



1



2

Taller práctico con herramientas para mejorar la confiabilidad de tu planta

La Sesión Toolbox es un taller donde aprenderás conocimientos prácticos y útiles que te servirán en tu trabajo en planta, aquí el ponente explica el objetivo de la herramienta a aprender y facilita el modelo de aprendizaje mediante ejemplos y ejercicios.

Adicional proporciona herramientas, formatos, hojas de cálculo y consejos, para que adquieras las competencias que mejorarán tu desempeño en el día a día.



Cómo Seleccionar Correctamente las Frecuencias de las Tareas Preventivas, Predictivas y Detectivas

Jesús R. Sifonte Díaz

Presidente de PdMtech /Co-Fundador Conscious Reliability

3



Contenido

1. Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad
2. Proceso de Selección de Tareas Mediante Diagrama Decisional
3. Ejemplos
 1. Tareas Tipo C
 2. Tareas Tipo T
 3. Tareas Tipo D
4. Ejercicios de Práctica
5. Resumen

4

Parte 1

Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

5

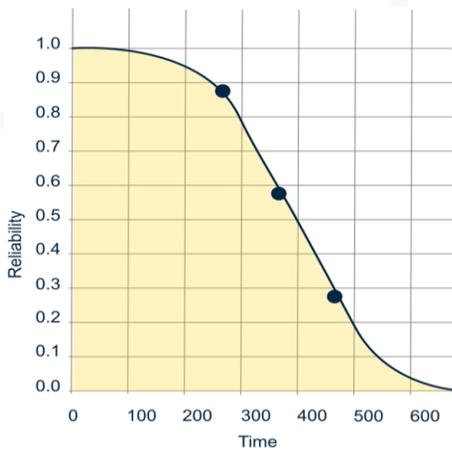


Confiabilidad es...

- El nivel de certidumbre que tenemos de que un activo cumplirá sus funciones conforme lo requiere su usuario
- Tiene que ver con:
 - Esperanza
 - Confianza
 - Certeza
 - Garantía



6



La Confiabilidad también es...

- Medible
 - Disminuye con el tiempo
- Relacionada al Diseño del Activo
- Recuperada por el Mantenimiento
- Mejorada con un diseño más Robusto

7

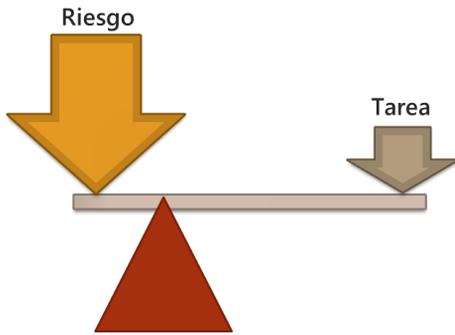
Relación Entre Mantenimiento y Confiabilidad

- La Confiabilidad se Define en la Fase de Proyecto
- El Mantenimiento se Aplica Principalmente en la Fase Operacional
- Las Estrategias de Mantenimiento se Definen con Análisis de Confiabilidad 

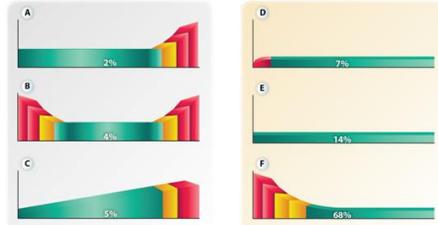
- O** Operator Performed Task
- C** Condition Monitoring Task
- T** Time Based Task
- 2** Combined Tasks
- F** Run to Failure
- R** Redesign Task
- D** Detection Task

8

Toda Tarea Debe ser.....



- Técnicamente Viable



- Justificable



Parte 1 – Quiz Cierto o Falso

1. Es posible medir la confiabilidad.
2. La confiabilidad es definida en la fase operacional del activo.
3. El mantenimiento mejora la confiabilidad si se hace bien.
4. Todos los eventos de fallas requieren tareas proactivas
5. Las tareas de mantto. se definen con análisis de confiabilidad

Parte 2

Selección de Tareas Mediante Diagrama Decisional

11



Tareas de Equipos Críticos

- Deben ser Priorizadas de Acuerdo a la Consecuencia de los Eventos de Fallas
- Deben Ser Dirigidas a Causas Específicas
- Identifique 3 Tipos de Modos de Fallas
 - Deterioro Normal
 - Defectos de Diseño
 - Errores Humanos

