

# MANUAL DE GESTIÓN DE ACTIVOS Y MANTENIMIENTO



Editado por  
ADOLFO ARATA  
LUCIANO FURLANETTO



editores

## **Listado alfabético de autores**

Arata Andreani, Adolfo

Atzori, Bruno

Cattaneo, Maurizio

Cuomo, Emilio

De Marzo, Biagio

Furlanetto, Luciano

Johns Neumann, Edward

Kristjanpoller Rodríguez, Fredy

Labbé Zepeda, Fernando

Lazzarin, Paolo

Lucifredi, Aleramo

Maciga, Andrea

Madrid Recabarren, Rodrigo

Mastriforti, Carlo

Nilo Arenas, Eduardo

Panzeri, Fabrizio

Preziosa, Maurizio

Ravina, Enrico

Stegmaier Bravo, Raúl

# ÍNDICE

<i>Acerca de los autores</i>	xxv
<i>Prólogo</i>	xxxi
• Sr. Andrés Ríos Cerda, Presidente Asociación Chilena de Mantenimiento Industrial.	
• Sr. Joaquín Droop H., Director Corporativo de Mantenimiento, Codelco Chile.	xxxiii
<b>Primera Parte. Introducción a la mantención</b>	<b>1</b>
<b>1. Consideraciones generales de la gestión de activos y el mantenimiento</b>	<b>3</b>
por Adolfo Arata y Luciano Furlanetto	
1.1 La función de gestión de activos y de mantención	3
1.2 El proceso de mantención	8
1.3 Antecedentes históricos	11
1.4 Impacto económico	22
1.5 La cultura de mantener	26
1.6 Proyectar la mantención	28
1.7 Desarrollando una estrategia de mantención	34
1.8 Tecnologías de la información aplicadas a la mantención	38
1.9 El siguiente paso, <i>Total Quality Maintenance (TQMain)</i>	42
Bibliografía	46
<b>2. El negocio de mantención</b>	<b>49</b>
por Eduardo Nilo	
1. Visión económica de actividad de mantención	49
2. Modelo de integración de mantención a procesos productivos	51
2.1 Optimizando la segunda generación de mantenimiento	53
2.2 Integrando el proceso de mantenimiento a los procesos productivos	55
3. Costo de calidad como <i>driver</i> de mejoramiento	54

3.1	Componentes de costos de calidad	56
4.	Aplicaciones de confiabilidad.	57
4.1	Confiabilidad de equipos	58
4.2	Confiabilidad de sistemas	60
4.3	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Costeo de Ciclo de Vida (LCC)	62
5.	Integración de herramientas sintomáticas al ciclo de mantención	64
6.	Resumen	66
	Bibliografía	67
	 <b>Segunda Parte. La proyectación</b>	 69
<b>1.</b>	<b>La optimización del ciclo de vida</b> por Bruno Atzori y Paolo Lazzarin	71
1.	La Teoría de la Confiabilidad	71
2.	La tasa de falla y la confiabilidad	73
3.	Las fases de la vida de la máquina	77
4.	Fallas por fatiga o desgaste de los componentes: La distribución normal y <i>log-normal</i>	79
5.	Hipótesis de tasa de falla constante: la distribución exponencial negativa	83
6.	Hipótesis de tasa de fallas decreciente: la distribución De Weibull	89
7.	La integración entre diseño y mantención	90
	Bibliografía	92
<b>2.</b>	<b>Fenomenología de las fallas de las máquinas y evaluación de la vida residual</b> por Bruno Atzori y Paolo Lazzarin	95
1.	Criterios que influyen sobre la filosofía de diseño y mantención.	95
2.	Planificación de las operaciones de mantención	100
3.	Monitoreo de las fases de origen y propagación de las fisuras por fatiga	102
4.	Modelos predictivos del comportamiento bajo fatiga	109
	Bibliografía	114

<b>3.</b>	<b>Estrategias de mantención</b>	<b>117</b>
	por Adolfo Arata y Raúl Stegmaier	
1.	Análisis de confiabilidad	117
1.1.	Costo durante el ciclo de vida	117
2.	Teoría de confiabilidad aplicada a sistemas	120
2.1	Confiabilidad de sistema	124
2.2	Mantenibilidad	140
2.3	Disponibilidad de componentes y sistemas	143
2.4	Costos globales	146
2.5	Análisis de redundancia	149
2.6	Modelo de evaluación de la seguridad de funcionamiento	150
2.7	Caso planta de filtrado	153
2.8	Caso planta concentradora	159
3.	Sustitución de componentes	164
3.1	Introducción	164
3.2	Políticas de mantención	165
3.3	Lógica para definición de política de mantención	166
3.4	Modelos de mantención preventiva	167
3.4.1	Mantención preventiva a fecha constante	167
3.4.2	Mantención preventiva a edad constante	169
3.4.3	Mantención preventiva según condición o sintomática	170
3.5	Sustitución para caso $n$ componentes	173
3.6	Inspección óptima	174
3.7	Políticas de mantención	175
4.	Renovación de equipos	180
4.1	Sustitución de equipos	181
4.2	Modelos de reemplazo	182
4.3	Alternativas de costo anual uniforme equivalente	185
5.	Metodología de individualización de los componentes críticos y su cuantificación	186
5.1	MAFEC	187
5.2	Caso: equipos rodantes	191
	Bibliografía	199
<b>4.</b>	<b>Ingeniería de mantención</b>	<b>201</b>
	por Adolfo Arata y Fredy Kristjanpoller	
1.	Competitividad y mantención	201
2.	Evolución de la mantención	204
3.	Ingeniería de mantención	206

3.1	Rol de la ingeniería de mantención	206
3.2	La Ingeniería de la mantención en la etapa de proyecto	207
3.3	La Ingeniería de mantención en la etapa de ejercicio	208
3.4	La Ingeniería de mantención y la organización	209
3.5	Actividades de la Ingeniería en mantención	210
3.6	Proceso de la Ingeniería en mantención	212
4.	Ingeniería de mantención y las tecnologías de la información y las comunicaciones	214
5.	Caso aplicado de ingeniería de mantención	215
	 Bibliografía	 220
 <b>5.</b>	 <b>La mantención en la fábrica liviana</b>	 221
	por Luciano Furlanetto	
1.	El desarrollo organizacional de la mantención	221
2.	La fábrica liviana	224
2.1	Introducción	224
2.2	La fábrica liviana	225
2.3	Conceptos básicos	226
2.3.1	Lógicas de funcionamiento	228
2.4	Lógicas de implementación de la fábrica liviana	229
2.4.1	Dimensiones de la minifábrica	231
2.4.2	Especificaciones de intercambio	232
2.4.3	Estructura de la minifábrica	232
2.4.4	Certificación de los factores	233
2.4.5	<i>Empowerment</i>	234
3.	La mantención productiva	235
3.1	Concepto	235
3.2	Contenidos de la mantención productiva.	238
3.3	La limpieza y la primera puesta a punto de la máquina (5-S) Automantención	239
3.4	Mejoras del rendimiento y planificación de la mantención (MAFEC)	242
3.5	Mejoramiento continuo	245
3.6	La gestión del proyecto de mantención productiva	248
3.6.1	El desarrollo de las actividades	248
3.6.2	Método de trabajo	250
3.7	Conclusiones	251
4.	Las funciones, los roles y la estructura de la mantención	254
4.1	Objetivos de la mantención y funciones necesarias para lograrlos	254

