



**CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD**  
★ **PERÚ** ★



**TOOLBOX**  
SESION

ORGANIZADO POR:





**CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD**  
★ PERÚ ★

# SIMULACIÓN DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

**RAM – RBD**



**TOOLBOX**  
SESION

ORGANIZADO POR:





CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
★ PERÚ ★



# *SIMULACIÓN DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS*

**IVAN DARIO GOMEZ**

*Gerente Técnico*





CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
★ PERÚ ★

# SIMULACIÓN DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

**Disponibilidad Operacional, Confiabilidad de  
Sistemas, Análisis de Riesgo**



# PREMISAS PARA EL ANÁLISIS

- Conocer la Filosofía y Contexto Operacional del sistema productivo (Dependencia Operacionales y Funcionales)
- Determinar la vida útil, tiempos y frecuencias de parada RAM (Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad por Activo)
- Pueden existir dos o mas activos con la misma consecuencia operacional y estrategia de mantención, pero no con la misma vida útil.



# PREMISAS DEL MODELO

- Un bloque puede representar un sistema, subsistema, equipo, componente o modo de falla y se pueden manejar diversos niveles de jerarquía
- Definir a que nivel de jerarquía se desea hacer el análisis.
- Validar la calidad y cantidad de información antes de entrar crear el modelo.
- En la metodología RBD tiene en cuenta la afectación de disponibilidad por:
  - Paradas por Intervenciones Correctivas
  - Paradas por Intervenciones Preventivas y/o Predictivas
  - Paradas por dependencias Operacionales y Funcionales

