

**OPTIMIZACIÓN DEL
MANTENIMIENTO DE
INSTALACIONES INDUSTRIALES
MEDIANTE TEORÍA DE COLAS A
PARTIR DEL AJUSTE DE LA
DISTRIBUCIÓN DE FALLOS A
DATOS REALES. CASO DE
APLICACIÓN A UNA INDUSTRIA**

**Daniel González Muñoz
Michel Guerra**

Índice

1. Introducción
2. Contexto y objetivo
3. Metodología
4. Resultados
5. Conclusiones

1. Introducción

1.1.El Mantenimiento

Definición (Norma UNE-EN 13306:2001)

“Combinación de todas las técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida”

1. Introducción

1.2.El Mantenimiento en la empresa

Combinación de estrategias



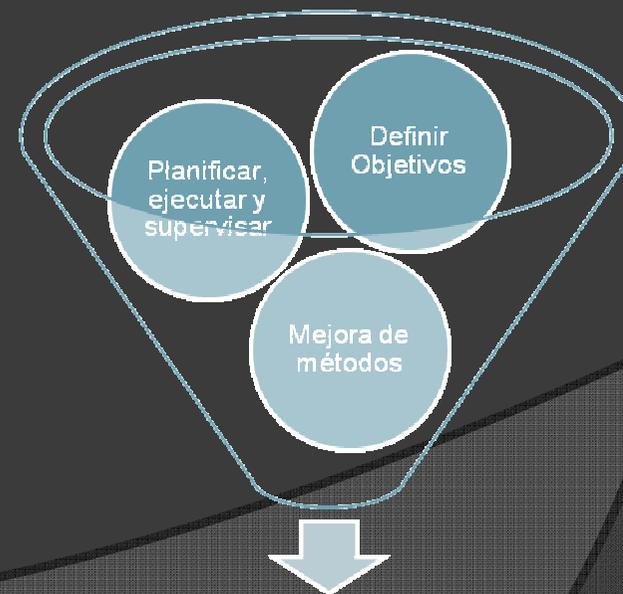
1. Introducción

1.3. Gestión del Mantenimiento

Definir objetivos y estrategias

Planificar, ejecutar y supervisar

Mejora de métodos



Mejora continua

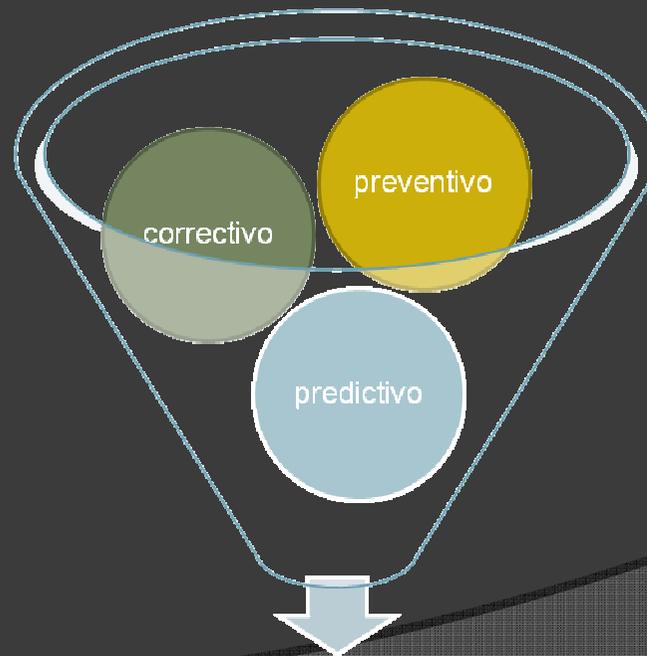
1. Introducción

1.4. El mantenimiento en Pymes

- Mantenimiento como gasto
- Recursos destinados al proceso productivo.
- El mantenimiento tiene poca importancia.
- Basado en criterios subjetivos.