4.1.1	Objetivos	254
4.1.1.1	Atención permanente a la conservación del patrimonio instalado	255
4.1.1.2	El mejoramiento de las prestaciones	255
4.1.1.3	Aumento de la disponibilidad	256
4.1.1.4	Reducción de los costos de mantención	257
4.1.2	Funcionamiento de la minifábrica	257
4.1.2.1	El manejo de la máquina	258
4.1.2.2	El diagnóstico	259
4.1.2.3	La administración de la mantención	259
4.1.2.4	La administración de las empresas	261
4.1.2.5	El control de los costos	262
4.1.2.6	La ingeniería de mantención	262
4.1.2.7	Los talleres de mantención	263
4.2	La estructura organizacional y los principales roles	264
4.2.1	La estructura organizacional	264
4.2.2	Los principales roles, responsabilidades y actividades	266
4.2.2.1	Responsable de la minifabrica	266
4.2.2.2	<i>Controller</i>	268
4.2.2.3	Administración de la mantención	269
4.2.2.4	Jefe de turno de producción / jefe de equipo / <i>team leader</i>	271
4.2.2.5	Conductor	273
4.2.2.6	Mantención programada y talleres	274
4.2.2.7	Ingeniería de mantención	275
4.3	Conclusiones	277
	 Bibliografía	 277
 <b>6.</b>	 <b>Competencias laborales en la gestión de mantención</b> por Adolfo Arata y Rodrigo Madrid	 279
1.	Introducción	279
2	Competencias laborales y su aplicación en la gestión del recurso humano	280
3.	Competencias laborales en el ámbito de la gestión de la mantención	282
3.1	Elaboración del mapa funcional de los procesos involucrados en la gestión de la mantención	283
3.2	Elaboración del catálogo de competencias de gestión de la mantención	285

3.3	Diagnóstico de la oferta actual y determinación de brechas individuales de competencias	287
3.4	Generación plan de capacitación para superación de la brecha de competencias	288
4.	Consideraciones generales sobre la utilización de mecanismos de formación y capacitación basados en modelos de competencias laborales	290
	Bibliografía	291
<b>7.</b>	<b>Mejoramiento continuo</b> por Adolfo Arata y Edward Johns	<b>293</b>
1.	El mejoramiento continuo en la mantención	293
2.	Qué es mejoramiento continuo	294
3.	Administración del mejoramiento continuo	295
3.1	Rol de ingeniería de mantención	295
4.	Proceso de mejoramiento continuo	296
4.1	Probar la necesidad de mejoramiento	296
4.2	Generación de sugerencias	297
4.3	Selección de proyectos	297
4.4	Organización de los equipos de proyectos	298
4.5	Verificar la necesidad y misión del proyecto	300
4.6	Diagnosticar las causas	301
4.6.1	Herramientas de diagnóstico para el mejoramiento continuo	301
4.6.2	Descripción y cuantificación de los síntomas	302
4.6.3	Formulación de teorías	302
4.6.3.1	Generación de teorías	302
4.6.3.2	Orden de las teorías	303
4.6.3.3	Selección de teorías que se van a probar	303
4.7	Proporcionar un remedio y probar su efectividad	303
4.7.1	Resistencia al cambio	304
4.8	Seguimiento de los proyectos	305
5.	Ciclo de vida del equipo de proyecto	305
5.1	Etapa de preparación	305
5.2	Etapa de análisis	306
5.3	Etapa de operaciones	308
5.3.1	Fase de análisis detallado	308
5.3.2	Fase de desarrollo	308
5.3.3	Fase de Implantación	309
5.4	Etapa de seguimiento	309

6.	Caso: Mejoramiento continuo aplicado a una línea de producción de Chocolate	310
6.1	Estado actual de la empresa	312
6.2	El escenario en la fábrica	312
6.3	La oportunidad para el mejoramiento	313
6.4	Problemas encontrados	315
6.5	El plan de acción	316
	Bibliografía	324
	<b>Tercera Parte. La planificación de la mantención</b>	<b>325</b>
<b>1.</b>	<b>La planificación de la mantención</b> por Biagio De Marzo	<b>327</b>
1.	La planificación entre “Proyectando la mantención” y la “Ejecución”	327
2.	El plan maestro del sistema integrado de mantención	328
2.1	La necesidad del plan maestro: fases, esquema lógico y <i>output</i>	328
2.2	Cómo se prepara el plan maestro	331
2.3	Los prerrequisitos	334
2.4	Los subsistemas	335
2.5	Las fases de proyecto de detalle y de implementación de los subsistemas	336
2.6	Aspectos metodológicos y motivaciones	337
3.	La estandarización en la mantención	338
3.1	Conceptos generales y metodología	338
3.2	Los estándares operativos de mantención	339
3.2.1	Estándar general de la máquina - Datos “permanentes”, inspecciones, lubricación	341
3.2.2	Estándar de los trabajos periódicos y de los materiales	344
3.2.3	Estándar del control técnico-económico	345
3.3	El conjunto de los estándares y de los vínculos lógicos con las actividades de mantención	345
3.4	Estándares técnicos-administrativos de la clasificación de los trabajos	347
3.5	Estándar técnico-administrativo de la clasificación de los repuestos	353
4.	La planificación en la mantención	358
4.1	Consideraciones iniciales	358

