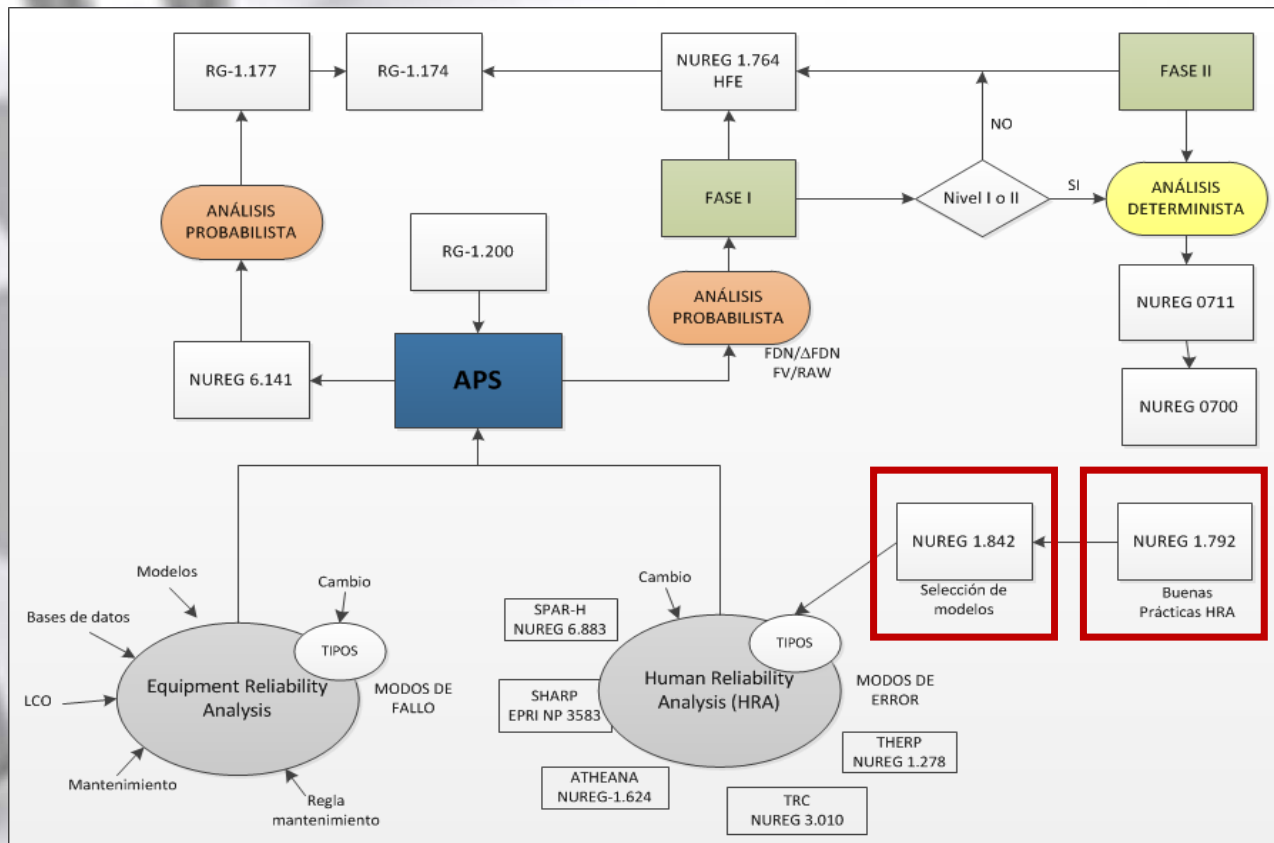
INTRODUCCIÓN

- El factor humano es reconocido actualmente como un importante contribuidor al riesgo de instalaciones e industrias.
- El desarrollo de los métodos de análisis de fiabilidad humana (HRA) ha estado ligado al funcionamiento de la industria nuclear con el fin de evaluar su contribución al riesgo global de una instalación.
- El factor humano contribuye de forma importante en el diseño y la evaluación del riesgo de sistemas complejos de gran envergadura.
- el análisis de fiabilidad humana (HRA) incluido dentro del modelado del análisis probabilista de seguridad (APS) se convierte en una parte integral del moldeo, siendo un marco sistemático para identificar, modelar y cuantificar las acciones de fallos humanos en relación con la operación de una planta.