2. Contexto y objetivo

Dimensionado óptimo del equipo de mantenimiento en base a la estrategia de mantenimiento actual de la empresa.



Funcionamiento Óptimo

2. Contexto y Objetivo

Metodología empleada

Aplicación de teoría de colas para encontrar el punto óptimo de funcionamiento.



3. Metodología

3.1 Preparación del sistema

3.2 Recogida y almacenamiento de datos

3.3 Ajuste de la serie de datos

3.4 Teoría de colas

3. Metodología

3.1 Preparación del sistema

- Codificación de elementos
- Nuevo procedimiento de trabajo

3. Metodología

3.2 Recogida y almacenamiento de datos

- ⦿ Diseño de un sistema de Gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)
- ⦿ Orden de trabajo (base del sistema)

3. Metodología

3.3 Ajuste de las series de datos

- ⦿ A partir de los datos del GMAO (histórico)
- ⦿ Extracción de datos de Interés
 - Tiempo Entre Intervenciones
 - Tiempo De Intervención
- ⦿ Ajuste de datos a alguna distribución estadística que nos permita modelizar matemáticamente el mantenimiento.

3. Metodología

3.3 Ajuste de las series de datos

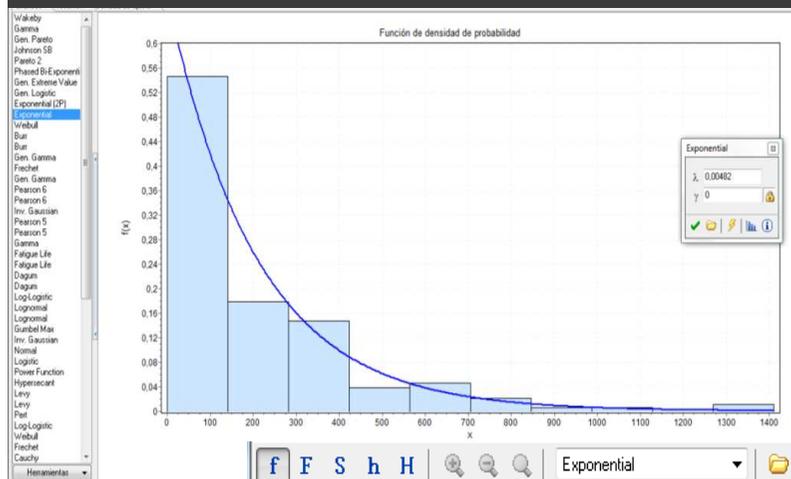
Uso de software Easyfit

- Introducción de datos
- Ajuste de la distribución estadística.
- Bondad de ajuste
- Obtención de datos para aplicación de teoría de colas

3. Metodología

3.3 Ajuste de las series de datos

Uso de software Easyfit



Exponential [#11]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	573				
Estadística	0,11383				
Valor P	6,3040E-7				
Rango	10				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	0,04483	0,05109	0,05673	0,06342	0,06805
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	573				
Estadística	59,237				
Rango	14				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	33,319				
Valor P	1,1750E-4				
Rango	3				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Exponencial

Gráficos Cálculos Probabilidades

Propiedades	
Dominio	Continuo
Min	0
Max	+INF
Moda	0
Media	207,68
Varianza	43131,0
Dev. est.	207,68
Coef. de var.	1,0
Asimetría	2
Curtosis	6

Funciones	
x	0
Densidad	0,00482
Densidad acum.	0
Supervivencia	1
Riesgo	0,00482
Riesgo acum.	0