4.2	Modelo de referencia	359
4.3	Esquema lógico de la planificación de la mantención	359
4.4	Los planes de mantención	361
4.4.1	Definición y finalidad de los planes	361
4.4.2	Tipos de planes de mantención y contenidos	361
4.4.3	Plan plurianual y plan anual	363
4.4.4	Plan trimestral y plan mensual	367
4.4.5	Programa mensual de faenas	367
<b>2.</b>	<b>La gestión de los recursos de mantención</b> por Emilio Cuomo	<b>371</b>
1.	Generalidades	371
2.	El presupuesto de mantención	371
3.	La gestión de los recursos humanos	372
3.1	Generalidades	372
3.2	La planificación de las faenas	373
3.2.1	La planificación y el presupuesto	374
3.2.2	Los estándares de trabajo	376
3.2.3	Asignación de recursos	381
3.2.4	La calendarización	381
3.2.4.1	El programa periódico y las técnicas de planificación	382
3.2.4.2	Las grandes faenas: las técnicas reticulares	388
3.2.4.3	Uso de herramientas informáticas	404
3.2.5	Los trabajos realizados por los operadores	404
3.3	La rendición de cuentas de trabajo	407
3.4	La formación y capacitación de los recursos de mantención	409
4.	La gestión de los medios	410
<b>3.</b>	<b>La gestión de los materiales técnicos</b> por Carlo Mastriforti	<b>411</b>
1.	Introducción	411
1.1	Objetivos de gestión	411
1.2	Procesos y fases de la gestión de materiales	412
2.	Ingeniería de materiales	414
2.1	Identificación y clasificación de los materiales	414
2.2	Codificación	415
2.3	Estandarización	416
2.3.1	Modularidad	417
2.4	Políticas de gestión	417

2.5	Política de gestión por punto de suministro	418
2.5.1	Partida económica de adquisición (EOQ)	418
2.5.2	Punto de emisión de la orden y reservas de seguridad	419
2.6	Política de gestión por reposición de reservas	420
2.7	Gestión según necesidades	421
2.8	Políticas de emisión de órdenes	421
2.9	Políticas de aprovisionamiento	422
2.10	La gestión de los repuestos	423
2.10.1	Costos por carencia	423
2.10.2	Tipologías de averías	423
2.10.3	Modalidades de consumo	425
2.11	Conclusiones	426
3.	El control de gestión	427
3.1	Valorización de los materiales	427
3.1.1	LIFO	427
3.1.2	Costo medio ponderado	428
3.1.3	Costo medio actual	428
3.1.4	Costo STD	428
3.2	Velocidad de rotación	428
3.3	Análisis ABC de los consumos y de las inmovilizaciones	429
3.4	Análisis de elementos no movilizados y obsoletos	433
3.5	Inventario	434
3.6	Análisis de los componentes críticos	435
3.7	Análisis crítico de las reservas	436
3.8	Conclusiones	436
4.	Mejoramiento	436
4.1	Reducción de los tiempos de aprovisionamiento (Ta)	437
4.2	Ensanchamiento del horizonte de previsión	437
4.3	Conclusiones	439
5.	Organización	439
5.1	Lógicas organizacionales y responsabilidades	441
5.2	Matríz de interfuncionalidad	442
5.3	Logística: dónde se deben ubicar las reservas	443
<b>4.</b>	<b>El <i>global service</i> y el <i>outsourcing</i> en mantención por Maurizio Preziosa</b>	<b>445</b>
1.	El mercado de la mantención	445
2.	El fenómeno <i>outsourcing</i>	449
3.	Tipologías de prestaciones para la mantención	451
3.1	Faenas a trato	452
3.2	Faenas a medida	452

3.3	Faenas a suma alzada a <i>fortait</i>	453
3.4	<i>General Contracting</i>	454
4.	El Global Service de mantención	454
4.1	Definición	455
4.2	La finalidad del servicio de mantención global	455
4.3	Nivel de servicio	457
4.4	Mejoramiento Continuo	460
4.5	Organización del Servicio	460
4.6	Salvaguardia del know-how	463
4.7	Global Service con outsourcing	466
5.	La externalización de la mantención: criterios de elección	467
5.1	Factibilidad estratégica	468
5.2	Factibilidad técnico-organizacional	469
5.3	Factibilidad económica	471
5.3.1	Economicidad de la oferta	471
5.3.2	Evaluación de las empresas proveedoras	473
<b>5.</b>	<b>La mantención según condición y predictiva</b> por Luciano Furlanetto	<b>475</b>
<b>6.</b>	<b>Elementos de análisis de señales y firma, monitoreo de</b> <b>condición y diagnóstico para la mantención predictiva de</b> <b>máquinas e instalaciones</b> por Aleramo Lucifredi	<b>487</b>
1.	Generalidades	487
1.1	Las escalas	487
1.2	El decibel	492
1.3	Consideraciones para la aplicación	494
1.4	La representación logarítmica de los movimientos armónicos	495
2.	Las señales y el análisis de señales	496
2.1	Análisis de la señal. Descriptores para el análisis de la señal en el dominio del tiempo.	496
2.2	Elementos de análisis de señales en el rango de frecuencias	503
2.2.1	La serie de Fourier	503
2.2.2	La transformada de Fourier	509
2.2.3	La transformada discreta de Fourier (DFT, <i>Discrete Fourier</i> <i>Transform</i> )	527
2.2.4	El <i>aliasing</i>	539
2.2.5	El <i>leakage</i>	545
2.2.6	Los promedios	560

2.2.7	Las técnicas <i>zoom</i>	566
2.2.8	Las densidades espectrales de potencia y de energía y el autoespectro	568
2.2.9	La respuesta de los sistemas lineales	572
2.2.10	Los métodos paramétricos	577
2.2.11	Otros métodos de estimación espectral	582
2.2.12	Los análisis combinados tiempo/frecuencia (y tiempo/escala)	582
2.3	El cepstrum	593
2.3.1	El cepstrum de potencia	593
2.3.2	El cepstrum complejo	597
2.4	Las señales moduladas	600
2.4.1	Modulación de amplitud de frecuencias y de fase	600
2.4.2	Las pulsaciones	611
2.4.3	La transformada de Hilbert y la envolvente de una señal	622
3.	Las características del estado de salud de las máquinas, el monitoreo de las máquinas y los criterios de juicio de la vibración	625
3.1	Las características del estado de salud de las máquinas	625
3.2	El monitoreo de las máquinas	649
3.2.1	La elección del transductor	649
3.2.2	Los esquemas típicos de montaje	654
3.2.3	Sistema de monitoreo de tipos específicos de máquinas	657
3.2.4	La medición durante la puesta en marcha y la fase de detención	663
3.3	Los criterios de juicio de la vibración	668
3.3.1	Los límites cuantitativos impuestos por el fabricante y los límites cualitativos	668
3.3.2	Los límites de espectro	671
3.3.3	El análisis de tendencia	672
	Bibliografía	673
<b>7.</b>	<b>Controladores automáticos para la mantención</b> por Enrico Ravina	<b>677</b>
<b>8.</b>	<b>Sistemas de monitoreo y diagnóstico y controles no destructivos</b> por Andrea Maciga	<b>685</b>
1.	Introducción	685
2.	Corrientes inducidas	686

