



# ***L10. Descripción de la Severidad de las Potenciales Consecuencias (II).***

**Organismo Internacional de Energía Atómica**



## OBJETIVOS.

**Identificar los elementos de la evaluación de seguridad que incluye un enfoque probabilístico basado en la estimación de riesgos:**

- Magnitud de las Consecuencias.
- Análisis de las defensas.
- Métodos de estimación de Riesgos.
- Gestión de Riesgos – Toma de Decisiones.

**Lección aprendida de los accidentes:** *pocas veces los accidentes ocurren debido a un único suceso*

para llegar a una  
exposición accidental  
debe ocurrir un **suceso**  
**iniciador** y una  
**secuencia accidental.**

Fallo de Barrera 1      Fallo de Barrera 5

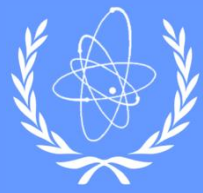
Fallo humano



Fallo de Equipo

Fallo de Barrera 2





# Métodos de estimación de Riesgos



# ESTIMACIÓN DE RIESGO.

Todos los métodos de estimación de riesgo están basados en la ecuación general del Riesgo.

$$R = f \times p \times C$$

**Error Humano  
o Falla de  
Equipos(f)**



**Barreras de  
Seguridad  
(p)**



**Exposición  
Accidental**



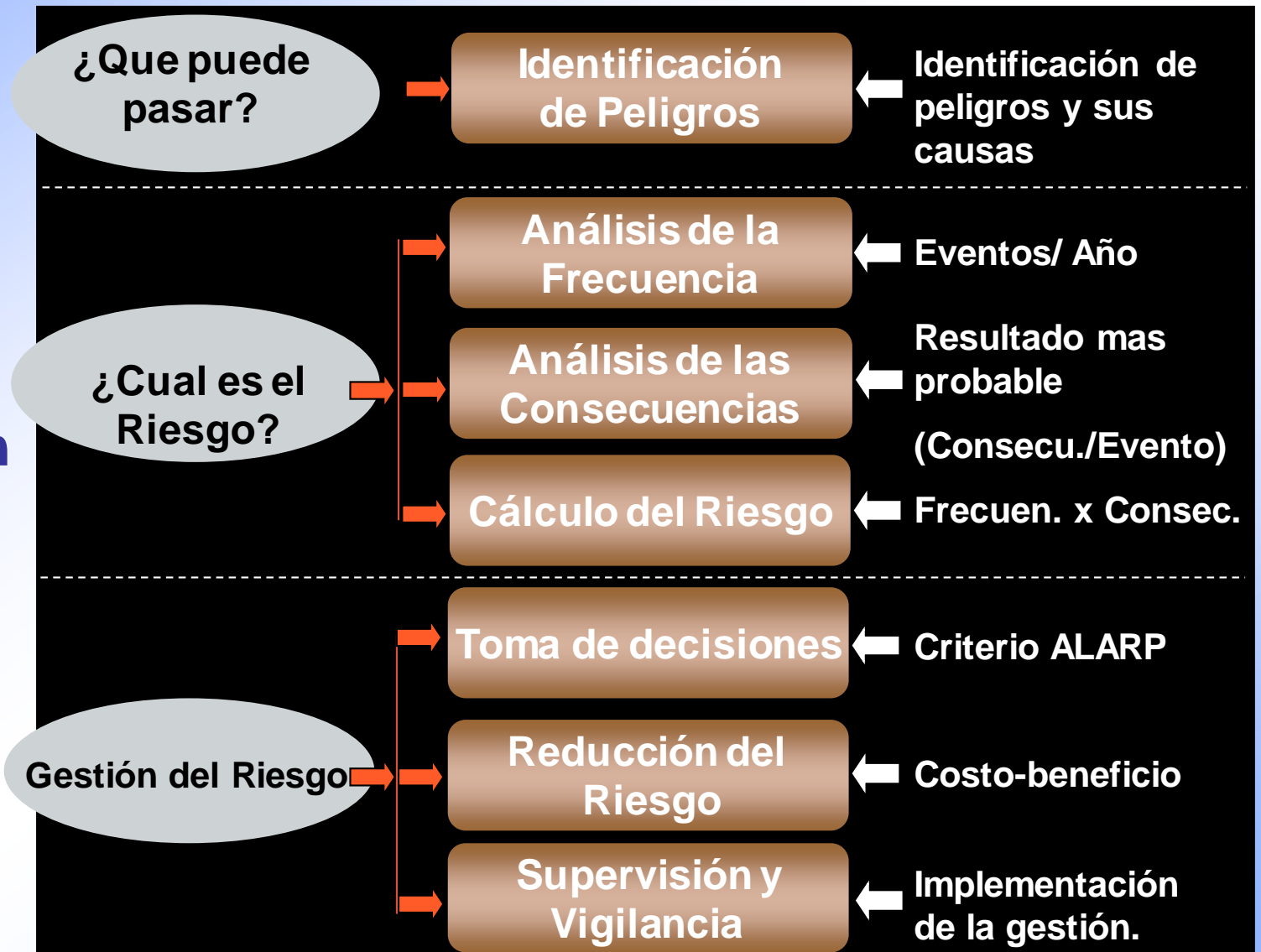
**Consecuencias  
(C)**





# ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## Métodos de Estimación de Riesgo





# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

**La Estimación de Riesgo puede ser realizada utilizando tres enfoques:**

- **Cuantitativo,**
- **Semi-Cuantitativo,**
- **Cualitativo.**

Todos los enfoques implican pasos similares y se puede utilizar cualquiera de las diferentes técnicas que se han desarrollado para implementar cada uno de estos enfoques.



# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## **Métodos Cuantitativos.**

**Utilizan valores numéricos obtenidos de diferentes fuentes (por ejemplo, datos de análisis históricos o experimentales, datos proporcionados por los fabricantes, datos obtenidos de bancos de datos genéricos) y realizan cálculos utilizando modelos matemáticos.**

Cuantifican mediante arboles de eventos o arboles de fallo o mediante Análisis Probabilista de Seguridad (PSA) que se destaca como el método mas completo entre los métodos cuantitativos.





# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## Métodos Cualitativos y Semi-cuantitativos.

Utilizan índices o niveles de probabilidad y gravedad de las consecuencias, combinando información de varias fuentes, algunas de las cuales pueden ser cuantitativas.

El método de Matriz de Riesgo puede ser usado como método cualitativo.

El método de Número de Prioridad del Riesgo (RPN) puede ser usado como método semi-cuantitativo.



