



ACIEM

Asociación Colombiana
de Ingenieros

¿Cuál es el valor de la confiabilidad de un equipo?

Juan Carlos Orrego Barrera

Ingeniero Mecánico Universidad de Antioquia

T.P. AN 230-53981

servicio@mantonline.com / www.mantonline.com

revista@mantenimientoenlatinoamerica.com / www.mantenimientoenlatinoamerica.com

Por el país que queremos | **Sí a la ética**

SER BUEN INGENIERO ES...

Ejercer la Ingeniería siempre con **VERACIDAD**

Es decir, siempre actuar de conformidad con la verdad, con honestidad y transparencia en la ejecución de nuestros trabajos, en la expresión pública de nuestros conceptos, y siendo agentes dignos de confianza para usuarios, clientes, colegas, compañeros, empleados y/o empleadores.

Sí a la ética

Por el país que queremos | **Sí a la ética**

SER BUEN INGENIERO ES...

Ejercer la Ingeniería siempre con **PRECISIÓN**

Es decir, desarrollar nuestras actividades con precisión y rigurosidad, exclusivamente dentro de los umbrales de nuestra competencia, soportando nuestro desarrollo profesional en el mérito y calidad de nuestros servicios.



Por el país que queremos | **Sí a la ética**

SER BUEN INGENIERO ES...

Ejercer la Ingeniería siempre con **INTEGRIDAD**

Es decir, siempre promoviendo las buenas prácticas y el respeto a los demás, con honor y dignidad.

Sí a la ética

Por el país que queremos | **Sí a la ética**

SER BUEN INGENIERO ES...

Ejercer la Ingeniería siempre con **RESPONSABILIDAD**

Es decir, atendiendo a las consecuencias de nuestras acciones, dando prioridad a la protección de la vida, la seguridad, la salubridad, el medio ambiente y el cuidado del bien público y fomentando el desarrollo personal y la actualización de los conocimientos, tanto propios como de colegas y terceros.

Sí a la ética

La PROBABILIDAD de que un activo opere sin falla por un determinado período de tiempo, especificado, y bajo condiciones previamente establecidas.

- Confiabilidad actual
- Confiabilidad de Diseño
- Confiabilidad de Proceso Productivo
- Confiabilidad Humana

$R(t)$

RAM Confiability; Disponibilidad; Mantenibilidad Reliability; Aviability; Maintainability



Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com



$$Disponibilidad = A = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{UPI}}{\sum_{i=1}^n t_{UPI} + \sum_{j=1}^m t_{DOWNj}}$$

$$Disponibilidad = A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-\frac{1}{MTTF} \cdot t}$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

$$Mantenibilidad = M(t) = 1 - e^{-\mu t} = 1 - e^{-\frac{1}{MTTR} t}$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{\#F}$$

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n TTF_i + \sum_{k=1}^w TC_k}{n}$$

Aclaración

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n TTF_i + \sum_{k=1}^w TC_k}{n}$$