3.	Emisión acústica	690
4.	Tintas penetrantes	693
5.	Magnetoscopia	697
6.	Métodos ópticos	701
7.	Radiografía	705
8.	Detección de fugas	707
9.	Termografía	712
10.	Ultrasonidos	716
11.	Análisis de aceites para la detección preventiva del desgaste en máquinas rotatorias	721
11.1	Introducción	721
11.2	Consideraciones sobre los procesos de desgaste	723
11.3	Principios e instrumentos de la ferrografía	727
11.4	Instrumentos de lectura directa	727
11.5	Instrumento analizador	730
11.6	FerroscoPIO	731
11.7	Conclusiones	738
12.	Visión panorámica de la aplicabilidad y confiabilidad de las PnD en la detección de defectos típicos de operación	739
12.1	Planificación y programación de las operaciones	739
12.2	Frecuencia y extensión de las PnD	741
12.3	Técnicas PnD	741
12.4	Tipología de las anomalías más probables en las plantas industriales y las PnD más adecuadas para detectarlas	742
12.5	Exámenes globales de la planta o del componente	749
12.6	Conclusiones	750
	Bibliografía	751
<b>9.</b>	<b>Técnica de elementos finitos como herramienta en la predicción de la integridad estructural</b> por Fernando Labbé	<b>753</b>
1.	Introducción	753
2.	El método de elementos finitos en análisis estructural	755
2.1	Antecedentes generales	755
2.2	Método de elementos finitos	757
3.	Análisis de casos	761
3.1	Caso: Evaluación de integridad estructural de tapas de molinos en la industria minera	761

3.2	Caso: Evaluación de integridad estructural de reactor de Procesos en la industria petroquímica	763
	Bibliografía	765
<b>10.</b>	<b>El sistema informativo</b> por Maurizio Cattaneo	<b>767</b>
1.	Introducción	767
2.	Estructura del sistema informativo	768
3.	Los procesos	771
3.1	Estructura de plantas	771
3.2	Mantenimiento de primer nivel	775
3.3	Mantenimiento de segundo nivel	781
3.4	El potencial de mejoramiento	789
4.	La gestión del cambio	790
4.1	La evolución de los comportamientos organizacionales	791
4.2	Objetivos y resultados	791
4.3	El uso del computador	793
5.	El sistema de mantenimiento en el contexto de la empresa	793
5.1	El panel de control	794
5.2	Vínculos entre sistemas	795
5.2.1	Los instrumentos de interfaz	795
5.2.2	El enfoque ERP	796
5.2.3	Documentación, imágenes, Web y <i>workflow</i>	797
	Bibliografía	798
	<b>Parte IV. El Control</b>	<b>801</b>
<b>1.</b>	<b>El control técnico y económico de la mantención</b> por Biagio De Marzo	<b>803</b>
1.	La gestión técnica de las instalaciones y el control de los resultados	803
2.	La prestación productiva de las instalaciones	804
3.	El mejoramiento de la disponibilidad a través de la confiabilidad y la mantenibilidad	807

4.	Indicadores de control técnico, valores planificados y marcha de los consumos	812
5.	El análisis de las averías: procedimientos y metodología	815
5.1	Contenidos y documentos para el análisis de las averías	815
5.2	Metodología de análisis de las averías	817
5.3	Procedimiento sobre las averías	819
6.	Adquisición de datos y gestión de las informaciones técnicas	823
7.	El control de los efectos de la mantención y los análisis técnicos	826
7.1	La medición de los efectos de la mantención	826
7.2	Los análisis técnicos	826
7.3	Investigaciones preliminares para mejoras y modificaciones a nivel de fábrica	828
8.	Control de la productividad y eficiencia del personal	829
8.1	Actividades de mantención realizables por los operadores	829
8.2	Análisis de la productividad y del rendimiento del personal de mantención	830
8.3	Evaluación de la organización del trabajo (estructuras, roles y tareas)	832
8.4	Desarrollo de los recursos humanos y planificación de las actividades formativas	832
9	El presupuesto como herramienta de control de los costos	834
9.1	El sistema de costos	834
9.2	Centros de costo y de responsabilidad	835
9.3	Características y composición de los parámetros generales del costo	836
9.4	Los costos de la planta imputables a la mantención	837
10.	El “costo global” y el “costo propio” de mantención	838
10.1	Clasificación de los costos	838
10.2	Efecto sobre los costos de los distintos tipos de mantención	839
10.3	Evaluación del costo de mantención	840
11.	Ítemes de gastos, modalidades de cálculo, agrupaciones y periodicidad de los balances	842
11.1	Ítemes de gastos de los costos directos y modalidades de cálculo	842
11.2	Agrupaciones, subdivisiones y periodicidad de los gastos de mantención	845
12	El plan guía	845
13.	El presupuesto de mantención	849
13.1	Concepto de presupuesto – Asignación de recursos	849
13.2	Identificación de los trabajos	850
13.3	Redacción del presupuesto	851
13.4	Análisis, responsabilidad y control del presupuesto	854

14.	La imputación de los costos – Informes periódicos	856
15.	Los índices como medio de gestión y de previsión	859
16.	Procesamiento y evaluación de los datos	863
17.	Consideraciones finales	864
<b>2.</b>	<b>El <i>benchmarking</i> en mantención</b>	<b>869</b>
	por Fabrizio Panzeri	
1.	Introducción	869
1.1	Una historia para comprender	870
1.2	Análisis de un caso exitoso	871
2.	Una definición	873
3.	Los objetivos del <i>benchmarking</i>	873
3.1	Conocerse a sí mismo	873
3.2	Cuánto mejorar	874
3.3	Cómo mejorar	874
3.4	Activar procesos de cambio	875
3.5	Incentivar el aprendizaje y la creatividad	875
4.	El <i>benchmarking</i> como proceso	876
4.1	Identificar el objeto del <i>benchmarking</i>	878
4.2	Constituir un grupo de trabajo	881
4.3	La búsqueda del <i>partner</i> : ¿de quién y con quién aprender?	882
4.3.1	Tipos de <i>benchmarking</i>	885
4.3.2	<i>Benchmarking</i> interno	885
4.3.3	<i>Benchmarking</i> competitivo	887
4.3.4	<i>Benchmarking</i> funcional	887
4.3.5	<i>Benchmarking</i> genérico	888
4.4	Adquirir informaciones y medir	888
4.5	Identificar las prácticas excelentes	889
5.	Acerca de la continuidad del <i>benchmarking</i>	894
6.	Acerca del método	894
7.	Gestión e implementación del <i>benchmarking</i>	895
7.1	Gestión: instauración, apoyo, implementación	896
8.	El <i>benchmarking</i> en mantención	898
8.1	Evolución de la mantención	899
8.2	<i>Outsourcing</i> o servicio de terceros	900
8.3	El modelo organizacional	901
8.4	Los procesos de la mantención	902
8.4.1	Programación de las faenas	903
8.4.2	Ejecución de las faenas	904
8.4.3	Adquisición de prestaciones	905
8.4.4	Control de las actividades de las empresas	906