Función de distribución inversa	
P	0.5
x(P)	143,95

Parámetros

λ 0,00482

γ 0

Aplicar

Delimitadores

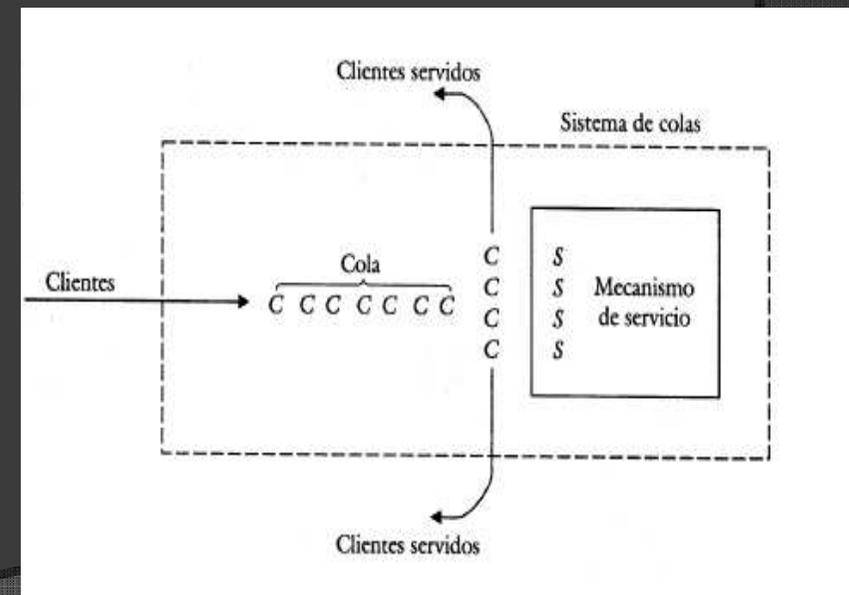
Límites

3. Metodología

3. 4 La Teoría de Colas

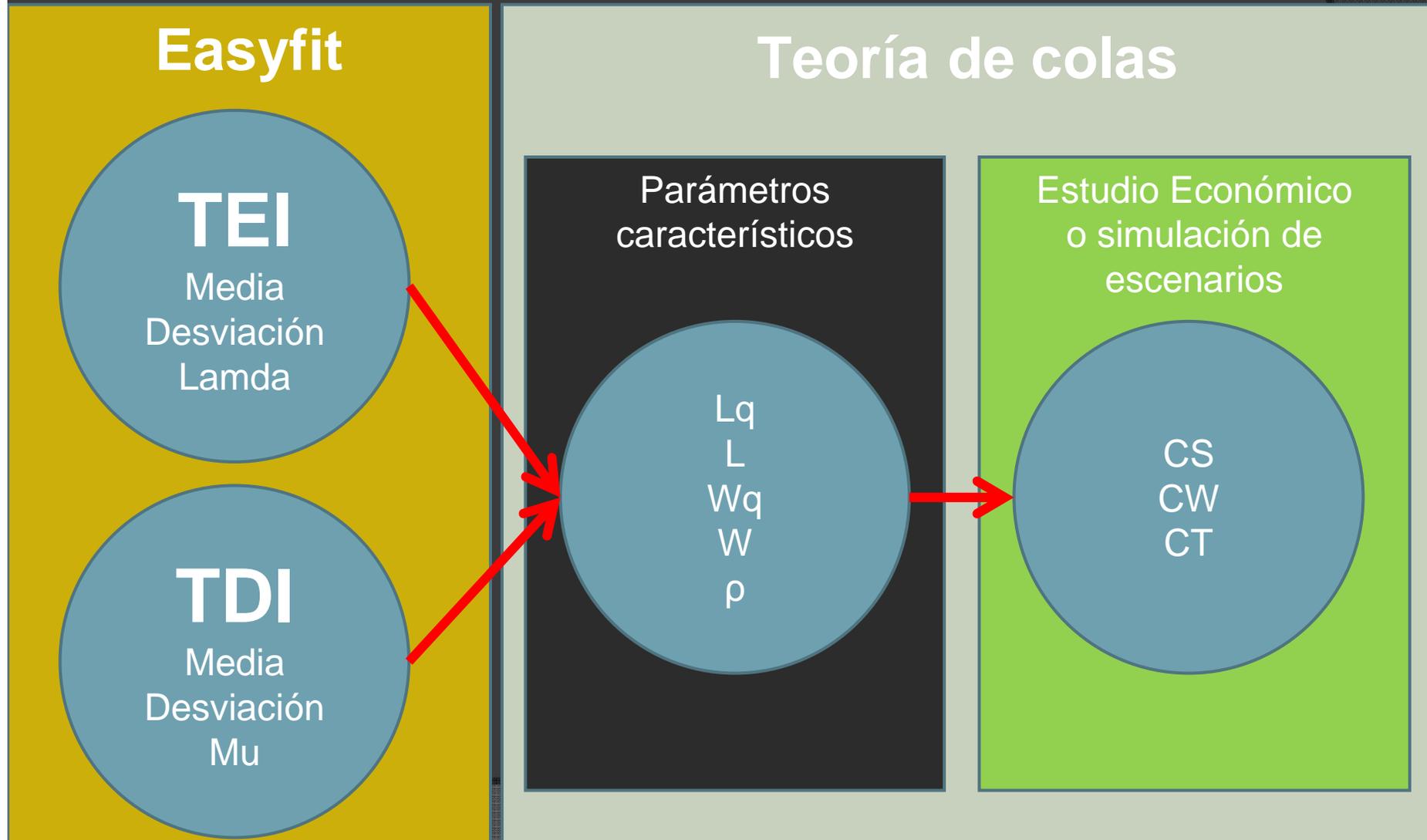
Estructura básica de los modelos de colas

