

## ÍNDICE

<b>Preámbulo</b> .....	15
<b>Introducción</b> .....	21
<b>Capítulo I</b>	
<b>CONCEPTOS GENERALES</b> .....	25
1.1. DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	27
1.2. DEFINICIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO CONTINUO .....	27
1.3. DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO TOTAL .....	27
1.4. HACIA EL MÍNIMO COSTE .....	29
1.5. ANÁLISIS DEL ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SUS FUNCIONES CLÁSICAS .....	33
1.5.1. El mantenimiento como función en la Empresa .....	33
1.5.2. Distintas formas de organización del mantenimiento dentro del organigrama de la Empresa .....	33
1.6. ORGANIZACIÓN INTERNA DEL MANTENIMIENTO .....	38
1.6.1. Evolución de la organización del mantenimiento .....	38
1.6.2. Evolución del mantenimiento .....	41
1.7. TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	43
1.8. NECESIDAD DE UN MANTENIMIENTO ORGANIZADO .....	47
1.9. NIVELES DE INTERVENCIÓN .....	49
<b>Capítulo II</b>	
<b>NUEVAS ORGANIZACIONES DEL MANTENIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN</b> .....	55
2.1. HACIA UN NUEVO MANTENIMIENTO INDUSTRIAL .....	57
2.2. PLAN DE MODERNIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	61
2.3. NUEVA ORGANIZACIÓN DE LA FUNCIÓN "MANTENIMIENTO" .....	65
2.3.1. Objetivo de la función "Mantenimiento" .....	66
2.3.2. Herramienta práctica de la función "Mantenimiento" .	66
2.4. DEFINICIÓN DEL <i>BENCHMARKING</i> .....	70
2.5. PROCESO OPERATIVO DEL <i>BENCHMARKING</i> .....	74

<b>Capítulo III</b>	
<b>PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR AVERÍAS</b> .....	83
3.1. INTRODUCCIÓN .....	85
3.1.1. Mantenimiento Correctivo por sustitución de elementos .....	85
3.1.2. Mantenimiento de reparación propiamente dicha ..	86
3.2. FACTORES DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR AVERÍAS .....	88
3.3. ORGANIZACIÓN TÉCNICO-ADMINISTRATIVA .....	89

<b>Capítulo IV</b>	
<b>PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> ....	97
4.1. INTRODUCCIÓN .....	99
4.2. ANÁLISIS DEL OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO .....	100
4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	102
4.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO O CONDICIONAL .....	104
4.5. PRESENTE Y FUTURO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	105
4.6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO .....	106
4.7. CONSTRUCCIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS EXISTENTES .....	112
4.8. SISTEMAS Y ESTUDIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	113
4.8.1. Inventariar los equipos existentes .....	113
4.8.2. Histórico de incidencias y paradas .....	115
4.8.3. Documentación técnica .....	115
4.8.4. El ciclo PDCA en la gestión sistemática del plan de Mantenimiento Preventivo .....	116
4.8.5. Estudio y optimización de un plan de Mantenimiento Preventivo sobre equipos existentes .....	119
4.8.6. Constitución del grupo de trabajo para estudiar y optimizar un plan de Mantenimiento Preventivo .....	121
4.8.7. Nivel y frecuencia de una intervención preventiva sobre un equipo .....	130
4.8.8. Elaboración de un plan de Mantenimiento Preventivo para máquinas nuevas .....	139

4.9.	DESARROLLO DEL AUTOMANTENIMIENTO .....	142
4.10.	SITUACIÓN O ESTADO DE REFERENCIA .....	144
4.11.	PROCESO DE APLICACIÓN DEL AUTOMANTENIMIENTO ..	146
	4.11.1. Ejemplos de tareas a desarrollar en las operaciones de Automantenimiento .....	147
4.12.	MODO DE EXPLOTACIÓN DEL AUTOMANTENIMIENTO ...	152
	Anexo I. Ejemplo de plan de Mantenimiento Preventivo sobre una máquina especial de mecanizado de bloques de motor .....	155
	Anexo II. Ejemplo de aplicación del correcto Automantenimiento sobre una máquina talladora ..	173

## **Capítulo V**

	<b>INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO (PRIMERA PARTE) .....</b>	<b>185</b>
5.1.	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL PROYECTO E INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	187
	5.1.1. Introducción .....	187
	5.1.2. Definición de Logística Industrial .....	188
	5.1.3. Terotecnología .....	191
	5.1.4. La eficacia de un sistema industrial .....	191
5.2.	INTEGRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL. LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENT O DE UN PRODUCTO .....	192
	5.2.1. Conceptos de calidad y productividad: calidad total	192
5.3.	CONCEPTOS DE JAT Y CALIDAD TOTAL .....	195
	5.3.1. Pilares básicos de mejora de productividad .....	197
	5.3.2. La mejora continua "acelerada" .....	198
	5.3.3. El concepto de eliminar despilfarros .....	199
5.4.	EL SISTEMA INDUSTRIAL Y SU MANTENIMIENTO .....	200
5.5.	INTEGRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL .....	201
5.6.	PREVISIÓN DE LA CALIDAD DEL MANTENIMIENTO Y DE LA DISPONIBILIDAD MÁXIMA EN LA INDUSTRIALIZACIÓN Y EX PLOTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA INDUSTRIAL .....	202
5.7.	LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE UN PRODUCTO INTEGRADA EN LA CALIDAD TOTAL .....	211