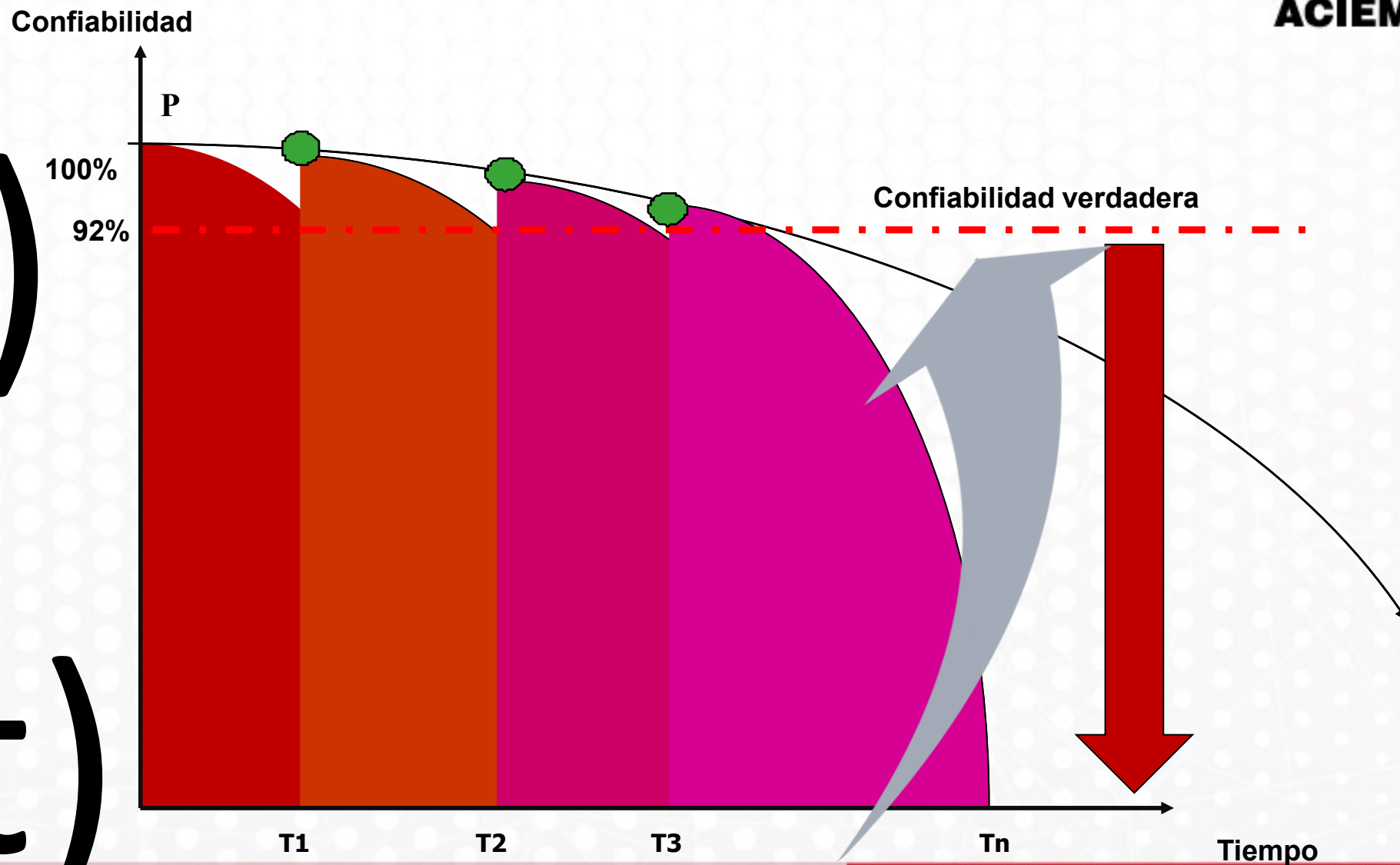
NO es Confiabilidad

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{\#F}$$

NO es Mantenibilidad

