



## ÍNDICE GENERAL

1.	OBJETO .....	11
2.	ALCANCE .....	11
3.	CAMPO DE APLICACIÓN .....	11
4.	ÁREAS INVOLUCRADAS .....	11
5.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	11
6.	DEFINICIONES .....	13
6.1.	Accesibilidad: .....	13
6.2.	Acción de bloqueo: .....	13
6.3.	Acción de mantenimiento: .....	13
6.4.	Acción elemental de mantenimiento: .....	13
6.5.	Acción preventiva: .....	13
6.6.	Acondicionar: .....	13
6.7.	Actividad: .....	13
6.8.	Adecuado al uso: .....	13
6.9.	Ajustar: .....	14
6.10.	Análisis crítico: .....	14
6.11.	Análisis crítico de proyectos: .....	14
6.12.	Análisis de averías: .....	14
6.13.	Análisis de árbol de averías: .....	14
6.14.	Análisis de fallas: .....	14
6.15.	Análisis de funciones para la mantenibilidad: .....	14
6.16.	Análisis de mal funcionamiento: .....	14
6.17.	Análisis de mantenimiento: .....	14
6.18.	Análisis de modos de avería y sus efectos: .....	15
6.19.	Análisis de modos de avería, sus efectos y su criticidad: .....	15
6.20.	Análisis de Weibull: .....	15
6.21.	Análisis estadístico .....	15
6.22.	Anormalidad: .....	15
6.23.	Aprendizaje: .....	15
6.24.	Atraso logístico: .....	15
6.25.	Atraso técnico: .....	15
6.26.	Avería: .....	16
6.27.	Base de datos históricos: .....	16
6.28.	Benchmarking: .....	16
6.29.	Benchmark: .....	16
6.30.	Bloqueo: .....	16
6.31.	Calidad de servicio: .....	16
6.32.	Capacidad: .....	16
6.33.	Causa de falla: .....	17
6.34.	Causa de mantenimiento: .....	17
6.35.	Check-list: .....	17
6.36.	Ciclo de Deming: .....	17
6.37.	Ciclo de PDCA: .....	17
6.38.	Ciclo de vida: .....	17
6.39.	Cinco " S " - (" 5 s "): .....	17
6.40.	Cinco " W " una " H " - ("5W1H"): .....	17
6.41.	Componente: .....	18
6.42.	Comprobar: .....	18
6.43.	Confiabilidad: .....	18
6.44.	Conformidad: .....	18
6.45.	Control de la confiabilidad y mantenibilidad: .....	18
6.46.	Control estadístico: .....	18
6.47.	Controlar: .....	18
6.48.	Corrección de una avería: .....	18