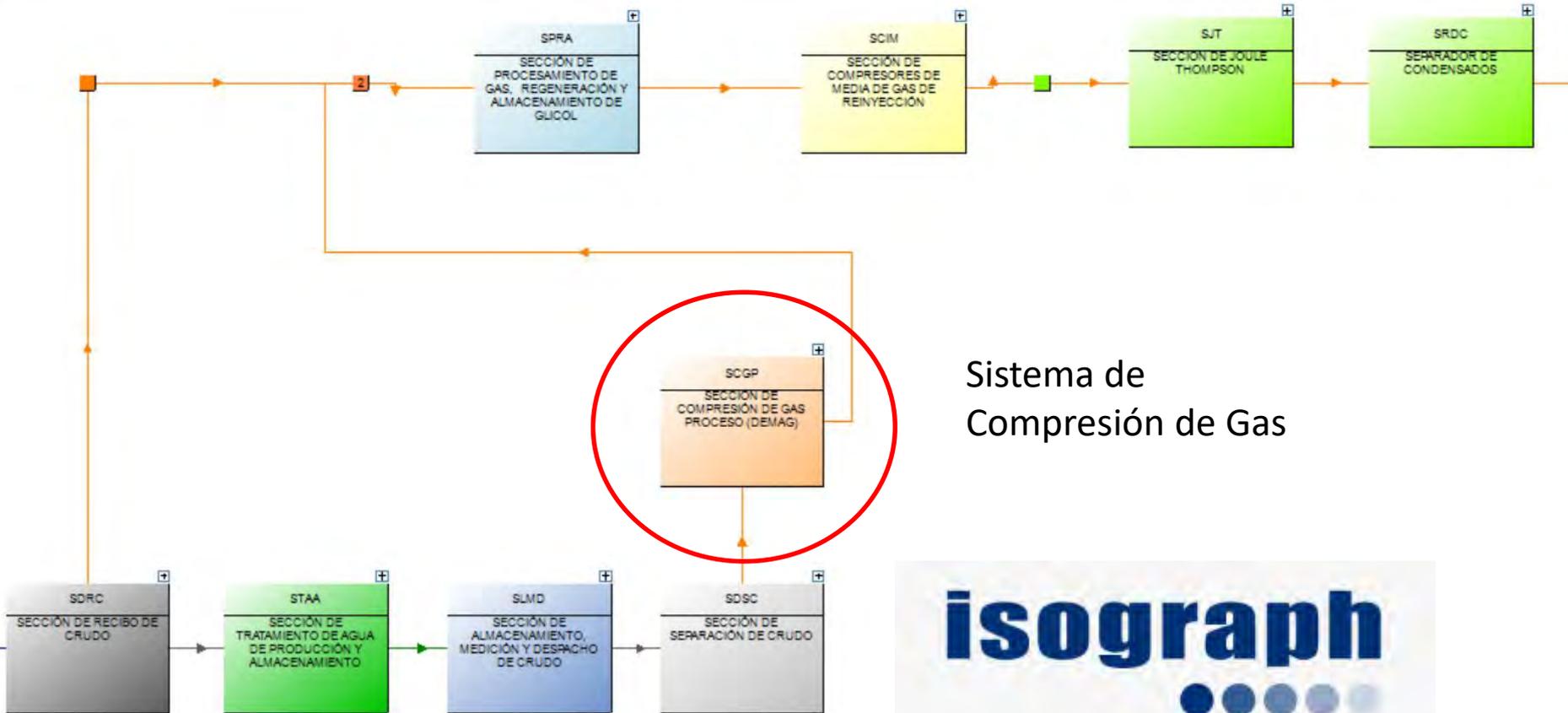


# MODELO PROPUESTO





# RBD - General

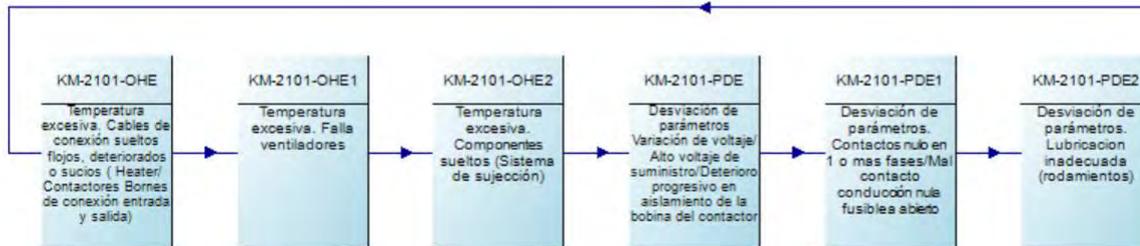
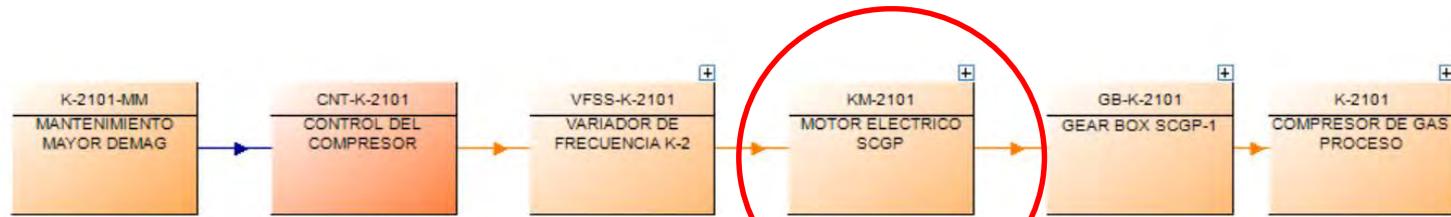