- Fuente de entrada
- Cola
- Mecanismo de servicio
- Disciplina de cola



3. Metodología

3.4 La teoría de colas



3. Metodología

3.4 Teoría de colas

Simulación de escenarios



Búsqueda del número de operarios que nos proporciona un coste total mínimo para un coste de espera determinado

4. Resultados

4.1 Ajuste de las series de datos Resultados extraídos de Easyfit

Tiempo entre averías

	Distribución Exponencial	Distribución Gamma	Distribución Pareto Generalizada
Test K-S	NO	OK	OK
Test A-D	NO	NO	OK
Test Chi ²	NO	NO	NO
Media	207,68	207,68	207,68
Desviación	207,68	241,38	252,2

$$\lambda_T = 0.0048 \text{ min}^{-1}$$

Tiempo de intervención

	Inverse Gaussian	Log - Gamma	Log-Normal	Log-Pearson3
Test K-S	SI	SI	NO	NO
Test A-D	SI	SI	SI	SI
Test Chi ²	NO	NO	NO	NO
Media	247,38	329,12	252,58	252,58
Desviación	483,6	7123,5	649,48	649,58

$$\mu_T = 0.0040 \text{ min}^{-1}$$

4. Resultados

4.2 Teoría de colas

Parámetros característicos

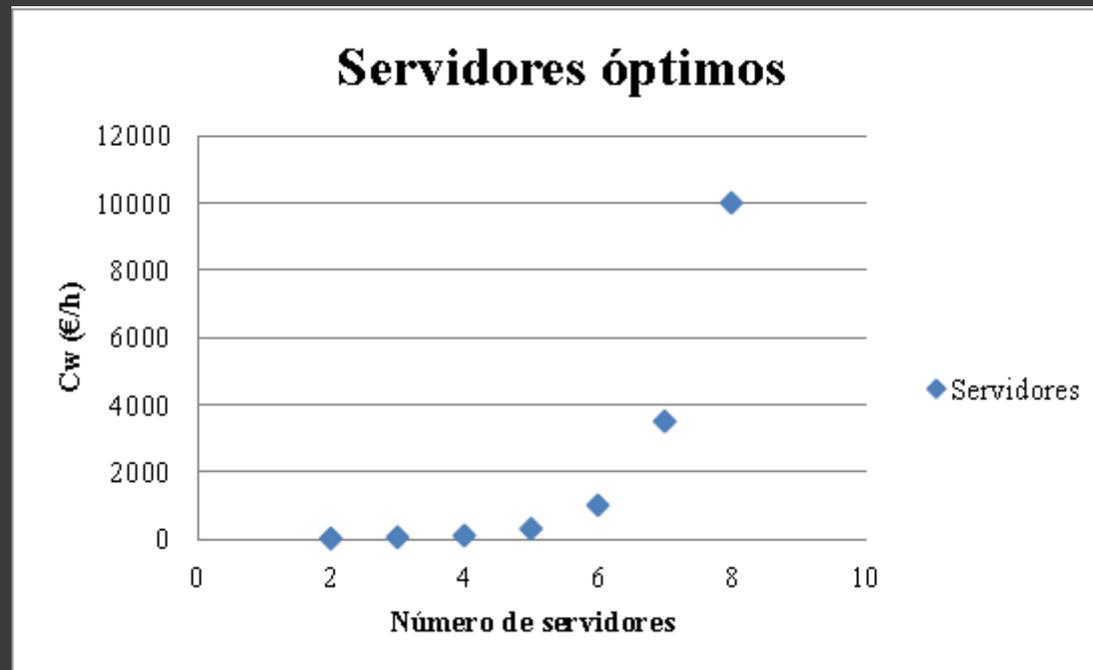
S	ρ	Wq	W	Lq	L
1	1,20	-	-	-	-
2	0,60	291,364111	541,36411	1,39855	2,59855
3	0,40	50,841308	300,84131	0,24404	1,44404