6.49.	Criterio de falla: .....	19
6.50.	Crítico: .....	19
6.51.	Curva de bañera:.....	19
6.52.	Datos: .....	19
6.53.	Datos de ensayo: .....	19
6.54.	Datos de explotación o uso: .....	19
6.55.	Deficiencia: .....	19
6.56.	Demostración de la mantenibilidad: .....	19
6.57.	Desarmar:.....	19
6.58.	Desempeño: .....	20
6.59.	Desempeño de apoyo de mantenimiento: .....	20
6.60.	Detección:.....	20
6.61.	Detección de una avería: .....	20
6.62.	Diagnostico:.....	20
6.63.	Diagnóstico de una avería:.....	20
6.64.	Diagrama de causa y efecto:.....	20
6.65.	Disponibilidad: .....	20
6.66.	Disponibilidad media: .....	21
6.67.	Disponibile:.....	21
6.68.	Dispositivo: .....	21
6.69.	Distribución de mantenibilidad: .....	21
6.70.	Distribución normal:.....	21
6.71.	Durabilidad: .....	21
6.72.	Duración: .....	21
6.73.	Duración de interrupción: .....	22
6.74.	Duración equivalente de mantenimiento- Horas hombre de mantenimiento:.....	22
6.75.	Efectivo:.....	22
6.76.	Eficacia: .....	22
6.77.	Eficiencia: .....	22
6.78.	Elemento: .....	22
6.79.	Elemento no reparado:.....	22
6.80.	Elemento reparado:.....	22
6.81.	Ensayo:.....	22
6.82.	Ensayo de campo:.....	23
6.83.	Ensayo de conformidad:.....	23
6.84.	Ensayo de determinación:.....	23
6.85.	Ensayo de laboratorio: .....	23
6.86.	Equipamiento:.....	23
6.87.	Error:.....	23
6.88.	Error humano:.....	23
6.89.	Escalón de mantenimiento: .....	23
6.90.	Especificación:.....	23
6.91.	Especificaciones técnicas: .....	24
6.92.	Estado admisible: .....	24
6.93.	Estado crítico:.....	24
6.94.	Estado de disponibilidad: .....	24
6.95.	Estado de funcionamiento:.....	24
6.96.	Estado de incapacidad: .....	24
6.97.	Estado de indisponibilidad:.....	24
6.98.	Estado de no funcionamiento:.....	24
6.99.	Estratificación: .....	24
6.100.	Evidencia objetiva: .....	25
6.101.	Exactitud:.....	25
6.102.	Examen: .....	25
6.103.	Falla:.....	25
6.104.	Falla aleatoria:.....	25
6.105.	Falla crítica: .....	25
6.106.	Falla de diseño: .....	25
6.107.	Falla de fabricación: .....	25
6.108.	Falla gradual:.....	26



6.109.	Falla irrelevante:.....	26
6.110.	Falla no crítica:.....	26
6.111.	Falla parcial:.....	26
6.112.	Falla por degradación:.....	26
6.113.	Falla por desgaste:.....	26
6.114.	Falla progresiva:.....	26
6.115.	Falla sistemática:.....	26
6.116.	Fiabilidad:.....	27
6.117.	Filosofía de mantenimiento:.....	27
6.118.	FMEA:.....	27
6.119.	Fuera de servicio:.....	27
6.120.	Función requerida:.....	27
6.121.	Gráfico de control:.....	27
6.122.	Gráfico de Pareto:.....	27
6.123.	Habilitación:.....	27
6.124.	H.H.-Horas Hombre:.....	28
6.125.	Histórico del equipamiento:.....	28
6.126.	Hoja de verificación:.....	28
6.127.	Horas disponibles de una unidad:.....	28
6.128.	Indisponibilidad:.....	28
6.129.	Informe de anormalidad:.....	28
6.130.	Ingeniería de mantenimiento:.....	28
6.131.	Inspección:.....	28
6.132.	Instalaciones de mantenimiento:.....	28
6.133.	Instalar:.....	29
6.134.	Instrucción de mantenimiento:.....	29
6.135.	Interrupción de un servicio:.....	29
6.136.	Investigación:.....	29
6.137.	Item:.....	29
6.138.	Item de control:.....	29
6.139.	Item de mantenimiento:.....	29
6.140.	Item de verificación:.....	29
6.141.	Línea de mantenimiento:.....	29
6.142.	Localización de una avería:.....	30
6.143.	Lubricación:.....	30
6.144.	Mano de obra directa:.....	30
6.145.	Mano de obra indirecta:.....	30
6.146.	Mantener bajo control:.....	30
6.147.	Mantenibilidad:.....	30
6.148.	Mantenimiento:.....	30
6.149.	Mantenimiento centrado en confiabilidad:.....	30
6.150.	Mantenimiento centralizado:.....	30
6.151.	Mantenimiento contratado:.....	31
6.152.	Mantenimiento correctivo:.....	31
6.153.	Mantenimiento de emergencia:.....	31
6.154.	Mantenimiento de rutina:.....	31
6.155.	Mantenimiento de urgencia:.....	31
6.156.	Mantenimiento descentralizado:.....	31
6.157.	Mantenimiento detectivo.....	31
6.158.	Mantenimiento diferido:.....	31
6.159.	Mantenimiento en funcionamiento:.....	32
6.160.	Mantenimiento en operación:.....	32
6.161.	Mantenimiento en parada:.....	32
6.162.	Mantenimiento en servicio:.....	32
6.163.	Mantenimiento forzado:.....	32
6.164.	Mantenimiento impidiendo el funcionamiento:.....	32
6.165.	Mantenimiento local:.....	32
6.166.	Mantenimiento no local:.....	32
6.167.	Mantenimiento no programado:.....	32
6.168.	Mantenimiento permitiendo el funcionamiento:.....	32