Sistema de  
Compresión de Gas

**isograph**

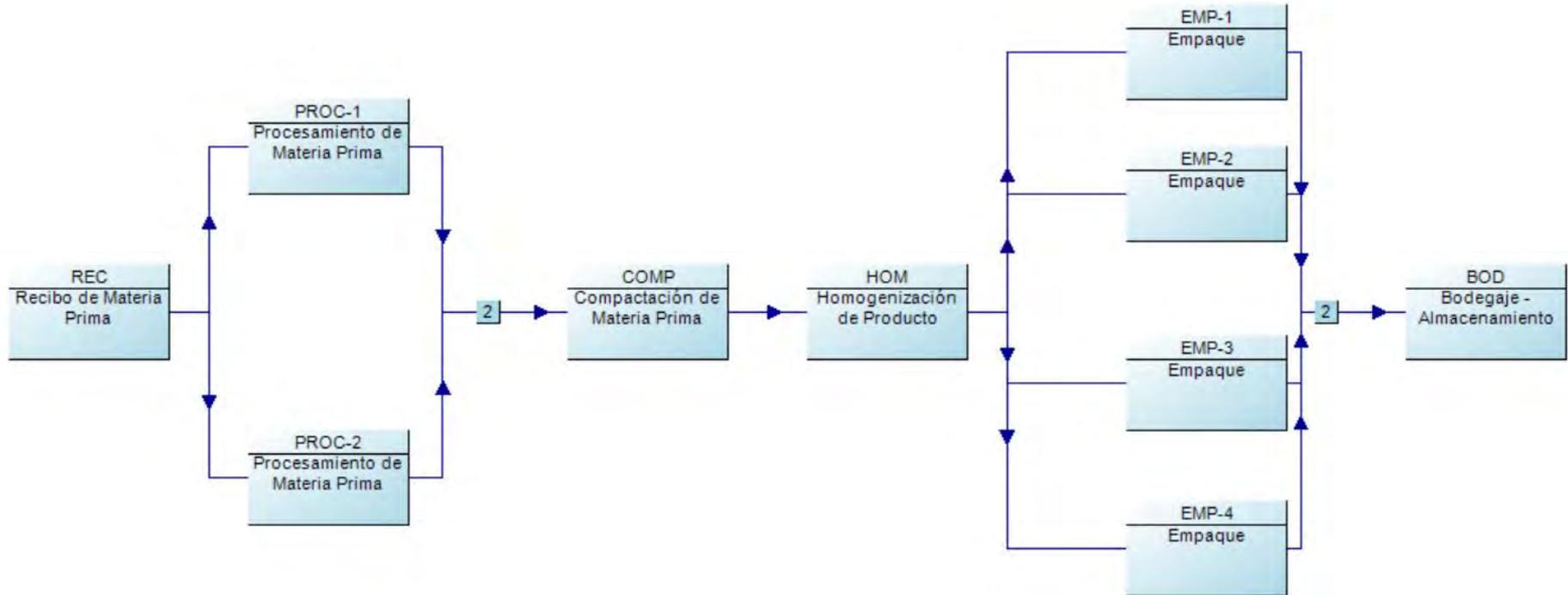


# SISTEMA DE COMPRESION DE GAS



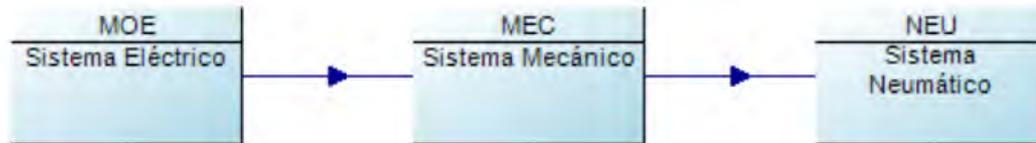
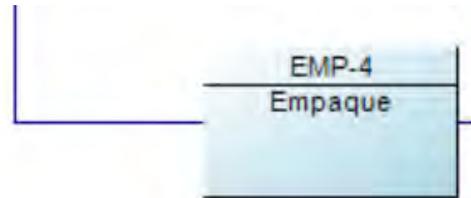


# EJEMPLO DE MODELO RBD



# Niveles de Jerarquía

- Pueden ser manejados varios niveles de Jerarquía donde cada uno de ellos podrían representar: Procesos, Sistemas, Subsistemas, Equipos, Componentes y hasta Modos de Falla