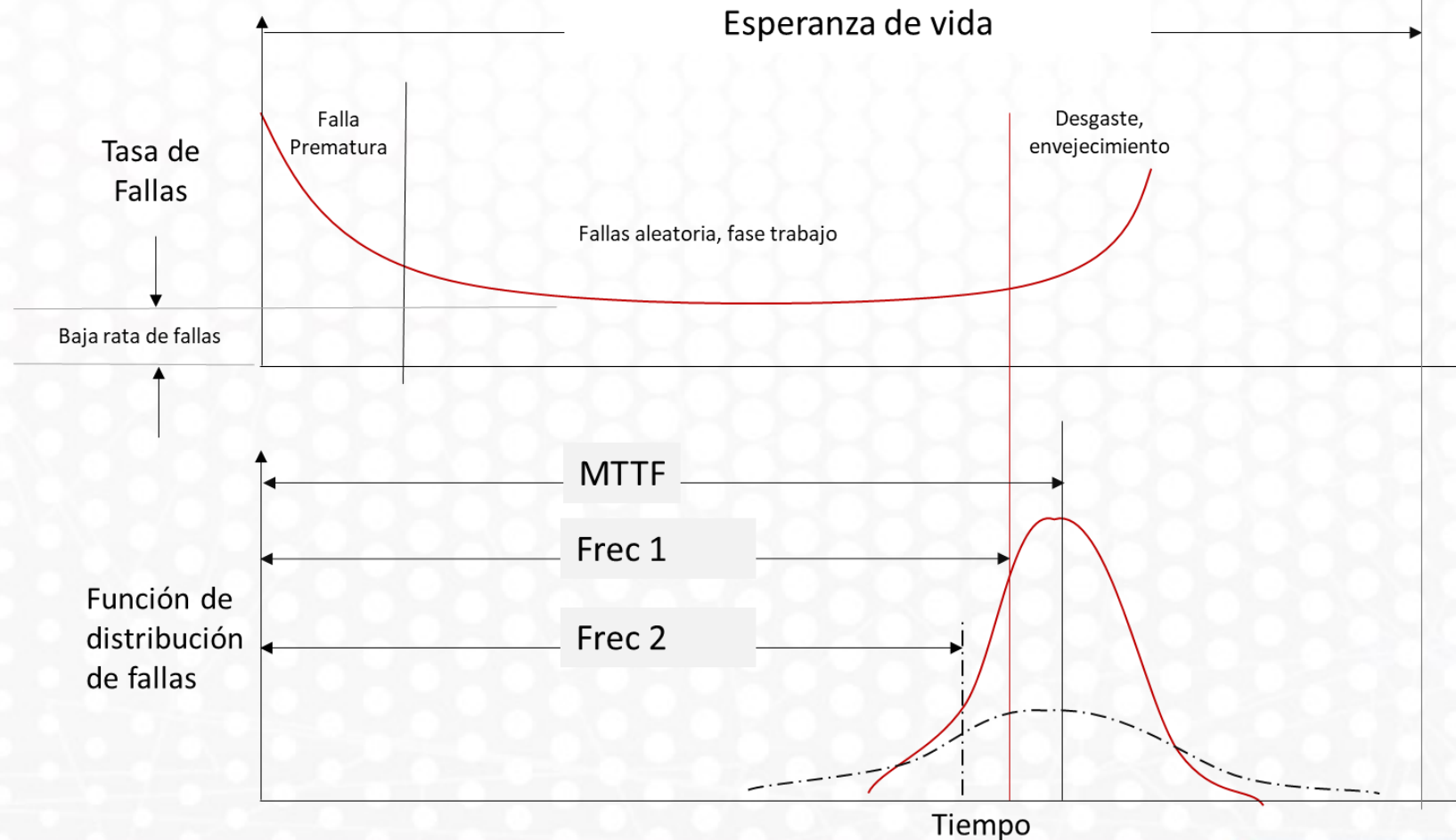


$R(t)$
 A
 $M(t)$



Número óptimo de intervenciones

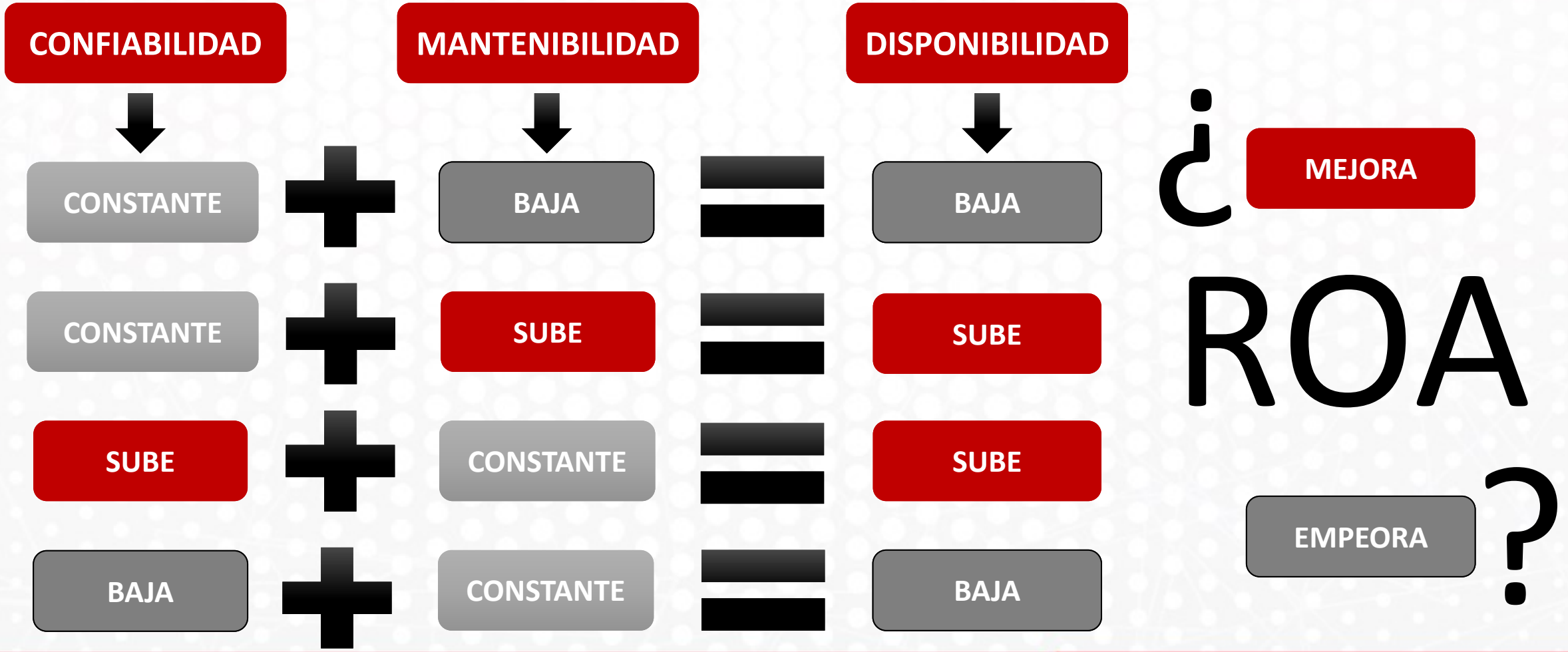
¿Cuanto tiempo?