INTRODUCCIÓN

“Nuclear Regulatory Commission (NRC)”



ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583

1. Acciones relacionadas con pruebas, mantenimientos, calibraciones y realineamientos anteriores al suceso iniciador.
2. Acciones humanas relacionadas con sucesos iniciadores.
3. Acciones humanas que mejoran las condiciones de un accidente mediante una respuesta correcta a los sucesos.
4. Acciones humanas que empeoran las condiciones de un accidente debido a la toma de acciones incorrectas.
5. Mejora de las condiciones de un accidente, en progreso, mediante acciones que no estén específicamente incluidas en los procedimientos



ERRORES DE OMISIÓN (EOO)

ERRORES DE COMISIÓN (EOC)

ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

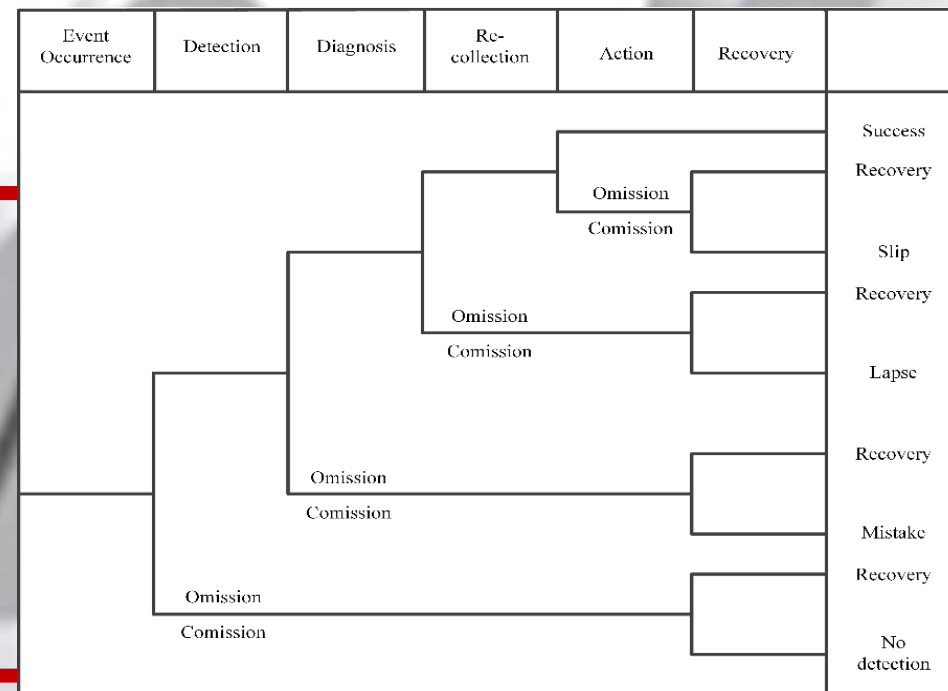
Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583

1. Acciones relacionadas con pruebas, mantenimientos, calibraciones y realineamientos anteriores al suceso iniciador.
2. Acciones humanas relacionadas con sucesos iniciadores.
3. Acciones humanas que mejoran las condiciones de un accidente mediante una respuesta correcta a los sucesos.
4. Acciones humanas que empeoran las condiciones de un accidente debido a la toma de acciones incorrectas.
5. Mejora de las condiciones de un accidente, en progreso, mediante acciones que no estén específicamente incluidas en los procedimientos

ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583

1. Acciones relacionadas con pruebas, mantenimientos, calibraciones y realineamientos anteriores al suceso iniciador.
2. Acciones humanas relacionadas con sucesos iniciadores.
3. Acciones humanas que mejoran las condiciones de un accidente mediante una respuesta correcta a los sucesos.
4. Acciones humanas que empeoran las condiciones de un accidente debido a la toma de acciones incorrectas.
5. Mejora de las condiciones de un accidente, en progreso, mediante acciones que no estén específicamente incluidas en los procedimientos