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA

1
EDICION

TECH

12

Tipos de Tareas

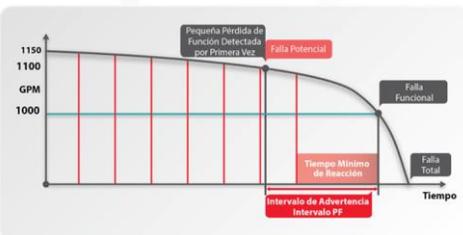
- | | |
|--|-----------------------|
| C Monitoreo de Condiciones | 2 Combinación |
| T Restauración y Reemplazo por Tiempo | R Rediseño |
| D Detección | F Dejar Fallar |
| O Tareas Hechas por el Operador | |

13

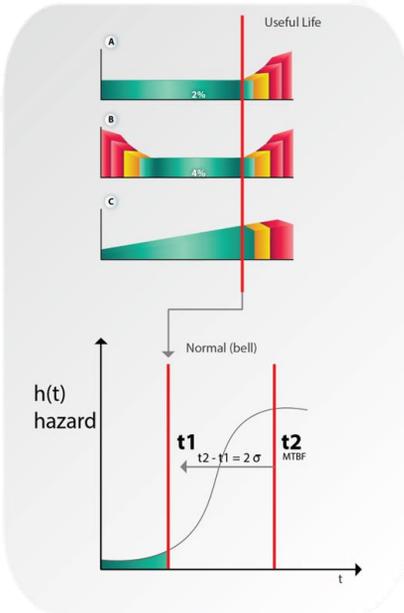


Tareas Tipo C

- Familias de Tareas Tipo C
- Falla Potencial e Intervalo PF



14



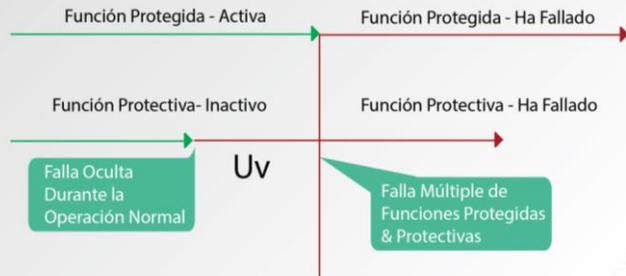
Tareas Tipo T

- Desgaste Agudo Según Análisis Estadístico
- Distribución Gaussiana
- MTBF
- Vida Útil



15

Falla del Dispositivo de Protección



Tareas Tipo D

- Tipos de Funciones
- U_v
- Falla Múltiple



16

Tipos de Consecuencias



17

Concepto del Diagrama Decisional



H	C	T	D	R
S	C	T	2	R
P	C	T	F	R
M	C	T	F	R



18

Ejemplo de Selección de Tarea

H	C	T	D	R
S	C	T	2	R
P	C	T	F	R
M	C	T	F	R

- Caso 1
 - a. Modo de Falla – Fatiga de Rodamiento por Vida Útil
 - b. Consecuencia de Producción
 - c. Alta Criticidad
- Caso 2
 - a. Modo de Falla – Junta Partida por Error de Instalación
 - b. Consecuencia de Seguridad
 - c. Alta Criticidad

Parte 2 – Quiz Cierto o Falso

1. Las tareas van dirigidas a la falla funcional.
2. Las tareas tipo C encuentran fallas potenciales.
3. La vida útil es lo mismo que el MTBF.
4. Las tareas tipo T son proactivas.
5. Las tareas tipo D encuentran fallas ocultas y no son consideradas proactivas.

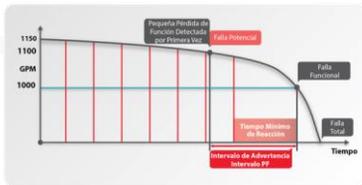
Parte 3

Ejemplos

21

Ejemplo 1

Tareas Tipo C - Datos



- Modo de Falla: Desgaste Rodamiento
- MTBF = 10 años (3 Fallas en 30 años)
- Consecuencia: Mantenimiento
- PF = 1 año
- Costo de la Falla: \$10,000.00
- Costo de Inspección = \$50.00
- Costo de Corrección Proactiva = \$500
- Probabilidad de Detección = 95%

22

Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

Método Sencillo

Frecuencia de Tareas = $PF/2$ (Fórmula #1)