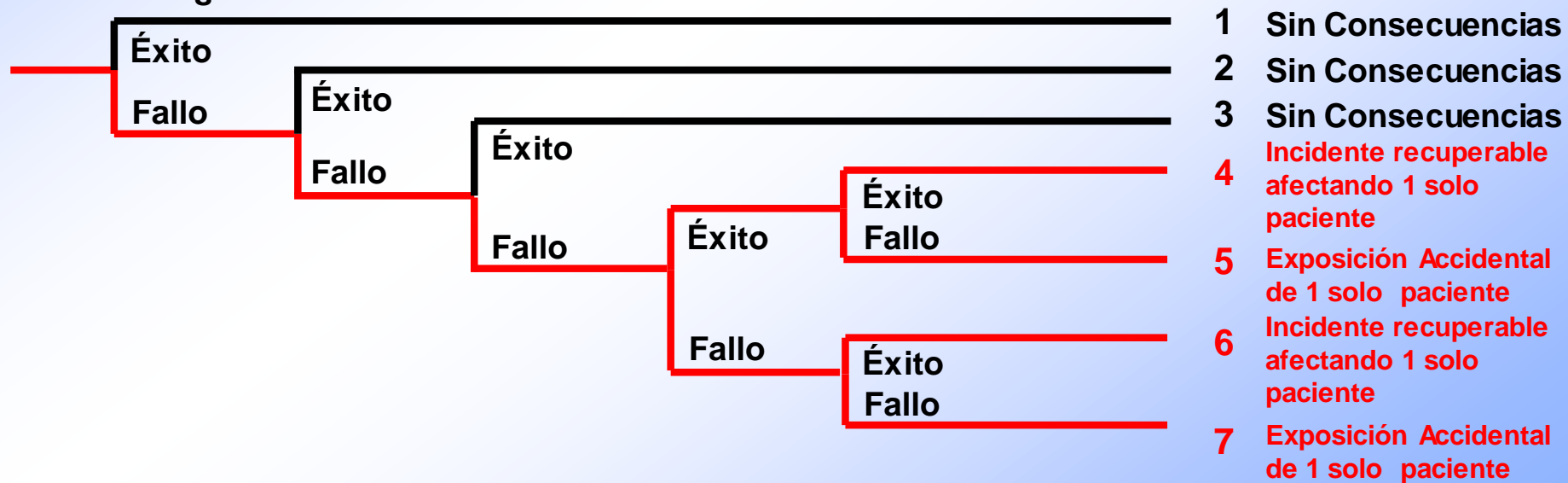
# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

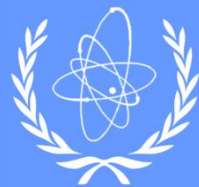
## Ejemplo: Método de árboles de sucesos

**SI: Realización de TAC de simulación con parámetros geométricos erróneos debido a un error humano**

SI	Barrera 1	Barrera 2	Barrera 3	Barrera 4	Barrera 4	# S E C	Consecuencias
	Delineación de volumenes	Conformación PTV en PTD	Imagen Portal en IT	Imagen Portal periódica	Revisión Médica del Paciente		

S





# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## Ejemplo: Método de Matriz de Riesgo.