8.4.5	La gestión de los materiales técnicos	906
8.4.6	La planificación de la mantención	908
8.4.7	La actividad de mejoramiento	909
8.4.8	Diseño de la mantención	909
8.5	El papel del sistema informativo	910
8.6	Los índices de mantención	911
8.7	Pautas de proyectos y gestión	912
9.	Conclusiones	917
	<i>Apéndice</i>	921

## Acerca de los autores

**Arata Andreani, Adolfo.** Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad Federico Santa María, Chile; diplomado en Ingeniería Industrial en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; perfeccionamiento en Pre-Ingeniería de Proyectos Industriales en Brasil y Doctor en Ciencias Empresariales de la Universidad de Lleida, España. Profesor Titular de la Universidad Santa María y profesor invitado en universidades extranjeras y programas internacionales. Ha participado en proyectos de investigación y desarrollo en el Politécnico de Milán, Centro de la Comunidad Europea-Enea, Ispra, Italia y en la Universidad Luigi Bocconi de Milán y Altas Corporation, USA, entre otras. Rector de la Universidad Santa María en dos períodos. En su actividad profesional es consultor de empresas chilenas y extranjeras, lo que le ha permitido incorporar nuevos conceptos en las áreas de la organización, proyecto, mantenimiento, TIC y energía. Es autor de numerosos artículos y de varios libros, como resultado de su trabajo de investigación y profesional. Director de varias instituciones académicas y empresariales, como el Instituto Internacional para la Innovación Empresarial y de la Cámara del Comercio y la Producción de la Región de Valparaíso, de la que fue su Presidente. Por su actividad académica, gremial y empresarial ha recibido reconocimientos a nivel nacional e internacional.

**Atzori, Bruno.** Ingeniero Mecánico y profesor de Construcción de Máquinas, comienza su actividad universitaria en 1968 como ayudante del profesor Renato Giovannozzi en el Politécnico de Turín, ocupándose de problemáticas de seguridad estructural, en especial de la fatiga. Posteriormente se traslada a la Universidad de Bari como profesor de Construcción de Máquinas, y de allí a la Universidad de Padua, donde es profesor titular de la cátedra de Construcción de Máquinas desde 1984. Ha efectuado estudios en el extranjero (un año en la Universidad de California de Los Ángeles y seis meses en el Laboratorium für Betriebfestigkeit de Darmstadt), especializándose en el análisis numérico de tensiones y el comportamiento bajo fatiga de las estructuras soldadas. Es autor de numerosos trabajos científicos publicados tanto en Italia como en el extranjero.

**Cattaneo, Maurizio.** Graduado del Politécnico de Milán en Ingeniería Mecánica, diplomado en la Universidad de Urbino (Facultad de Psicología), especializado en Grafología del trabajo. Comienza su carrera desarrollando actividades de consultoría en el campo de la tecnologías gráficas industriales y la planificación de instalaciones. Desde 1982 a 1996 trabaja para RDA (Instituto de Investigación e Intervención en la Gestión Empresarial) como consultor en las áreas de logística, mantención y sistemas informativos de mantención; desde 1996 presta servicios profesionales a Deloitte & Touche Consulting Group Italia SpA. Miembro del Consejo Directivo de la AIMAN (Asociación Italiana de Técnicos de Mantención), afiliada a la EFNMS (European Federation of National Maintenance Societies). Autor, junto a Luciano Furlanetto de los textos:

*Manutenzione a costo zero*, Ipsoa, Milán, 1986; *Manutenzione produttiva, l'esperienza del TPM in Italia*, Isedi, Turín, 1992, además de numerosos artículos en revistas especializadas en el campo de la mantención, y ponencias en congresos y seminarios acerca de temas relativos a la organización de la mantención y los sistemas de información.

**Cuomo, Emilio.** Ingeniero Mecánico, comienza su carrera en una empresa productora de electrodomésticos, encargándose de investigación y desarrollo. Se traslada luego a la Anichem, donde se desempeña inicialmente en Ingeniería de mantención y luego como encargado de planificación. Posteriormente se encarga del desarrollo organizacional de una de las mayores fábricas. Actualmente trabaja, en la sede de la empresa, en el campo de la organización y de las relaciones industriales, con especial énfasis en la implementación de sistemas de información integrados. Es autor de varias memorias sobre el tema de la mantención, presentadas tanto en congresos como en revistas técnicas, y ha dictado seminarios en Italia y en el extranjero sobre dichas materias.

**De Marzo, Biagio.** Ingeniero naval y mecánico, comienza su carrera en la Marina militar asistiendo a la Academia Naval de Livorno y graduándose en la Universidad de Nápoles. Fue ingeniero de máquinas de la fragata Bergamini y del crucero Vittorio Veneto. Después de transferirse a la industria civil, ha adquirido veinte años de experiencia en grandes empresas siderúrgicas italianas: Italsider, Terni Acciai Speciali, Ilva, Falck. En especial ha estado a cargo de grandes proyectos de cambios de la mantención, de los servicios técnicos y de la logística en el Centro siderúrgico de Tarento y en las Acererías de Terni. Fue profesor a honorarios en el Politécnico de Bari, y es docente y director de cursos y seminarios en Cegos, Isvor-Fiat y Fondazione Bellisario. Autor de numerosas publicaciones, artículos y trabajos científicos, es miembro del comité directivo de la revista *Manutenzione*.