5.8.	HERRAMIENTAS DE LA SEGURIDAD DE UN PRODUCTO APLICADAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....	213
5.9.	PERFORMANCES DE LA LOGÍSTICA INDUSTRIAL .....	215
5.9.1.	Concepto de fiabilidad de un sistema de producción .....	215
5.9.2.	Coste global de un sistema de producción .....	216
5.9.3.	Mantenibilidad de un sistema industrial .....	217
5.9.4.	Disponibilidad de un sistema industrial .....	219
5.9.5.	Medida de los indicadores .....	221

## Capítulo VI

	<b>INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO (SEGUNDA PARTE) .....</b>	<b>225</b>
6.1.	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO POR MEJORA DE LA FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRAS SU PUESTA EN MARCHA .....	227
6.1.1.	Introducción .....	227
6.1.2.	Riesgos técnicos y <i>performances</i> de un sistema de producción .....	228
6.1.3.	Concepto de la seguridad de funcionamiento de los sistemas a través de su mantenimiento y mejora hacia el estado del arte .....	229
6.2.	PUESTA EN MARCHA E INDUSTRIALIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	230
6.2.1.	Períodos diferenciados en los fallos durante la vida de un equipo .....	231
6.3.	ESTRATEGIA DEL MANTENIMIENTO EN LA PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS: PROCESO DE <i>DEVERMINAGE</i> O <i>DEBUGGING</i> .....	234
6.3.1.	Proceso de <i>deverminage</i> .....	234
6.4.	IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN DE UN SISTEMA .....	240
6.5.	ANÁLISIS DE DISFUNCIONAMIENTOS: GRUPOS DE FIABILIZACIÓN .....	242
6.5.1.	Objetivos de los grupos de fiabilización .....	242
6.5.2.	El ciclo PDCA como herramienta de progreso para fiabilizar .....	244

6.5.3.	Niveles del ciclo PDCA .....	246
6.5.4.	Propuesta de un plan de progreso con ayuda de los grupos de fiabilización para la mejora continua y el mantenimiento de estándares .....	258
6.5.5.	Ejemplo de líneas de acción de los grupos de fiabilización en "procesos" de mecanizado de piezas .....	258
6.5.6.	Análisis y eliminación de las causas principales de fallos .....	259
6.5.7.	La fiabilización de los equipos .....	261
6.5.8.	Causas de pérdidas de rendimiento operacional ....	262
6.5.9.	Métodos de análisis de fallos y resolución de problemas .....	264
6.5.10.	Análisis a través de diagramas de Pareto .....	264
6.5.11.	Etapas para la construcción de un diagrama de Pareto	266
6.5.12.	Métodos analíticos de mejora de la fiabilidad .....	269
6.5.13.	Método AMDEC de análisis de fallos .....	271
6.5.14.	Investigación metódica de fallos .....	278
6.5.15.	Segundo ejemplo de investigación metódica de fallos .....	287
6.5.16.	Conclusiones de los métodos analíticos .....	292
6.6.	EL ESTADO DEL ARTE A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE Y LA EXPERIENCIA .....	293
6.6.1.	El proceso de aprendizaje .....	293
6.6.2.	Curvas de aprendizaje por la experiencia y la mejora continua .....	296
6.6.3.	Modelo de curva de aprendizaje .....	297
6.6.4.	Valores de los parámetros de las curvas de aprendizaje .....	298
6.6.5.	Algunas observaciones sobre las curvas de aprendizaje .....	301
6.6.6.	Identificación de la excelencia a través del aprendizaje y el conocimiento óptimo de un proceso	306
6.6.7.	Pasos a dar para provocar una mejora .....	306

## Capítulo VII

### **MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD POR GRAN REPARACIÓN O RECONVERSIÓN DE UN EQUIPO DE PRODUCCIÓN**

	317
7.1. INTRODUCCIÓN. LOS CUATRO ESTADOS DEL MANTENIMIENTO .....	319
7.2. CALIDAD EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....	320
7.3. CALIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN .....	321
7.4. DOMINIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN .....	322
7.5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....	325
7.6. INDICADORES DE APTITUD PARA LA CALIDAD DE UNA MÁQUINA .....	326
7.7. METODOLOGÍA APLICADA PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE CALIDAD DE MÁQUINAS .....	327
7.7.1. Muestreo .....	327
7.7.2. Cálculo de la dispersión de máquina .....	329
7.7.3. Aptitud para la calidad de un sistema o máquina de producción .....	329
7.7.4. Coeficiente CPK .....	331
7.7.5. Características que no siguen una ley normal .....	331
7.7.6. Características de los estados de superficie (CES) .	333
7.7.7. Recepción provisional de un sistema de producción	333
7.8. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO .....	333
7.8.1. Etapas en el dominio del proceso .....	337
7.8.2. Formas del control estadístico de los procesos .....	339
7.8.3. Evolución del comportamiento de los sistemas de producción .....	341
7.8.4. Realización de los ensayos de aceptación de sistemas de producción .....	345
7.8.5. Decisión de reconstrucción de una máquina .....	346
7.8.6. Informe de toma de decisión para reconstruir una máquina .....	349
7.8.7. Planificación del proceso de reconstrucción .....	351