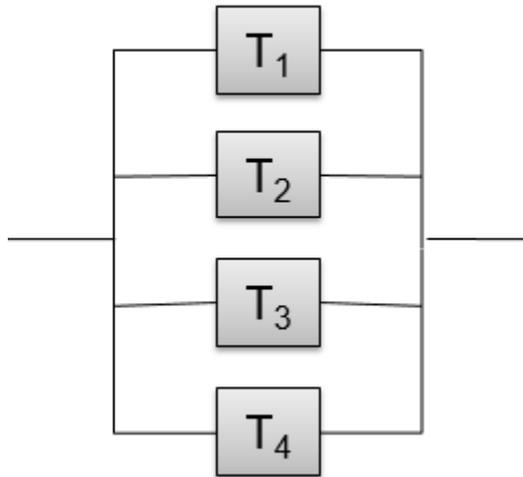
# Filosofías Operacionales

- Configuración en Serie



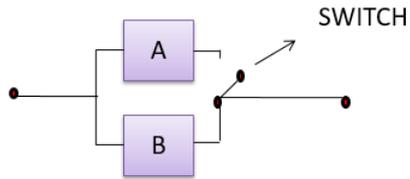
$$R_s = R_{p1} \times R_{p2} \times R_{p3} \times R_{p4} = 0,9 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,9 = \underline{\underline{65,61\%}}$$

- Configuración en Paralelo



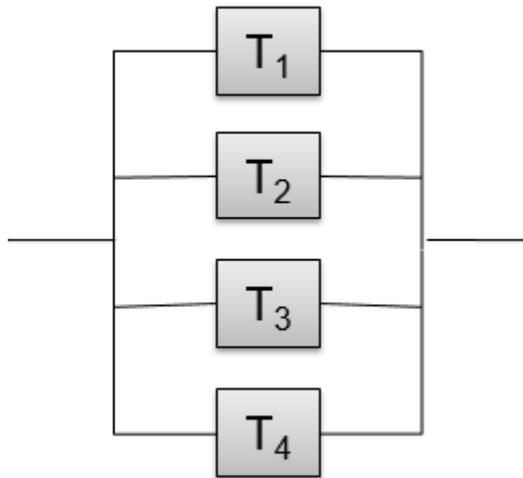
$$R_S = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_i)$$

# Filosofías Operacionales



- Configuración Espera Stand-By

$$R_s = 1 - F_s = 1 - (F_A \cdot F_W + F_A(1 - F_W) \cdot F_B)$$



- Configuración K en N

$$R_s(k, n, R) = \sum_{r=k}^n \binom{n}{r} R^r (1 - R)^{n-r}$$



# Método Tradicional de estimación de Confiabilidad

Tiempo	Orden	f(t)	ln(t)	ln(-ln(1-F(t)))
1.200	1	8,33%	7,09	-2,44
3.266	2	20,24%	8,09	-1,49
3.650	3	32,14%	8,20	-0,95
4.996	4	44,05%	8,52	-0,54
5.455	5	55,95%	8,60	-0,20
5.689	6	67,86%	8,65	0,13
7.800	7	79,76%	8,96	0,47
7.895	8	91,67%	8,97	0,91

Beta	1,7
Eta	5907,7

# Cálculo de Cantidad de Fallas en un Tiempo Dado

## Criterio

- La tasa de falla permite la determinar el número de fallas en un tiempo dado, siendo

## Fórmula

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Tiempo	pdf	Prob falla	Confiabilidad	Número de Fallas
1650	0,000104	10,50%	89,50%	5,25
2500	0,000125	20,31%	79,69%	10,16



# Costo, Tiempos y Recursos Asociados por Tarea

Tarea de  
Mantenimiento

CO

PM

PdM

- Talento Humano
- Repuestos
- Consumibles
- Costos Operacionales
- Contrataciones Externas



Tener en cuenta, la tarea...

- Requiere Parada del Equipo?
- Reacondiciona la vida útil del equipo?