**Furlanetto, Luciano.** Ingeniero Químico del Politécnico de Milán, Italia. Director y Gerente General de Segesta-SGS, sociedad orientada a la consultoría y al *global service* de Mantención. Fue Presidente de la Asociación Italiana de Mantención asociada a la Federación Europea de Mantención, de la cual es miembro del consejo directivo. Preside de la Comisión UNI (Organización de Normalización Italiana), en el área de la Mantención y Vicepresidente del Comité Italiano de orientación en mantención. Es autor de varios artículos y libros en el área de la organización, producción y organización empresarial, producto de su trabajo de investigación y consultoría. Es profesor en la asignatura Gestión de la Mantención del Departamento de Ingeniería de Gestión del Politécnico de Milán.

**Johns Neumann, Edward.** Titulado en Ingeniería Civil Industrial en 1989 en la Universidad Santa María de Valparaíso y magíster en Industrial Management en 1991 por la Universidad de Birmingham, UK. Desde 1989 es docente de

Producción en la Universidad Santa María, y es además consultor de empresas chilenas del sector industrial. Fue Director del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Santa María y actualmente se desempeña como Director Académico de la Academia de Ciencias Aeronáuticas de la Universidad Técnica Federico Santa María.

**Kristjanpoller Rodríguez, Fredy.** Titulado como Ingeniero Civil Industrial en la Universidad Técnica Federico Santa María. Profesional con una vasta experiencia en ingeniería de mantención, a través del modelamiento y análisis sistémico de plantas y flotas de equipos de la gran minería. Ha liderado el desarrollo de aplicaciones informáticas para la Ingeniería de Mantención, entre las que se destaca el Maintenance Engineering System. Actualmente se desempeña como Ingeniero de Proyectos en el Instituto Internacional para la Innovación Empresarial, desarrollando investigaciones aplicadas y potenciando el surgimiento de nuevos productos y servicios en el área de la mantención.

**Labbé Zepeda, Fernando.** Profesor, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile; Doctor of Philosophy, School of Engineering, University of Pittsburgh, Pittsburgh, USA. Ingeniero Civil Mecánico, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile. Posee una gran experiencia en *Integridad Estructural* trabajando al respecto con compañías tales como: CODELCO-Chile Compañía Minera Zaldívar (Placer Dome); El Abra (Phelps Dodge). En los últimos tres años (2002- 2003), ha sido consultor en Evaluación de Integridad Estructural: a) Bucket Wheel Reclaimer, *MAN TAKRAF* (Germany); b) Bucket Wheel Reclaimer, *FAM* (Germany); c) Mobile Reclaimer Conveyor, *RAHCO* (USA); d) *Flaw Assessment of Agglomeration Drum Design*, *SENET* (South Africa) and e) *Flaw Assessment of High Pressure/Temperature Steam Generator Failure*, *Babcock and Wilcox* (USA). Posee experiencia profesional internacional en Westinghouse Research & Development Center, Pittsburgh, Pa. USA

**Lazzarin, Paolo.** Se gradúa en Ingeniería Mecánica en Padua en 1982. Obtiene su doctorado de investigación en mecánica de materiales y se desempeña luego como investigador en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Padua. Profesor adjunto desde 1992, actualmente enseña construcción de máquinas en la Universidades de Ferrara (carrera de Ingeniería de Materiales) y Vicenza (diplomado en Ingeniería Mecánica). Es autor de unos 70 trabajos científicos, orientados principalmente al cálculo estructural con el método de elementos finitos, a la mecánica de materiales y al diseño de componentes mecánicos y de acoplamientos soldados y apernados para prevenir la fatiga.

**Lucifredi, Aleramo.** Nacido el 9/7/1943. Titulado en Ingeniería Mecánica. Ha efectuado investigación en la Universidad de Stanford (California). Desde enero de 1988 a noviembre de 1994 fue Director del Instituto de Mecánica Aplicada a las Máquinas de la Universidad de Génova. Es responsable del Laboratorio de Mecánica General y Mecánica de las Vibraciones. Profesor titular de Mecánica

Aplicada a las Máquinas desde 1979, dicta los cursos de Mecánica Aplicada a las Máquinas, Mecánica de las Vibraciones y Mecánica Automotriz; es responsable por la sede de Génova del Doctorado de Investigación en Mecánica Aplicada (en conjunto con el Politécnico de Milán). Es miembro de la Comisión Vibraciones de la UNI y fue delegado italiano ante la ISO en el sector Modal Analysis y Modal Testing. Es vicepresidente de la AIMAN (Associazione Italiana di Manutenzione). Es autor de textos universitarios, contribuciones a libros y enciclopedias y numerosas memorias científicas. Áreas de investigación: Mecánica aplicada, Vibraciones, Diagnóstico mecánico y monitoreo, Análisis modal experimental, Mecánica automotriz, Diseño mecánico.

**Maciga, Andrea.** Nacido en Ferrara en 1949, obtuvo su título de Ingeniero Nuclear en el año académico 1972/73 en la Universidad de Bolonia. Su carrera comienza en el área de diagnóstico y pruebas no destructivas. Se ha desempeñado principalmente en empresas privadas de servicios, actividad que le permitió entrar en contacto con todos los campos de la industria nacional: químico y petroquímico, generación de energía térmica y nuclear, mecánico, naval, *off-shore*, siderúrgico y civil. Ha alcanzado el Nivel III CICPnD (Centro Italiano per il Coordinamento delle Prove non Distruttive) en todos los métodos no destructivos tradicionales y ha desarrollado experimentos notables en los sistemas innovadores de monitoreo tales como la termografía y el análisis de aceites mediante la ferografía. Desde 1991 dirige su propia empresa, TESI s.r.l., que ofrece servicios de consultoría a empresas en las áreas de control y garantía de calidad, de seguridad, de adecuación de los productos a las normas Cee y de la ingeniería de mantención. Fue consejero de la Asociación Italiana de Pruebas No Destructivas (AIPND) y docente en cursos de formación y capacitación empresariales y universitarios. Es autor de numerosos artículos publicados en revistas especializadas.

**Madrid Recabarren, Rodrigo.** Ingeniero Civil Industrial, UTFSM, actualmente cursando MBA internacional UTFSM. Ingeniero experto en modelos de gestión por competencias, con vasta experiencia en aplicación de modelos de competencias en el área de mantenimiento, especialmente asesorías a la Corporación del Cobre (Codelco), en sus diferentes Divisiones y a la Línea Aérea Nacional (LAN CHILE). Ha actuado también como consultor independiente en varias empresas, también relacionadas con el área de mantención.