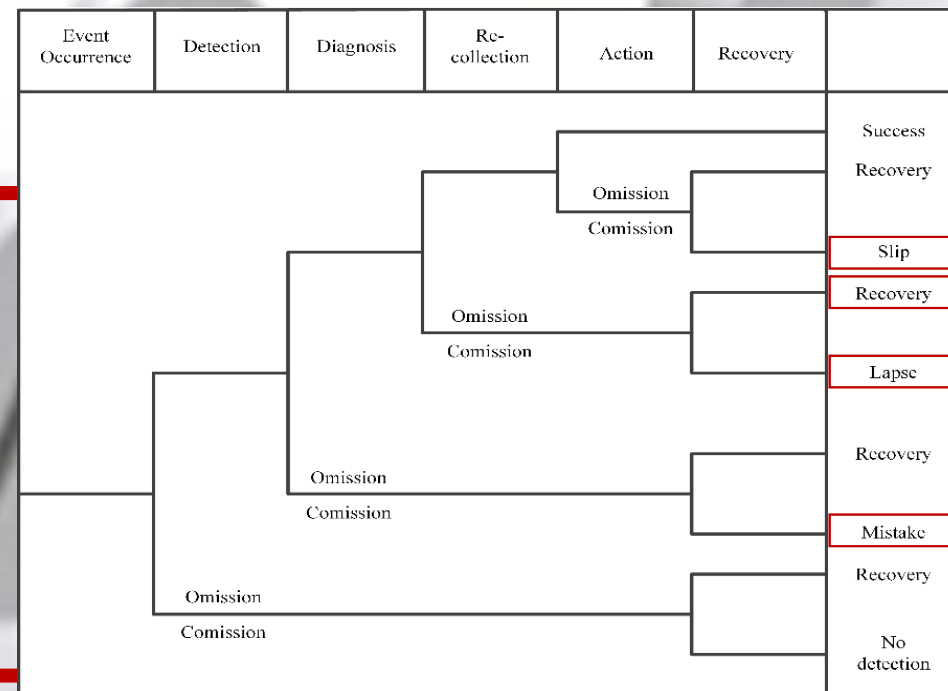


Ejemplo Kumamoto

ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583

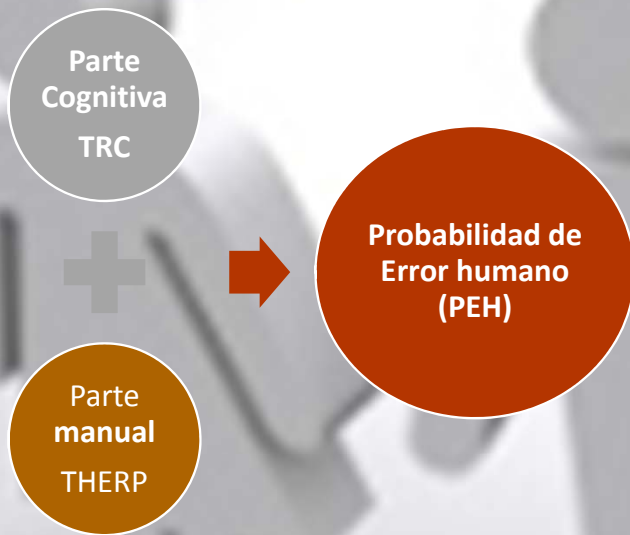
1. Acciones relacionadas con pruebas, mantenimientos, calibraciones y realineamientos anteriores al suceso iniciador.
2. Acciones humanas relacionadas con sucesos iniciadores.
3. Acciones humanas que mejoran las condiciones de un accidente mediante una respuesta correcta a los sucesos.
4. Acciones humanas que empeoran las condiciones de un accidente debido a la toma de acciones incorrectas.
5. Mejora de las condiciones de un accidente, en progreso, mediante acciones que no estén específicamente incluidas en los procedimientos



Ejemplo Kumamoto

ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583



ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA

Marco metodológico SHARP (*Systematic Human Action Reliability Procedure*) EPRI NP-3583

Parte Cognitiva
TRC

Parte manual
THERP

Probabilidad de Error humano (PEH)

- FACTORES DE INFLUENCIA:**
- Procedimientos
 - Entrenamiento y experiencia
 - Interfase hombre/máquina
 - Interrelación Tamaño/Grupo operación
 - Comunicaciones
 - Carga de trabajo
 - Estrés