RAM



Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com



La confiabilidad en nuestras 20 prácticas



Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com

Practica 1
Conocerme

¿Qué aspectos afectan mi RAM, mi RAM qué aspectos afectan?

Practica 2
Evaluarme

¿En cuanto está mi RAM, otros indicadores ROA, ROCE, EBIT?

Practica 3
Compararme

MI RAM, ROA, ROCE, EBIT vs otras plantas otras empresas

Plan inicial

Preventivo: Cambio de correa cada 70.000 horas

Garantía de RAM

Practica 13
Planeación Operativa

Garantía de RAM

Practica 4

Fijarme metas

¿Cuánto y cuándo?

Hasta donde llevaré mi RAM y para cuando

Practica 5

Revisar alternativas

Mantenimiento
Cambio
Redundancia
Proveedor

Practica 6

Seleccionar una metodología ¿TPM, RCM o PMO?

Cualquiera nos debe llevar a optimizar mi RAM

Practica 14

Objetivo de planeación

100 % de las O.T Planeadas

Practica 15

Medir el proceso de planeación

Practica 7

Realizar inventarios

Redundancias
Competencias
Cantidades

Practica 8

Definir árbol de equipos Taxonomía

Son las partes las que definen mi RAM

Practica 9

Diseñar Matriz de Criticidad

Me centro en los elementos críticos y semi críticos para los análisis RAM

Practica 10

Definir táctica y estrategia de mantenimiento

Según el elemento elijo la estrategia y la táctica para lograr el RAM

Practica 11

Selección de tareas y su respectiva frecuencia

MTBF – MTTF



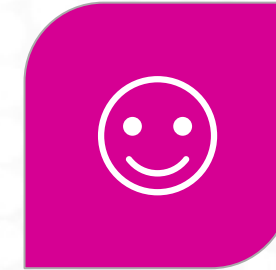
CONDICIONES DEL ENTORNO CONTROLADAS (PERSONAS, MAQUINAS, MEDIOAMBIENTE, ENERGÍA, AGUA, GAS, ETC.)



OPERACIÓN BAJO PARÁMETROS, OPERARIOS, MATERIAS PRIMAS



CALIDAD DE ELEMENTOS O PARTES UTILIZADAS



CALIDAD DE INTERVENCIONES

<https://www.menti.com/alwhop67hq4p>



Costo de las acciones



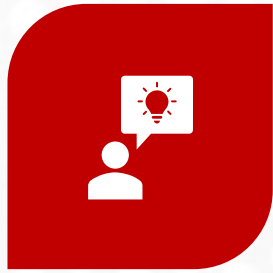
Toda acción cuesta:

1. Horas hombre
2. Espacios
3. Contratistas
4. Mejores repuestos
5. Mejores herramientas
6. Redundancias
7. Etc.

Pero no todo va al gasto

ROA

MTTR



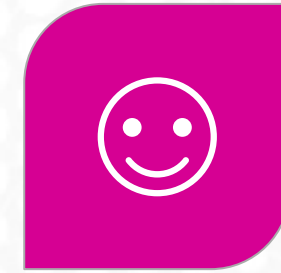
CONOCIMIENTO



AGILIDAD -
HABILIDAD



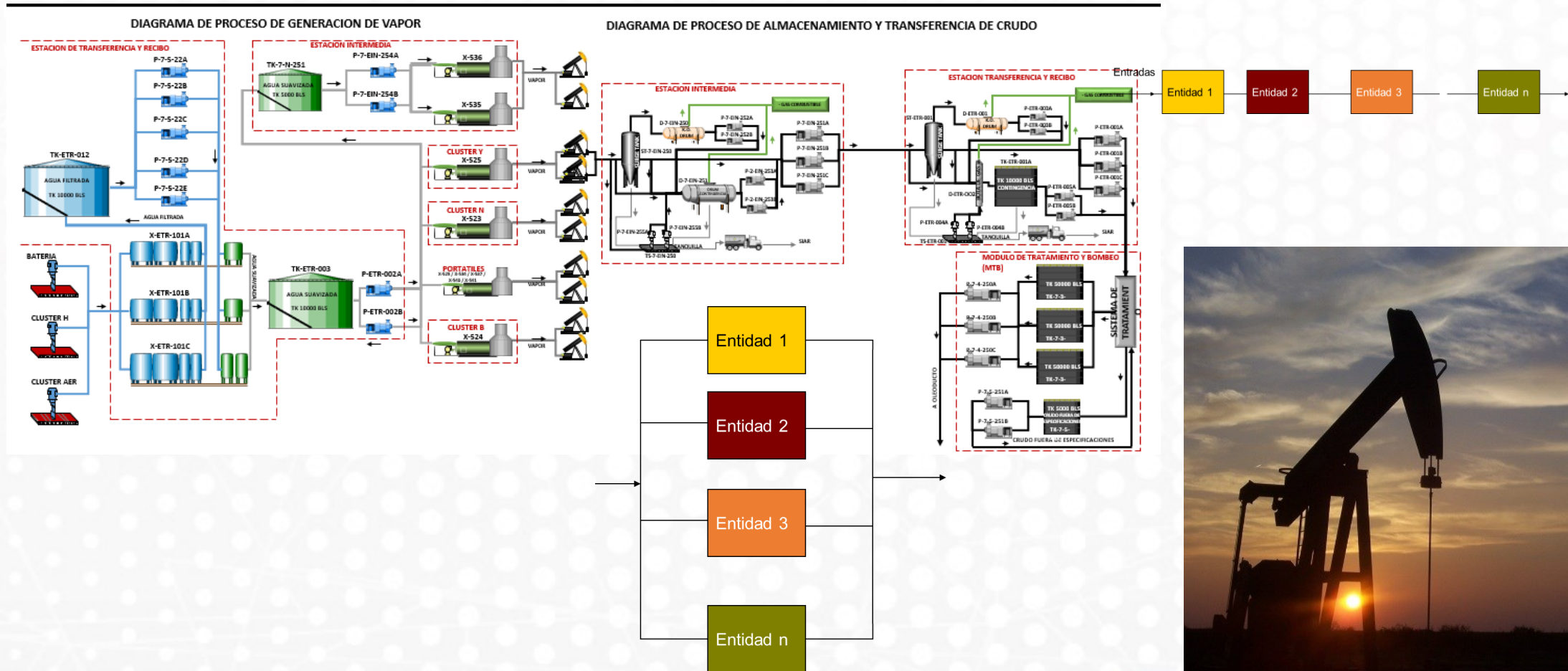