**Mastriforti, Carlo.** Ingeniero Electricista, ha trabajado por largo tiempo en las áreas química-metalúrgica-petroquímica, asumiendo tareas de coordinación de la Mantención y de los Servicios Técnicos. Desde 1990 a 1996 colaboró con RDA t TELOS, y desde 1996 con Deloitte & Touche Consulting Group, desarrollando proyectos de organización en numerosas empresas importantes tales como ILVA, Falck, Ansaldo Componenti, Franco Tosi, Piaggio, Zanussi, Alenia Aeronautica, IVECO y FIAT. Ha sido relator de seminarios de estudio y autor de artículos acerca

de asuntos organizacionales para revistas especializadas. Es coautor del libro *Manutenzione Produttiva, l'esperienza del TPM in Italia*, Isedi, Turín 1992.

**Nilo Arenas, Eduardo.** Titulado como Ingeniero Civil Mecánico en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y el año 2001 como magíster en sistemas avanzados de procesos, manufactura y materiales en University of Hull, UK. Profesional con más de 12 años de experiencia de mejoramientos de procesos asociadas a equipos industriales mineros. Sus actividades destacables han sido desarrolladas en trabajos de ingeniería de diseño y simulaciones, puesta en marcha de proyectos industriales, administración de áreas de mantenimiento e implementación de mejores prácticas de equipos multidisciplinarios de trabajo. Actualmente se desempeña como Superintendente de Mantenimiento en una corporación minera.

**Panzeri, Fabrizio.** Ingeniero Comercial de la Universidad L. Bocconi de Milán. Comenzó su actividad profesional desempeñándose en firmas de consultoría en cambios organizacionales y mejoramiento de los procesos empresariales, con especial énfasis en los proyectos de diagnóstico y mejoramiento de los sistemas de producción y mantención. Desde 1995 viene desarrollando actividades de investigación en la SDA Bocconi de Milán, donde es representante del área tecnológica del Benchmarking Network SDA Bocconi y responsable de cursos y proyectos acerca de la gestión por procesos. Colabora con el Instituto de economía de empresas industriales y comerciales de la Universidad L. Bocconi.

**Preziosa, Maurizio** Ingeniero Electrónico, comenzó su actividad profesional en calidad de consultor de Andersen Consulting, trabajando de control de gestión para empresas del rubro de la gran distribución. Transfiriéndose luego a la firma Asea Brown Boveri (ABB), ha perfeccionado su formación a través de un Master en Business Administration (MBA) obtenido en la SDA Bocconi de Milán. Actualmente es responsable del desarrollo y la coordinación de las actividades de Global Service dentro de la ABB Service. A él se deben la estructura de ingeniería de mantención y los sitios en los cuales ABB Service ha realizado los proyectos de Global Service de mantención.

**Ravina, Enrico.** Ingeniero Mecánico, es profesor adjunto de Automatización por fluidos en la Facultad de ingeniería de la Universidad de Génova, donde enseña además Mecánica aplicada a las máquinas y Mecánica automotriz (parte II). Su actividad científica se ha enfocado, en distintos períodos, a múltiples temáticas teórico-experimentales en distintas áreas de la mecánica aplicada, de la dinámica de las máquinas, y del diagnóstico mecánico y la mantención; más recientemente se ha dirigido a las áreas de la automatización por fluidos y a la mecatrónica. En el ámbito del Laboratorio de mecánica general y mecánica de las vibraciones del Departamento de Mecánica y construcción de máquinas se encuentra a cargo de un amplio sector experimental orientado a la neumática, a la oleohidráulica y a la mecatrónica, en el cual se profundizan especialmente temas de investigación

sobre componentes y subsistemas innovadores de tipo “inteligente”. Autor o coautor de más de 110 publicaciones en revistas o presentadas ante congresos nacionales e internacionales, es miembro de varios comités científicos y asociaciones organizadoras de encuentros internacionales. Se desempeña en el ámbito de la comisión UNI “Transmisiones oleohidráulicas y neumáticas” y en subcomisiones específicas, presidiendo la subcomisión 1, y en el ámbito ISO en calidad de experto.

**Stegmaier Bravo, Raúl.** Graduado en Ingeniería Civil Industrial en 1992 por la Universidad Santa María de Valparaíso y Master en Ingeniería Industrial en 1998 por la Universidad de Chile. Se ha desempeñado como Profesor de Jornada Completa en la Universidad Santa María desde 1992, como Jefe de Carrera de Ingeniería Civil Industrial y como Director Alterno del Centro Integrado de manufactura y automatización. Actualmente se desempeña como Director General de Docencia de la Universidad Santa María. Ha participado en numerosos Congresos y Simposia, en proyectos de investigación y en algunas publicaciones. En el sector privado se desempeña como consultor de empresas chilenas del sector industrial.

## PRÓLOGO

ANDRÉS RÍOS CERDA

PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CHILENA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Hemos visto y experimentado, a través de compartir en numerosos congresos internacionales, paneles y seminarios, como el Mantenimiento, por su importante impacto económico en las compañías, ha enfrentado en los últimos años diversas transformaciones en todos sus procesos. Ha debido adaptarse a las cada vez más exigentes prácticas de gestión empresarial en un mundo de mercados globalizados, marcado por una creciente competitividad, rápidos cambios tecnológicos, *mayores exigencias por la calidad de los productos y servicios, y preocupación constante por la satisfacción del cliente, por la seguridad y por el cuidado al medio ambiente.*

Lo anterior ha implicado, a nuestro juicio, un cambio radical en el enfoque de la gestión de mantenimiento, desde su antiguo paradigma, donde era percibido y administrado como un generador de costos, a uno nuevo, en el cual es considerado y gestionado como un generador de beneficios, específicamente creador de capacidad productiva, para constituirse en factor clave de éxito para las empresas.

En este último modelo, con una visión más holística, el mantenimiento es considerado un proceso crítico, inserto en la estrategia operacional y de gestión de activos de la compañía, donde no sólo son relevantes los costos, sino también el aporte real al negocio en términos de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad de los equipos e instalaciones y *el aporte a la calidad de los productos y servicios, a la seguridad de las personas e instalaciones y al cuidado del medio ambiente.*

El modelo también considera que el mantenimiento no nace en la etapa de operación de los equipos e instalaciones con su puesta en marcha, que es el enfoque más tradicional, sino que, por el contrario, requiere de actividades que comiencen con la especificación del proyecto (etapa temprana de la fase de *proyecto*), con el objeto de optimizar la gestión de los activos de las compañías en todo el ciclo de vida.