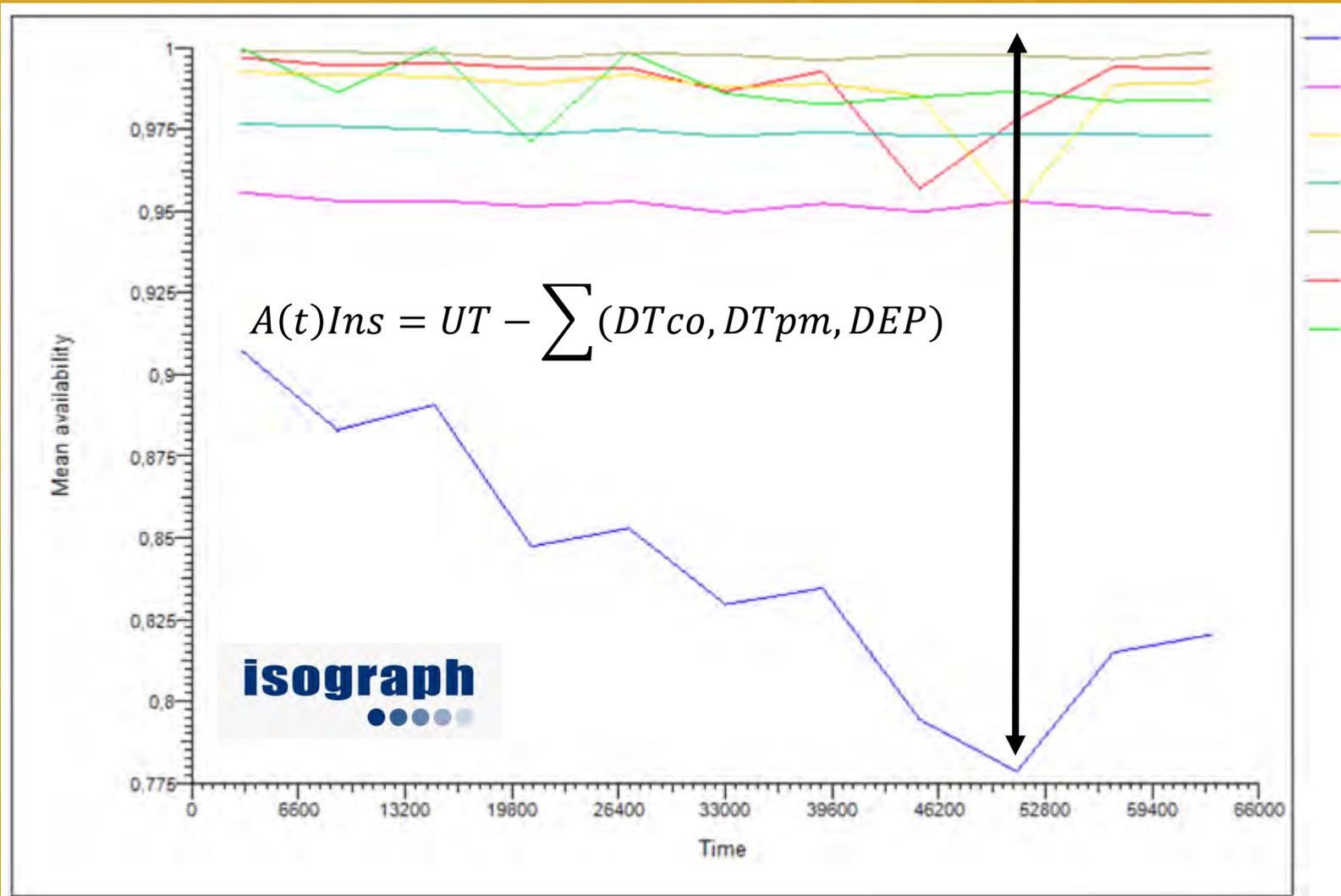
# Tareas de Mantenimiento PM y PdM

Tareas de Mantenimiento por Bloque definido: Sistema, Subsistema, Equipo, Componente o Modo de Falla: Por ejemplo un componente de Instrumentación y Control

TIPO	DESCRIPCIÓN	INTERVALO (hrs)	TIEMPO REPARACIÓN (Hrs)	REQUIERE PARADA?
Preventiva	Cambio de componente por vida útil	26,280	3	SI
Predictiva	Prueba Funcional	4380	1	NO
Preventiva	Limpieza y prueba funcional	8760	1,5	SI