HERRAMIENTAS,
EQUIPOS, ESPACIOS



MOTIVACIÓN,
ESTADO DE ÁNIMO

Los esquemas de ingeniería

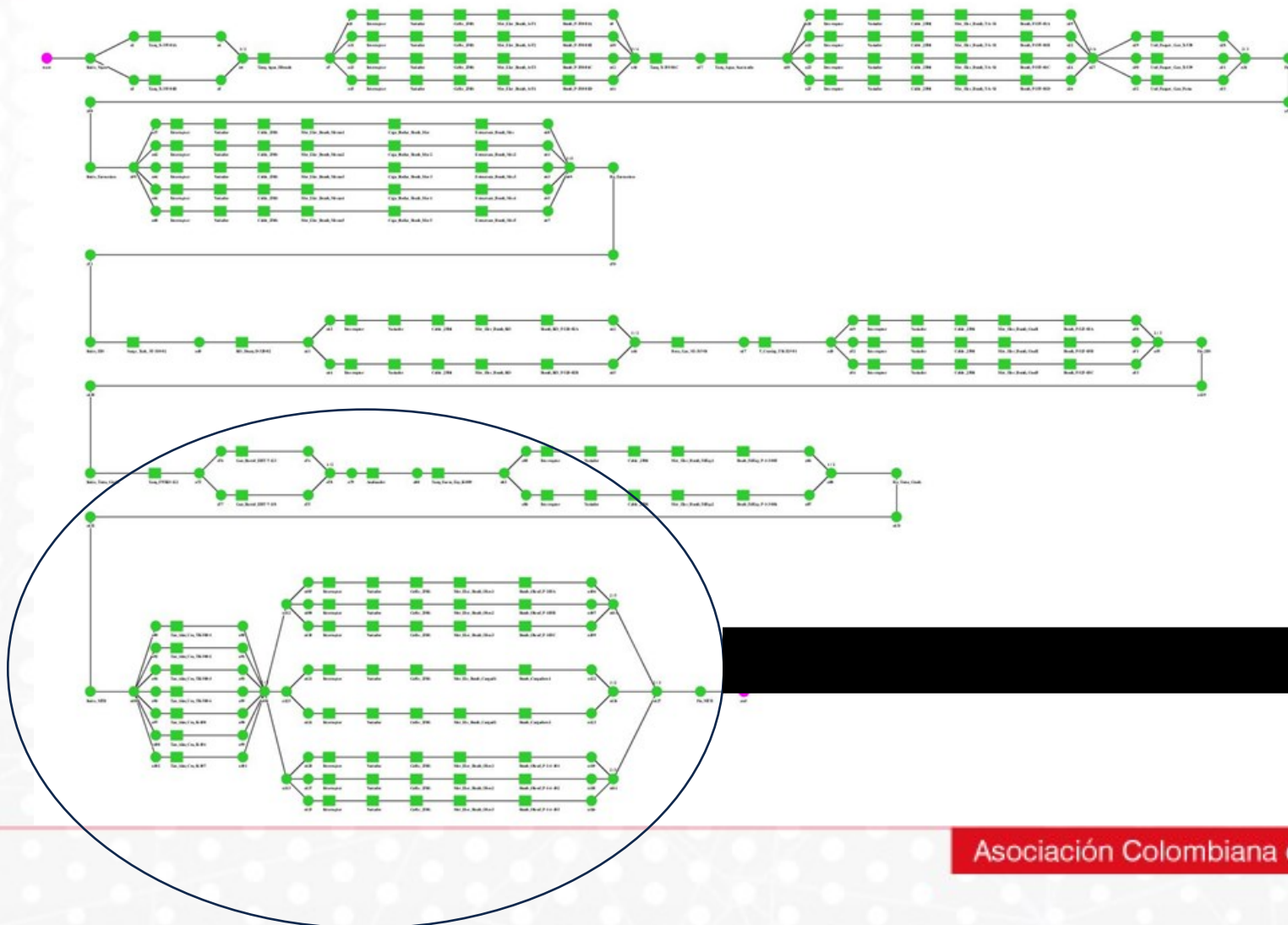
Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com



¿Dónde poner la redundancia, donde actuar?



Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com



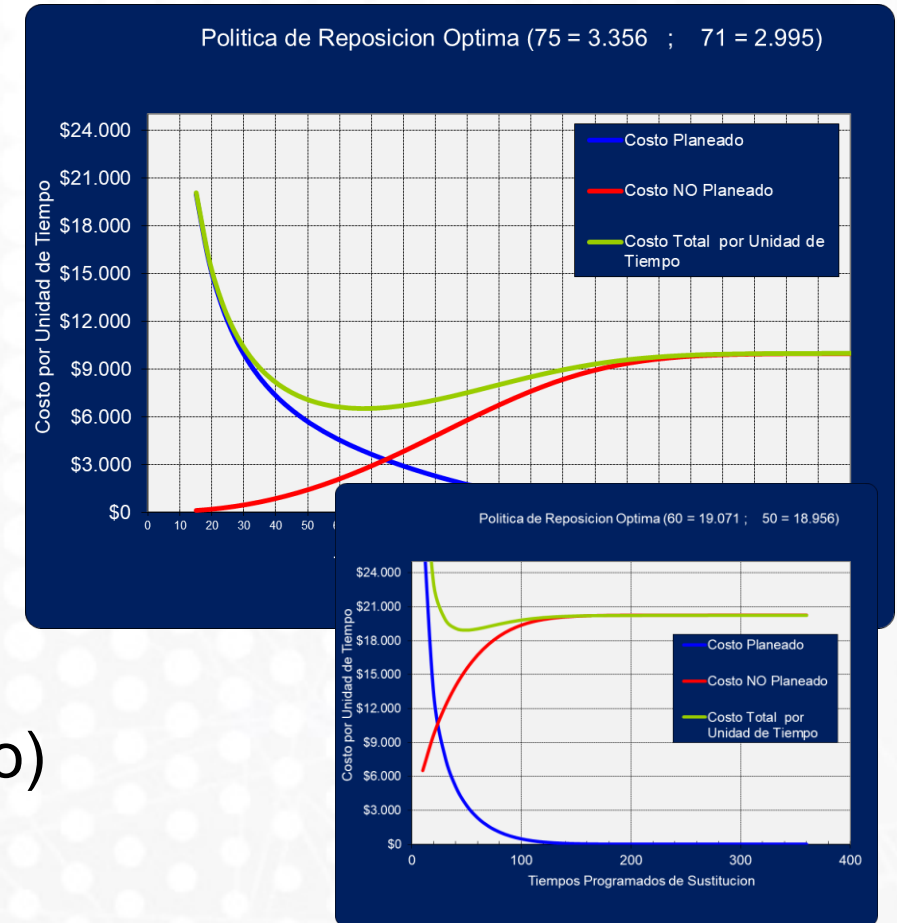
Optimizar costos de mantenimiento



Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com

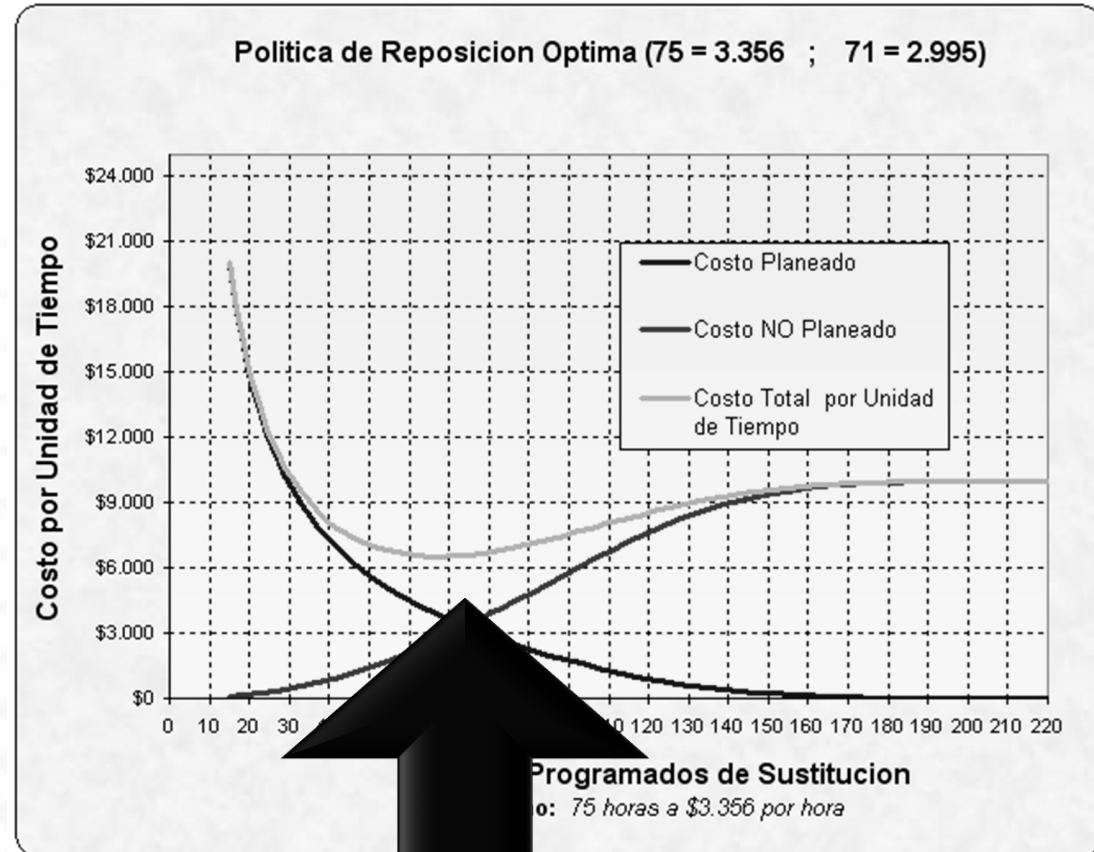
Para cada equipo la condición es diferente
Los costos variar la confiabilidad incluyen:

- Mano de obra (mejor/peor/mas/menos)
- Repuestos (mejores/peores)
- Tiempo entre paradas (mas/menos)
- Materiales (mejor/peor/mas/menos)
- Materialización de eventos no deseados (riesgo)
- Perdida por accidentes personas, activos, etc.