Es el gerente, en este contexto, quien tiene el relevante desafío de diseñar la visión estratégica del mantenimiento, alineada con la estrategia global del negocio, establecer los objetivos y metas de largo plazo para avanzar en la senda del mejoramiento continuo o implementar los saltos *cuánticos* que requiera, con el propósito de estrechar la brecha entre la situación actual y la situación futura deseada. El desafío, que muy bien lo plantean y desarrollan los autores de este Manual, es “hacer más y mejor, con menos y bien”, involucrando, ciertamente,

mejoras respecto de la eficiencia, eficacia y efectividad de nuestras prácticas de gestión.

Es en este marco, y en opinión de la Asociación Chilena de Mantenimiento Industrial, que este Manual resulta una herramienta de incalculable beneficio y de alto valor para todos aquellos profesionales que pertenecemos a las organizaciones de mantenimiento, operaciones e ingeniería y quienes, día a día, nos vemos enfrentados a los más desafiantes problemas de la gestión de operaciones y de la gestión de mantenimiento de la industria, no sólo por la claridad y calidad del aporte conceptual que entregan sus autores, sino también por constituir un texto único, en idioma español, editado en esta materia en nuestro país, que ciertamente aportará a llenar el vacío existente en el sector.

La lectura y consulta de este *Manual*, desde nuestra perspectiva, constituirán un deber para todos aquellos gerentes, jefes e ingenieros que tienen responsabilidades en las áreas de operaciones, mantenimiento e ingeniería de las empresas, permitiéndoles acceder en forma muy directa al estado del arte de la gestión del mantenimiento y, por ende, conocer los fundamentos, principios, ventajas y restricciones de los nuevos sistemas, métodos y herramientas actualmente disponibles.

En definitiva, este *Manual* apunta hacia uno de los objetivos relevantes de nuestra Asociación, cual es: “divulgar los conocimientos científicos y tecnológicos que se vayan alcanzando en el área de mantenimiento”, con el fin de propender al permanente perfeccionamiento de sus profesionales.

Finalmente, deseamos felicitar y agradecer el importante aporte de cada uno de los autores, *en especial el de los editores*, en la elaboración de este texto pionero, que constituye una obra relevante para mejorar nuestra querida actividad. Y a ustedes lectores y mantenedores, invitarlos a disfrutar su lectura y consulta.

Viña del Mar, diciembre de 2004

## PRÓLOGO

JOAQUÍN DROOP H.

DIRECTOR CORPORATIVO DE MANTENIMIENTO, CODELCO CHILE

En las últimas décadas, la gestión de activos y su mantenimiento ha ido asumiendo, cada vez más, un rol significativo en la actividad industrial, generando uno de los cambios más importantes en el ámbito gerencial. Estos cambios se deben al aumento permanente de las exigencias de la competitividad, en la que el mantenimiento cobra mayor relevancia dada la diversidad y complejidad de los sistemas productivos intensivos en activos físicos, que requieren asegurar la disponibilidad y confiabilidad de sus instalaciones y equipos, de manera de poder cumplir con los planes de producción sin descuidar la calidad y el medio ambiente, por lo que la función mantenimiento sobrepasa el entorno industrial para alcanzar el ámbito de toda la sociedad.

Es por esta razón que el mantenimiento no sólo cobra importancia en su gestión, de manera de ejecutarla al menor costo, sino también juega un rol relevante en la etapa de desarrollo de nuevos proyectos de inversión, de manera que éstos sean concebidos considerando todo el ciclo de su vida.

La respuesta del mantenimiento frente a estos nuevos requerimientos ha sido contundente.

En una primera fase, de fuerte desarrollo, aparece el monitoreo de síntomas y el mantenimiento predictivo; la ingeniería de confiabilidad; el análisis de riesgos y de las causas y consecuencias de las fallas, con la participación de los trabajadores que son los que mejor conocen los equipos, y el mejoramiento continuo basado en el seguimiento de indicadores en tableros de gestión.

En una segunda fase de desarrollo, se consolida el mantenimiento centrado en confiabilidad; la ingeniería de mantenimiento para proyectar, mejorar y controlar esta función; la consideración del costo del ciclo de vida de activos; la gestión temprana del mantenimiento en proyectos de inversión bajo premisas del diseño para definir niveles de mantenibilidad y confiabilidad; la integración del mantenimiento con el aseguramiento de la calidad de los productos, y el modelo de negocio en mantenimiento para determinar la agregación de valor. Estos cambios han demandado permanentes variaciones del profesional de mantenimiento, que se ha visto obligado a actuar como gerente de un negocio.

Frente a esta sucesión de hechos, las empresas de todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento.

Se desea evitar problemas en la puesta en marcha de proyectos de manera que las flotas y plantas respondan por aquello que fueron justificadas a partir del primer día de uso, por lo que es necesario disponer de claras estrategias de mantenimiento para evitar que los equipos se detengan fuera de programa con las consecuencias que ello implica. Estas estrategias se deben construir con la participación y la colaboración de operadores y mantenedores de línea; con el sistema de administración de la información que disponga de los datos en forma transparente para tomar decisiones gerenciales en el momento oportuno; con el mejoramiento continuo basado estrictamente en indicadores con seguimiento a nivel de tablero de gestión; con el desarrollo humano de los cuadros de los trabajadores involucrados, que responda a las expectativas puestas globalmente sobre el mantenimiento; con la organización de la ingeniería de mantenimiento orientada al mejoramiento, proyección y control de esta función basada en un relación cliente-proveedor; con el enfoque de costo durante todo el ciclo de vida; con la búsqueda permanente del uso eficiente de los activos a través del mantenimiento centrado en confiabilidad, y con la justificación de los recursos mediante demostración de agregación de valor a nivel de tarifas de mercado.

En la medida que los mantenedores logren sintonizarse con los aspectos antes planteados, por una parte, y, por otra, sus clientes, asociados del mundo de la operación, comprendan que gran parte de los beneficios de las empresas están dados por la rentabilidad de activos, vía el cumplimiento de las expectativas de disponibilidad, confiabilidad, utilización y costo unitario de los equipos, es que se lograrán, de manera permanente, los beneficios globalmente buscados por las empresas.

Dada la complejidad y los actuales desafíos asociados con esta función, el contenido de este *Manual de gestión de activos y mantenimiento* representa un aporte significativo para el desarrollo y la ejecución del mantenimiento a través de la presentación de conceptos, instrumentos y casos prácticos, por lo que es posible establecer que esta publicación resume, de manera sólida, la experiencia que poseen sus autores, basada en años de investigación y de colaboración con las empresas, significando, entonces, una ayuda indispensable para los profesionales que laboran en las diferentes áreas relacionadas con la gestión de activos y el mantenimiento, así también como un texto de estudio para los que se inician en esta cada vez más importante actividad empresarial.