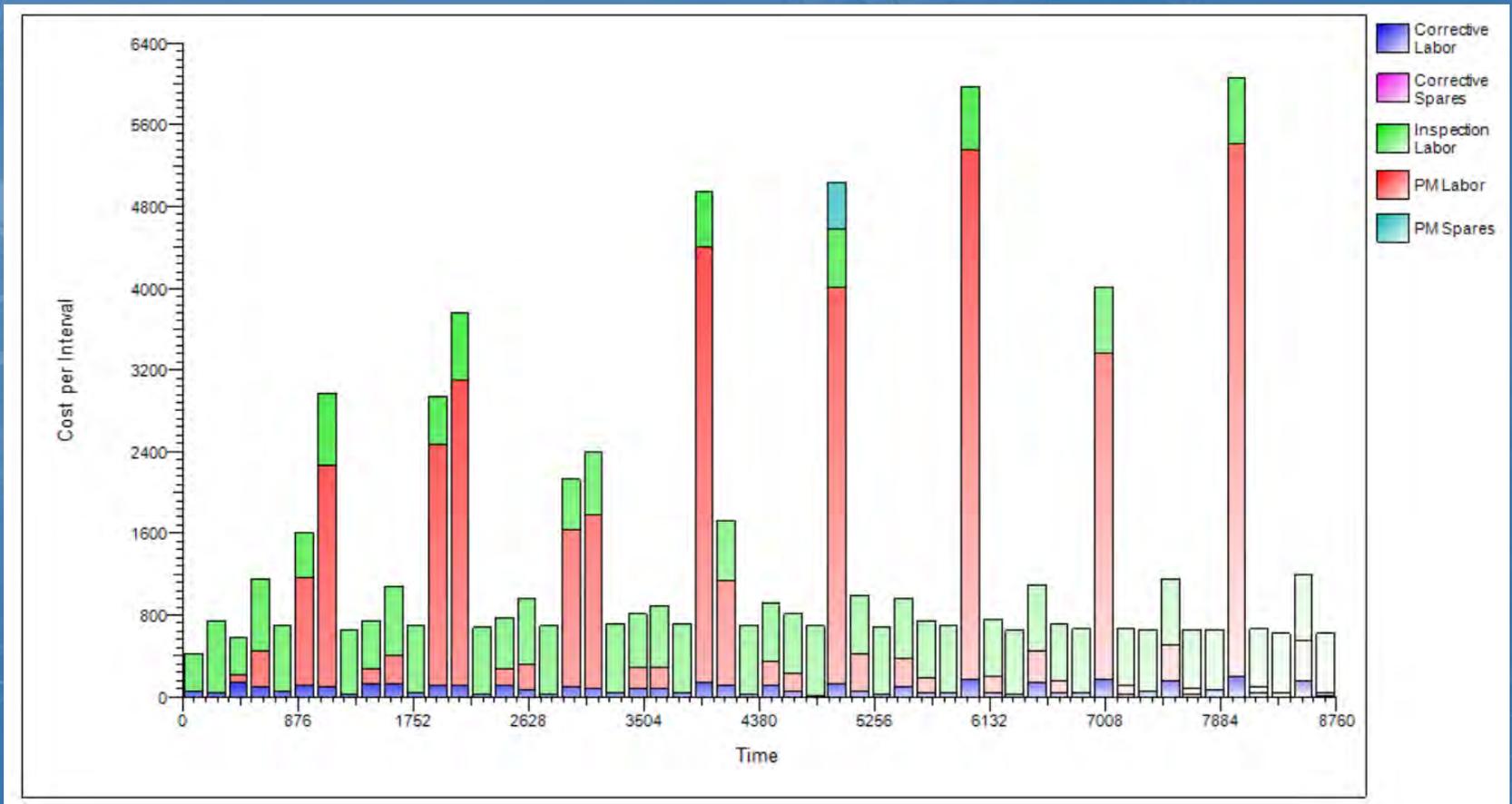


# Indisponibilidad de un RBD