Es hacer lo correcto, correctamente

R(t)
A
M(t)



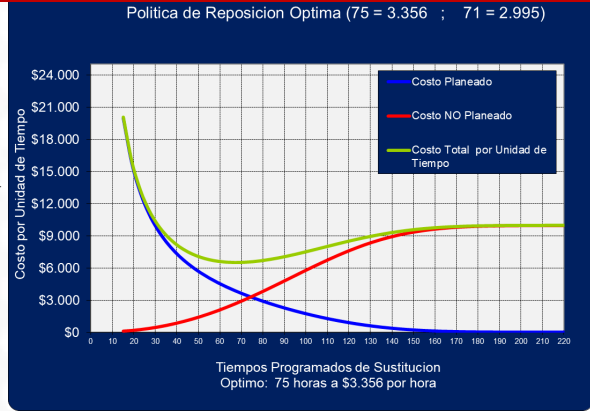
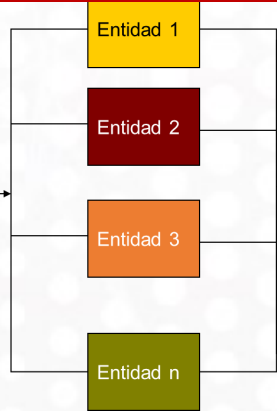
Al Menor costo posible

Calculamos

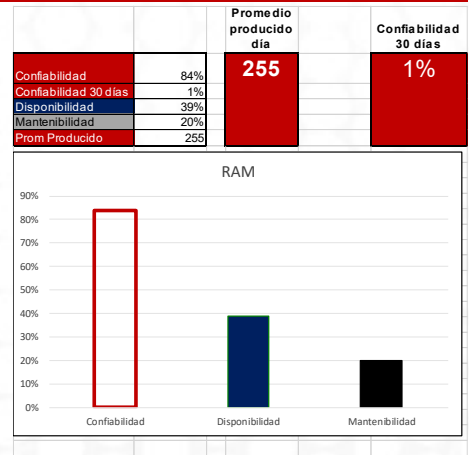


Juan Carlos Orrego Barrera – servicio@mantonline.com

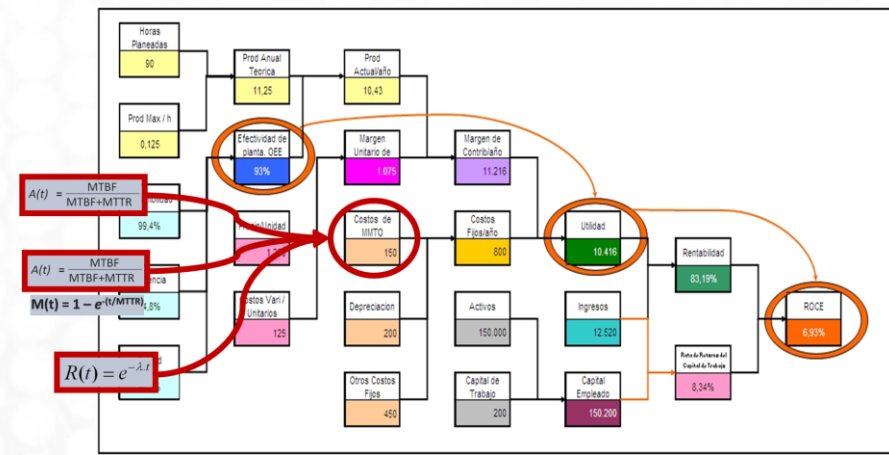
Análisis Técnico



Análisis Productivo



Análisis Productivo y Financiero



LA VENTA A LAS DIRECTIVAS

Tasa de descuento VPN	6,00%	
Total plantas	2	
Compresores por planta	12	
MTBF MARCA A	21	2,4% Fallas compresor/año
MTBF MARCA B	20	2,5% Fallas compresor/año
Costo de repuestos	\$2.000	por falla del compresor
Costo de la labor	\$70	por hora
Horas de trabajo	8	por falla del compresor
Costo TOTAL por falla	\$2.560	

Año	Numero total de compresores	Total de compresores en servicio	Fallas Marca A	Fallas Marca B	Diferencia en Fallas	Ahorros por uso de mejor marca (A)
1	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
2	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
3	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
4	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
5	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
6	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
7	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
8	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
9	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
10	24	24	0,6	0,6	0,0	\$73
					AHORRO TOTAL	\$731
					VALOR PRESENTE NETO	\$538



ACIEM

Asociación Colombiana
de Ingenieros

Gracias

Juan Carlos Orrego Barrera

Ingeniero Mecánico Universidad de Antioquia

T.P. AN 230-53981

servicio@mantonline.com / www.mantonline.com

revista@mantenimientoenlatinoamerica.com / www.mantenimientoenlatinoamerica.com