Frecuencia de Tarea C = 1 año / 2
= 0.5 años o 6 meses



23

Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

Método Navair 00-25-403

$$n = \frac{\ln \left[\frac{\frac{-MTBF}{PF} C_i}{(C_{npm} - C_{pf}) \ln(1-S)} \right]}{\ln(1-S)}$$

Donde:

n = Número de inspecciones dentro del intervalo PF

PF = Intervalo de tiempo entre P y F

C_i = Costo de la inspección o tarea

C_{npm} = Costo de la falla

C_{pf} = Costo de corregir la falla potencial

S = Prob. de detectar la falla potencial



24

Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

Método Navair 00-25-403

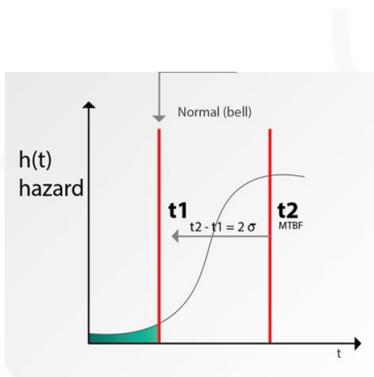
Frecuencia de Tarea = PF/n (Fórmula #2)

Paso 1: Cálculo de $n = 1.35$

Paso 2: Frecuencia de Tarea = $1/1.35 = 0.74$ año o 270 días



25



Ejemplo 2

Tareas Tipo T - Datos

- **Modo de Fallas: Desgaste de Buje**
- **MTBF = 10 años (3 Fallas en 30 años)**
- **Consecuencia: Mantenimiento**
- **Costo de la Falla: \$10,000.00**
- **Costo del Reemplazo = \$50.00**
- **Datos de Weibull : Beta = 3.3**
Eta = 12



26

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Sencillo

Frecuencia de Tarea T = MTBF/2 (Fórmula #3)

Frecuencia de Tarea T = 10 años / 2
= 5 años



27

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Weibull

11.10 $R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$ Función de Confiabilidad

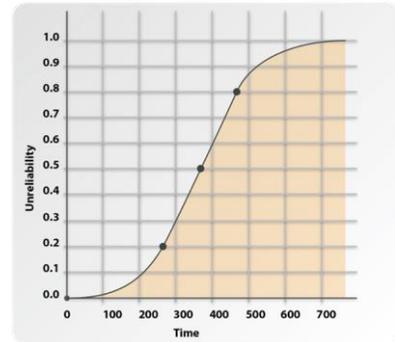
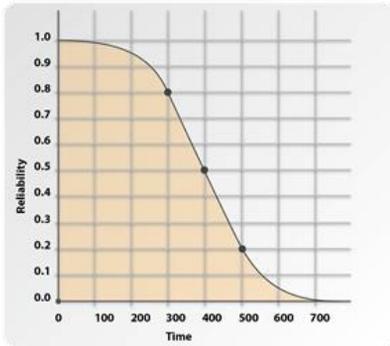
11.11 $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$ Función de Prob. de Falla



28

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Weibull

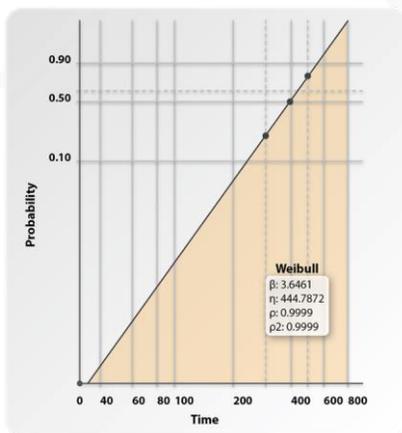


$$11.12 \quad R(t) + F(t) = 1$$

29

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Weibull



Un cedazo de la línea de succión de una bomba de agua ha fallado 3 veces:

- Falla #1 – 401 horas
- Falla #2 – 298 horas
- Falla #3 – 505 horas

30

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Weibull



$$G_{ABRP} = \frac{C_f \times F(t_p) + C_p \times R(t_p)}{\int_b^{t_p} R(t_p) dt} \quad (\text{Fórmula \#4})$$

tp = T del Reemplazo Preventivo. **Cf** = Costo de Reemplazo en Falla
GABRP = \$ Promedio Por Tiempo **Cp** = \$ de Reemplazo Preventivo
F(tp) = Prob. de Falla a tp **R(tp)** = Conf, a tp