## Capítulo VIII

<b>EL MANTENIMIENTO Y LA INFORMÁTICA</b> .....	355
8.1. INTRODUCCIÓN .....	357
8.1.1. Mantenimiento Correctivo .....	357
8.1.2. Mantenimiento Preventivo y su planificación .....	357
8.1.3. Gestión de <i>stocks</i> y compras de recambios .....	359
8.1.4. Mantenimiento Predictivo .....	359
8.1.5. Diagnóstico de averías .....	359
8.2. LA INFORMÁTICA APLICADA A LA GESTIÓN GLOBAL DEL MANTENIMIENTO .....	359
8.3. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS DE INFORMA- CIÓN .....	361
8.4. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA .....	363
8.5. LA INFORMÁTICA APLICADA A LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	365
8.5.1. Seguimiento y control de paradas en los sistemas de producción .....	365
8.5.2. Arquitectura informática .....	367
8.6. APLICACIÓN DEL CÓDIGO DE BARRAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	370
8.6.1. Consideraciones generales de la aplicación .....	370
8.6.2. <i>Hardware</i> de captación .....	371
8.7. ASISTENCIA INTEGRADA EN LA FABRICACIÓN: AYUDA AL DIAGNÓSTICO .....	372
8.8. SISTEMAS DE SIMULACIÓN DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICAS .....	374
8.8.1. Conceptos de la simulación .....	375
8.8.2. Simulación de sistemas dinámicos sobre líneas de producción automáticas .....	378
8.8.3. Presentación resumida de un método de simulación ...	378
8.8.4. Los componentes del programa .....	379
8.8.5. Ensamblaje de los componentes .....	380
8.8.6. Síntesis de la descripción de una línea a simular .....	380
8.8.7. Productividad de la línea por simulación .....	383
8.8.8. Datos necesarios en la configuración de la línea .....	383
8.8.9. Datos de salida .....	383

## **Capítulo IX**

### **GESTIÓN DE PIEZAS DE RECAMBIO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

.....	385
9.1. GESTIÓN DE PIEZAS DE RECAMBIO PARA MANTENIMIENTO .....	387
9.1.1. Introducción .....	387
9.1.2. Definiciones de tipos de recambio aplicados en los sistemas de producción .....	388
9.1.3. Clasificación por el tipo de aprovisionamiento .....	389
9.1.4. Clasificación por exigencias contractuales en el pedido de una máquina .....	390
9.1.5. Clasificación práctica de las piezas de recambio en los talleres .....	392
9.2. PROCESO DE ESTUDIO Y APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS DE RECAMBIO PARA EL ARRANQUE DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....	392
9.2.1. Organización y clasificación .....	398
9.2.2. Identificación .....	399
9.2.3. La normalización en los componentes de los sistemas de producción .....	399
9.2.4. Cálculo de <i>stocks</i> de piezas de recambio .....	403
9.2.5. Índices de control de la gestión de un almacén de recambios .....	403
9.2.6. Gestión de documentación técnica .....	407
9.2.7. Transmisión de la documentación .....	414
9.2.8. Presentación de los documentos .....	415
9.2.9. Modificaciones .....	415
9.2.10. Gestión informatizada de documentación técnica ..	415

## **Capítulo X**

<b>LOS COSTES DE MANTENIMIENTO Y SU CONTROL</b> .....	417
10.1. INTRODUCCIÓN .....	419
10.2. CONDUCIR LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES .....	420
10.2.1. Algunas consideraciones sobre indicadores .....	425



10.2.2. Preparación del cálculo de los indicadores de los costes de mantenimiento .....	425
10.3. RESUMEN ANUAL DE COSTES DE MANTENIMIENTO POR MÁQUINAS-EQUIPOS DE PRODUCCIÓN .....	437
10.4. CONTROL DE COSTES DE MANTENIMIENTO .....	437
10.5. CONTROL DE LAS INSTALACIONES .....	439

## **Capítulo XI**

### **EL TPM COMO HERRAMIENTA PRÁCTICA EN UN PROYECTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL HACIA LA EXCELENCIA** .....

11.1. EVOLUCIÓN HACIA EL TPM .....	441
11.2. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DEL TPM .....	443
11.3. CARACTERÍSTICAS DEL TPM COMO HERRAMIENTA PRÁCTICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN UN PROYECTO DE EMPRESA EN CALIDAD TOTAL .....	445
11.4. EFECTOS DEL TPM .....	450
11.5. NECESIDADES Y PILARES BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DEL TPM .....	453
11.6. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TPM Y PRINCIPALES ACTIVIDADES .....	458
11.6.1. El TPM en la gestión de la mejora .....	462