$f_A$	$P_A$	$C_{MA}$	$R_{MA}$		$f_A$	$P_A$	$C_A$	$R_{MA}$		$f_A$	$P_A$	$C_M$	$R_A$		$f_A$	$P_A$	$C_B$	$R_M$
$f_M$	$P_A$	$C_{MA}$	$R_{MA}$		$f_M$	$P_A$	$C_A$	$R_A$		$f_M$	$P_A$	$C_M$	$R_A$		$f_M$	$P_A$	$C_B$	$R_M$
$f_B$	$P_A$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_B$	$P_A$	$C_A$	$R_A$		$f_B$	$P_A$	$C_M$	$R_M$		$f_B$	$P_A$	$C_B$	$R_M$
$f_{MB}$	$P_A$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_{MB}$	$P_A$	$C_A$	$R_A$		$f_{MB}$	$P_A$	$C_M$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_A$	$C_B$	$R_M$
$f_A$	$P_M$	$C_{MA}$	$R_{MA}$		$f_A$	$P_M$	$C_A$	$R_A$		$f_A$	$P_M$	$C_M$	$R_A$		$f_A$	$P_M$	$C_B$	$R_M$
$f_M$	$P_M$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_M$	$P_M$	$C_A$	$R_A$		$f_M$	$P_M$	$C_M$	$R_M$		$f_M$	$P_M$	$C_B$	$R_M$
$f_B$	$P_M$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_B$	$P_M$	$C_A$	$R_A$		$f_B$	$P_M$	$C_M$	$R_M$		$f_B$	$P_M$	$C_B$	$R_B$
$f_{MB}$	$P_M$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_{MB}$	$P_M$	$C_A$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_M$	$C_M$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_M$	$C_B$	$R_B$
$f_A$	$P_B$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_A$	$P_B$	$C_A$	$R_A$		$f_A$	$P_B$	$C_M$	$R_M$		$f_A$	$P_B$	$C_B$	$R_B$
$f_M$	$P_B$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_M$	$P_B$	$C_A$	$R_A$		$f_M$	$P_B$	$C_M$	$R_M$		$f_M$	$P_B$	$C_B$	$R_B$
$f_B$	$P_B$	$C_{MA}$	$R_M$		$f_B$	$P_B$	$C_A$	$R_M$		$f_B$	$P_B$	$C_M$	$R_B$		$f_B$	$P_B$	$C_B$	$R_B$
$f_{MB}$	$P_B$	$C_{MA}$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_B$	$C_A$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_B$	$C_M$	$R_B$		$f_{MB}$	$P_B$	$C_B$	$R_B$
$f_A$	$P_{MB}$	$C_{MA}$	$R_A$		$f_A$	$P_{MB}$	$C_A$	$R_M$		$f_A$	$P_{MB}$	$C_M$	$R_M$		$f_A$	$P_{MB}$	$C_B$	$R_B$
$f_M$	$P_{MB}$	$C_{MA}$	$R_M$		$f_M$	$P_{MB}$	$C_A$	$R_M$		$f_M$	$P_{MB}$	$C_M$	$R_M$		$f_M$	$P_{MB}$	$C_B$	$R_B$
$f_B$	$P_{MB}$	$C_{MA}$	$R_M$		$f_B$	$P_{MB}$	$C_A$	$R_B$		$f_B$	$P_{MB}$	$C_M$	$R_B$		$f_B$	$P_{MB}$	$C_B$	$R_B$
$f_{MB}$	$P_{MB}$	$C_{MA}$	$R_M$		$f_{MB}$	$P_{MB}$	$C_A$	$R_B$		$f_{MB}$	$P_{MB}$	$C_M$	$R_B$		$f_{MB}$	$P_{MB}$	$C_B$	$R_B$



# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## Ejemplo: Método de Matriz de Riesgo.

**Paso 1: Determinación del listado de Sucesos Iniciares (SI)**

**Se analiza un Suceso Inicial (SI)**

**Paso 2: Estimación de la frecuencia del SI. Clasificación según los niveles establecidos.**

**Paso 3: Evaluación de las consecuencias del SI. Clasificación según los niveles establecidos.**

**Paso 4: Análisis de las defensas existentes para el SI. Diferenciar Barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias. Clasificación según los niveles establecidos**

**Paso 5: Obtención del Riesgo resultante directamente de la matriz**

**Analizar el siguiente SI**



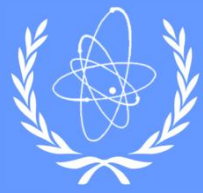
# MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO.

## Ejemplo: Método RPN.

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

El método RPN clasifica cada modo de falla o desviación de acuerdo con las siguientes variables:

- **Severidad (S)**, a cada efecto o consecuencia se le asigna un valor numérico de severidad de consecuencia de 1 a 10. Asignando de 1 a 3 cuando no hay peligro o es menor, de 4 a 6 cuando el peligro es moderado, de 7 a 8 cuando el peligro es alto o significativo y de 9 a 10 cuando el peligro es muy alto o peligroso.
- **Ocurrencia o Frecuencia (O)**, donde se establece la frecuencia de la causa de la falla o desviación, de acuerdo con una escala de 1 a 10. Asignando un número menor a 4 cuando la frecuencia es baja, entre 5 y 8 cuando la frecuencia es moderada y de 9 a 10 cuando la frecuencia es alta.
- **Detección (D)**, representa la probabilidad de que el problema se pueda detectar antes de que se manifiesten las consecuencias, según una escala del 1 al 10. Asignando 1 cuando es muy improbable y 10 cuando no hay medios suficientes para detectar y prevenir las consecuencias.