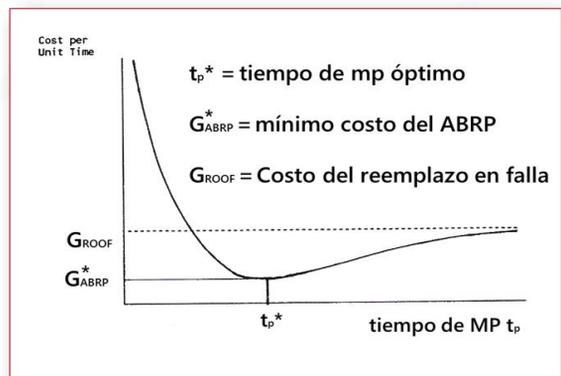
31

Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

Método Weibull



$$G_{ABRP} = \frac{C_f \times F(t_p) + C_p \times R(t_p)}{\int_0^{t_p} R(t_p) dt}$$



32

Ejemplo 3 Tareas Tipo D - Datos

- Modo de Falla: Falsa Alarma
- $Mv = 5$ años
- $Uv = 95\%$
- Consecuencia: Producción Se Detiene el Proceso por 3 h Sin Riesgo a la Seguridad

33

Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia Caso General



$$I = 2UvMv$$

(Fórmula #5)

Donde:

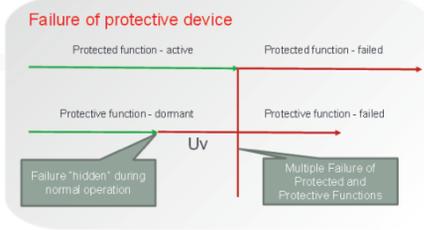
I = Intervalo de inspección

Uv = Indisponibilidad tolerable de la función protectora

Mv = MTBF del dispositivo protector

34

Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia Caso General



$$I = 2UvMv$$

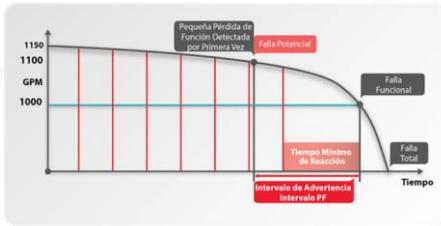
(Fórmula #5)

$$I = 2 \times 0.05 \times 5 = 0.5 \text{ años o } 180 \text{ días}$$



Parte 4 Ejercicios

Ejercicio 1 - Tareas Tipo C - Datos



MF: Exceso de Juego Lateral

MTBF = 40,000 horas

PF = 16,000 horas

Ci = 50 USD ; Cn_{pm} = 30,000

C_{pf} = 2000

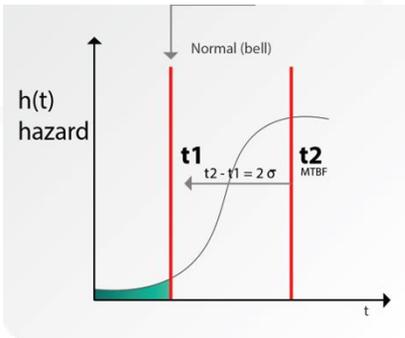
S = 0.95

Determine la Frec. Tarea C con n=2

Determine la Frecuencia de la Tareas con Navair

37

Ejercicio 2 Tareas Tipo T - Datos



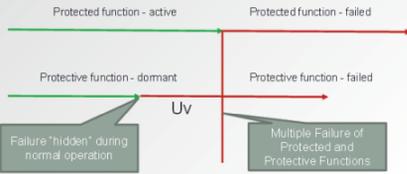
- Modo de Fallas: Saturación de Filtro
- MTBF = 2 años
- Consecuencia: Mantenimiento
- PF = 1 año
- Costo de la Falla: \$500.00
- Costo del Reemplazo = \$50.00
- Determine Frecuencia de T
- Use Método Sencillo

38

Ejercicio 3

Tareas Tipo D - Datos

Failure of protective device



- Modo de Falla: Sensor Fuera de Rango
- Sensor a fallas 3 veces a:
 - 30,000 horas
 - 20,000 horas
 - 40,000 horas
- $U_v = 99.99 \%$
- Consecuencia: Seguridad
- **Determine Mv**
- **Determine I**

iGracias!

Jesús R. Sifonte Díaz
jsifonte@pdmtechusa.com