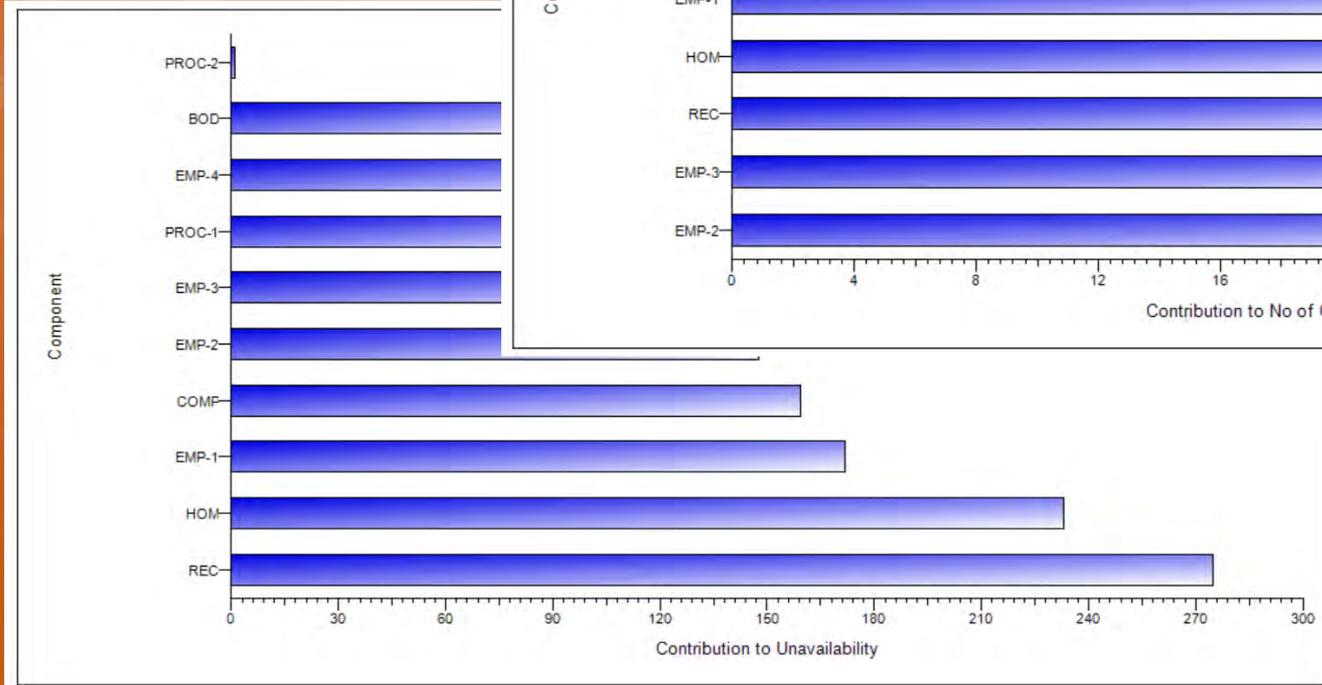
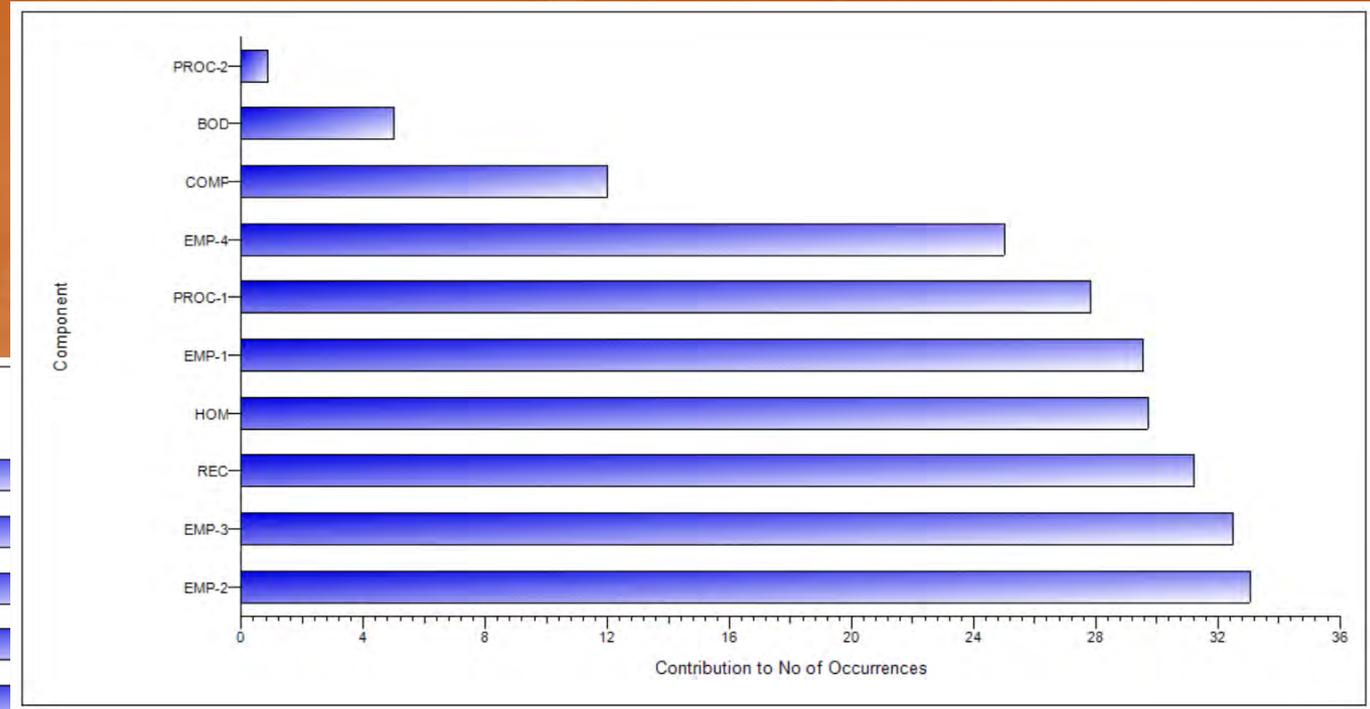