# Gestión de Riesgo – Toma de decisiones



**La gestión de riesgos, además de identificar y evaluar riesgos, implica también la toma de decisiones sobre cómo debemos actuar contra los riesgos evaluados.**



# GESTIÓN DE RIESGO.

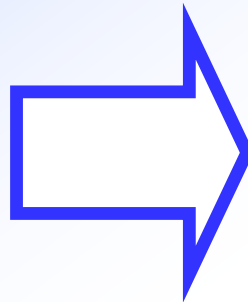
*Comparación de los criterios de Gestión de Riesgo del Método de Matriz de Riesgo y criterios de métodos Cuantitativos.*

	Riesgo Niveles	Trabajador (1/año)	Público (1/año)	Pacientes (1/paciente)
<b>Región Inaceptable</b>	$R_{MA}$ $R_A$	$>10^{-4}$	$>10^{-5}$	$>10^{-6}$ Tipo A $>10^{-4}$ Tipo B
<b>Región Tolerable</b>	$R_B$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-5} - 10^{-7}$	N/A
<b>Región Ampliamente Aceptada</b>	$R_{MB}$	$<10^{-6}$	$<10^{-7}$	N/A





**Riesgo  
Aceptable**



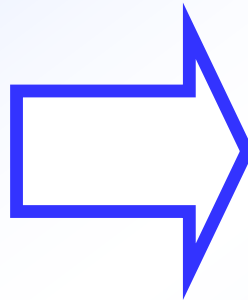
***“No son tomada acciones para controlar el riesgo evaluado.”***

**¿Cuándo se asumen los riesgos?**



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Riesgo  
Aceptable**



***Cuando la  
magnitud del  
Riesgo no es  
significativa***



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Riesgo  
Aceptable**

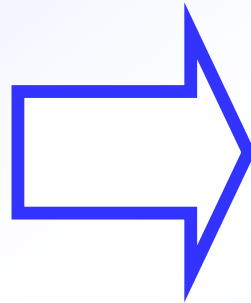
***Cuando no existen  
los recursos***

***Cuando no hay  
alternativas  
tecnológicas para  
proceder.***



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Riesgo  
Aceptable.**

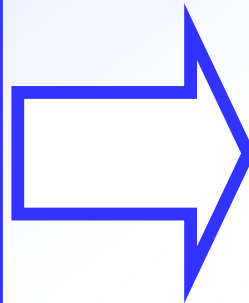


**Implica la disposición de la instalación para aceptar por adelantado las consecuencias.**



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Financiar  
el Riesgo**



***Establecimiento  
de los  
mecanismos para  
la financiación  
total o parcial de  
las pérdidas.***

**¿Cómo?**



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Financiar  
el Riesgo**



***Retener el  
riesgo.***



**Establecer una provisión real de fondos adecuada y suficiente para cubrir las pérdidas esperadas.**



# GESTIÓN DE RIESGO.

**Financiar  
el Riesgo**



***Transferir el  
Riesgo.***



**Acuerdos contractuales con un tercero que asumirá posibles pérdidas en caso de que ocurra el evento planificado (Seguro).**



# GESTIÓN DE RIESGO.

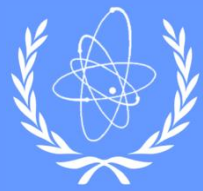
**Proteger  
el Riesgo**



**Para limitar la  
magnitud de las  
consecuencias  
no deseadas.**

**Ejemplo: Plan de Emergencia**





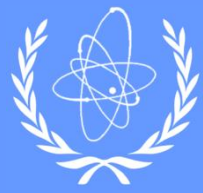
# GESTIÓN DE RIESGO.

**Prevenir  
el Riesgo**



***Actuar sobre la  
causa que  
genera el riesgo.***

**Recuerde: Prevenir actúa sobre las  
amenazas y Proteger actúa sobre las  
consecuencias.**



***GRACIAS***