Tiempo disponible (t)
Parte determinista-
Simuladores

PARTE CONOSCITIVA (Pc)

Modelo SAIC-TRC
APS-MP-303
NUREG/CR-3010

PARTE MANUAL (Pm)

METODOLOGÍA THERP
(Technique for Human Error Rate Prediction)
NUREG/CR-1278

Operaciones a llevar a cabo

PEH

PARTE COGNOSCITIVA (Met. TRC)	PARTE MANUAL (Met. THERP)	Éxito
1-Pc	1-Pm	
	Pm	Fm
Pc		Fc

$$PEH = P_C + (1 - P_C) \cdot P_m$$



CASO DE APLICACIÓN

Comparación de las técnicas THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) y ASEP (Accident Sequence Evaluation Program) para el estudio de la fase manual y el método TRC (Time Reliability Correlations) para la fase de diagnosis, los cuales tienen en cuenta una serie de factores de influencia que modifican los valores base calculados

CASO DE APLICACIÓN

Comparación de las técnicas THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) y ASEP (Accident Sequence Evaluation Program) para el estudio de la fase manual y el método TRC (Time Reliability Correlations) para la fase de diagnosis, los cuales tienen en cuenta una serie de factores de influencia que modifican los valores base calculados

- Si es una acción basada en reglas (acción procedimental) o basada en el conocimiento (no procedimental)
- Si existe ambigüedad en la definición de la acción
- Entrenamiento/experiencia
- Carga de trabajo
- Nivel de estrés
- Procedimientos
- ...

PSF

CASO DE APLICACIÓN

Comparación de las técnicas THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) y ASEP (Accident Sequence Evaluation Program) para el estudio de la fase manual y el método TRC (Time Reliability Correlations) para la fase de diagnosis, los cuales tienen en cuenta una serie de factores de influencia que modifican los valores base calculados

- Si es una acción basada en reglas (acción procedimental) o basada en el conocimiento (no procedimental)
- Si existe ambigüedad en la definición de la acción
- Entrenamiento/experiencia
- Carga de trabajo
- Nivel de estrés
- Procedimientos
- ...

PSF

Datos de la acción considerada

Código	DESCMGATWS
Descripción	Fallo del Operador en la desconexión de la alimentación a los motogeneradores.
Objetivo	Tras señal de disparo del reactor, sin que se produzca, el grupo de operación debe desenergizar los motogeneradores que alimentan el sistema de disparo del reactor
Criterio de éxito	Ejecución exitosa de la parte manual
Acciones críticas	A: Omisión del paso relativo a la desenergización. B: Comisión en la selección de las manetas

RESULTADOS

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción A: Omisión del paso relativo a la desenergización	
<ul style="list-style-type: none">• Tabla 20-8: Probabilidad de error humano en recordar instrucciones no escritas (menos de 5 instrucciones)• Número (7): dos instrucciones de tipo general• Columna b: Probabilidad de fallo de recordar todos los elementos cuando el orden no es importante	<ul style="list-style-type: none">• No se contempla recuperación• Estrés extremadamente alto• Tarea paso a paso
TABLA (20-8)6b= 7E-3	TABLA (8-5)4= 5E-2

RESULTADOS

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción A: Omisión del paso relativo a la desenergización	
<ul style="list-style-type: none">• Tabla 20-8: Probabilidad de error humano en recordar instrucciones no escritas (menos de 5 instrucciones)• Número (7): dos instrucciones de tipo general• Columna b: Probabilidad de fallo de recordar todos los elementos cuando el orden no es importante	<ul style="list-style-type: none">• No se contempla recuperación• Estrés extremadamente alto• Tarea paso a paso
TABLA (20-8)6b= 7E-3	TABLA (8-5)4= 5E-2

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción B: Comisión en la selección de las manetas	
<ul style="list-style-type: none">• Tabla 20-10: Probabilidad de error humano en la lectura y memorizado de la información procedente de los displays• Fila 2: Lecturas y medidores digitales, con un nº de dígitos mayor o igual a 4	<ul style="list-style-type: none">• No se contempla recuperación• Estrés extremadamente alto• Tarea paso a paso
TABLA (20-10)2 = 3E-3*2 (nº de manetas)	TABLA (8-5)4= 5E-2*2 (nº de manetas)