# Flujos de Caja de un RBD





# Criticidad por Indisponibilidad





# Imput de Información para el modelo



- ..... 01 Filosofía Operacional
- ..... 02 Criticidad / Riesgo
- ..... 03 Clasificación de Fallas
- ..... 04 Histórico Intervenciones
- ..... 05 Costos y Gastos

# CONCLUSIONES



- La metodología cuantifica la disponibilidad operacional de un sistema.
- Cuantifica acorde a su comportamiento de vida útil los costos y gastos del sistema (OPEX).
- Optimiza los activos con criterio COSTO – RIESGO – DESEMPEÑO.
- Requiere detalle en la construcción del modelo para definir la Filosofía Operacional.
- Ayuda a valorar el Riesgo en los aspectos básicos: Seguridad, Ambiente, Operación y Costo.

# CONCLUSIONES



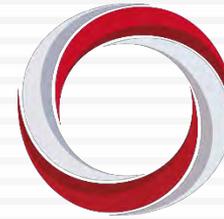
- Requiere hacerse modelamientos en diversos tiempos operacionales, ya que las tasas de falla son variables de acuerdo a su comportamiento RAM.
- Ayuda a la toma de decisiones que dan valor a los activos.
- Requiere en su inicio organizar, filtrar información y planear el modelo RBD.

POR SU ATENCIÓN

# ¡GRACIAS!



ORGANIZADO POR: ASOCIACIÓN MEXICANA  
DE PROFESIONALES EN  
GESTIÓN DE ACTIVOS AC



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
★ PERÚ ★



**IVAN DARIO GOMEZ**

*GERENTE TÉCNICO*

SI TIENES

DUDAS O COMENTARIOS

**¡No dudes en acercarte!**