4	0,30	12,921903	262,92190	0,06203	1,26203
5	0,24	3,820212	253,82021	0,01834	1,21834
6	0,20	1,234571	251,23457	0,00593	1,20593
7	0,17	0,424537	250,42454	0,00204	1,20204
8	0,15	0,153089	250,15309	0,00073	1,20073
9	0,13	0,057368	250,05737	0,00028	1,20028
10	0,12	0,022203	250,02220	0,00011	1,20011
11	0,11	0,008835	250,00884	0,00004	1,20004
12	0,10	0,003603	250,00360	0,00002	1,20002

4. Resultados

4.2 Teoría de colas

Modelización de escenarios

Cw	10	50	100	300	1000	3500	10000
s	2	3	4	5	6	7	8



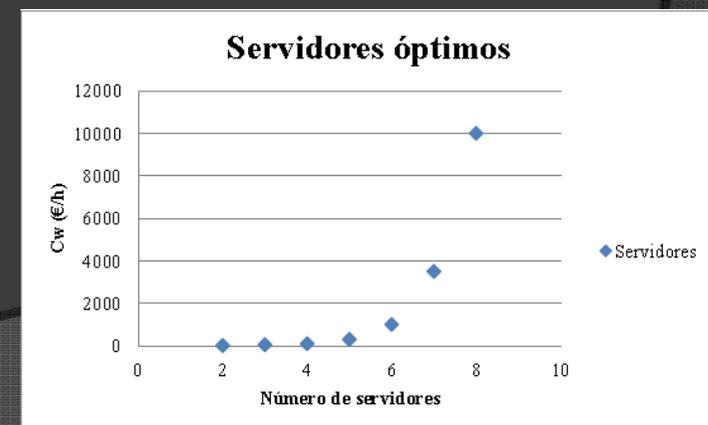
4. Resultados

1. Ha sido posible el ajuste los datos a alguna distribución.

Tiempo entre averías (Pareto Gen.)

Tiempo de reparación (Inv. Gaussian)

2. Hemos dimensionado en función de costes de parada.



5. Conclusiones Inconvenientes

Gran dificultad para ajustar los datos

Trabajo adicional para operarios

Coste económico de GMAO

Inexistencia de datos económicos obliga a simular
supuestos

5. Conclusiones

Ventajas

Bajo impacto económico para la empresa

Conocimiento del impacto de los cambios

Resultados claros y fácilmente entendibles

Gracias por su atención