RESULTADOS

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción A: Omisión del paso relativo a la desenergización	
<ul style="list-style-type: none"> Tabla 20-8: Probabilidad de error humano en recordar instrucciones no escritas (menos de 5 instrucciones) Número (7): dos instrucciones de tipo general Columna b: Probabilidad de fallo de recordar todos los elementos cuando el orden no es importante 	<ul style="list-style-type: none"> No se contempla recuperación Estrés extremadamente alto Tarea paso a paso
TABLA (20-8)6b= 7E-3	TABLA (8-5)4= 5E-2

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción B: Comisión en la selección de las manetas	
<ul style="list-style-type: none"> Tabla 20-10: Probabilidad de error humano en la lectura y memorizado de la información procedente de los displays Fila 2: Lecturas y medidores digitales, con un nº de dígitos mayor o igual a 4 	<ul style="list-style-type: none"> No se contempla recuperación Estrés extremadamente alto Tarea paso a paso
TABLA (20-10)2 = 3E-3*2 (nº de manetas)	TABLA (8-5)4= 5E-2*2 (nº de manetas)

MÉTODO THERP	Método ASEP
Dependencia : no se considera (debido a la premura del tiempo)	Dependencia : no se considera (debido a la premura del tiempo)
Factor de STRESS	
<ul style="list-style-type: none"> Operador con experiencia (> 6 meses) Estrés extremadamente alto 	
Factor de Error	
TABLA (20-16)6 = 5	

RESULTADOS

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción A: Omisión del paso relativo a la desenergización	
<ul style="list-style-type: none"> Tabla 20-8: Probabilidad de error humano en recordar instrucciones no escritas (menos de 5 instrucciones) Número (7): dos instrucciones de tipo general Columna b: Probabilidad de fallo de recordar todos los elementos cuando el orden no es importante 	<ul style="list-style-type: none"> No se contempla recuperación Estrés extremadamente alto Tarea paso a paso
TABLA (20-8)6b= 7E-3	TABLA (8-5)4= 5E-2

MÉTODO THERP	Método ASEP
Acción B: Comisión en la selección de las manetas	
<ul style="list-style-type: none"> Tabla 20-10: Probabilidad de error humano en la lectura y memorizado de la información procedente de los displays Fila 2: Lecturas y medidores digitales, con un nº de dígitos mayor o igual a 4 	<ul style="list-style-type: none"> No se contempla recuperación Estrés extremadamente alto Tarea paso a paso
TABLA (20-10)2 = 3E-3*2 (nº de manetas)	TABLA (8-5)4= 5E-2*2 (nº de manetas)

MÉTODO THERP	Método ASEP
Dependencia : no se considera (debido a la premura del tiempo)	Dependencia : no se considera (debido a la premura del tiempo)
Factor de STRESS	
<ul style="list-style-type: none"> Operador con experiencia (> 6 meses) Estrés extremadamente alto 	
Factor de Error	
TABLA (20-16)6 = 5	

Probabilidad de error humano para 1FOCAATWSH según el método THERP

$$FA = 7E-3 * 5 = 3.5E-2$$

$$FB = 3E-3 * 2 * 5 = 3E-2$$

$$PEH = FA + FB = 6.5E-2$$

Probabilidad de error humano para 1FOCAATWSH según el método ASEP

$$FA = 5E-2$$

$$FB = 5E-2 * 2 = 1E-1$$

$$PEH = FA + FB = 1.5E-1$$



CONCLUSIONES

En este trabajo se expone un caso de aplicación extraído de una acción humana crítica descrita en un procedimiento de operación de una central nuclear.

El análisis expuesto realiza un análisis de distintas técnicas de análisis de fiabilidad humana, resaltando las divergencias en la cuantificación del mismo en función del detalle y del propósito de cada técnica.

El caso planteado corrobora las mejoras que suponen una estimación más realista de la probabilidad de error humano desde el punto de vista de los márgenes de seguridad disponibles para actuar.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado forma parte de un Proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad dentro del correspondiente Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad (ENE2013-45540-R) y de las tesis doctorales (BES-2011-043906) y (BES-2014-067602).



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Gracias por vuestra atención
ismarllu@upv.es