6.169.	Mantenimiento planeado: .....	33
6.170.	Mantenimiento por falla: .....	33
6.171.	Mantenimiento por oportunidad: .....	33
6.172.	Mantenimiento predictivo: .....	33
6.173.	Mantenimiento preventivo: .....	33
6.174.	Mantenimiento preventivo no sistemático: .....	33
6.175.	Mantenimiento preventivo por estado: .....	33
6.176.	Mantenimiento preventivo por oportunidad: .....	33
6.177.	Mantenimiento preventivo por tiempo: .....	33
6.178.	Mantenimiento preventivo sistemático: .....	34
6.179.	Mantenimiento productivo total: .....	34
6.180.	Mantenimiento programado: .....	34
6.181.	Mantenimiento que afecta a las funciones: .....	34
6.182.	Mantenimiento sistemático: .....	34
6.183.	Mantenimiento vigilado: .....	34
6.184.	Manual de mantenimiento (MM): .....	34
6.185.	Mecanismo: .....	34
6.186.	Mecanismo de falla: .....	34
6.187.	Media de tiempos de funcionamiento entre fallas: .....	35
6.188.	Medir: .....	35
6.189.	Método de Pareto: .....	35
6.190.	Modelo de fiabilidad: .....	35
6.191.	Modelo de mantenibilidad: .....	35
6.192.	Modificación: .....	35
6.193.	Modo de avería: .....	35
6.194.	Modo de funcionamiento: .....	35
6.195.	Monitoreo: .....	35
6.196.	Montaje: .....	36
6.197.	Muestra: .....	36
6.198.	Nivel de intervención: .....	36
6.199.	Nivel de mantenimiento: .....	36
6.200.	No conformidad: .....	36
6.201.	Normal: .....	36
6.202.	Normalización de un servicio: .....	36
6.203.	Operación: .....	36
6.204.	Orden de trabajo: .....	36
6.205.	Parada: .....	37
6.206.	Parada general: .....	37
6.207.	Parada no programada: .....	37
6.208.	Parada programada: .....	37
6.209.	PDCA: .....	37
6.210.	Performance: .....	37
6.211.	Período de falla inicial: .....	37
6.212.	Período de fallas por envejecimiento: .....	37
6.213.	Período de intensidad de fallas constantes: .....	38
6.214.	Período no requerido: .....	38
6.215.	Periodo requerido: .....	38
6.216.	Pieza: .....	38
6.217.	Planeamiento del mantenimiento: .....	38
6.218.	Plan de mantenimiento: .....	38
6.219.	Política de mantenimiento: .....	38
6.220.	Preparación del trabajo: .....	38
6.221.	Prevención de fallas: .....	38
6.222.	Prevención de la contaminación ambiental: .....	39
6.223.	Prevención de mantenimiento: .....	39
6.224.	Previsión: .....	39
6.225.	Previsión de mantenibilidad: .....	39
6.226.	Probar: .....	39
6.227.	Programa de mantenimiento: .....	39
6.228.	Protocolo: .....	39



6.229.	Pruebas funcionales:.....	39
6.230.	Recolección de datos:.....	40
6.231.	Registro de mantenimiento:.....	40
6.232.	Regular:.....	40
6.233.	Rehabilitación:.....	40
6.234.	Relato de falla:.....	40
6.235.	Reparación.....	40
6.236.	Reparación general:.....	40
6.237.	Reposición:.....	40
6.238.	Repuesto:.....	40
6.239.	Restablecimiento funcional:.....	41
6.240.	Restauración:.....	41
6.241.	Revisar:.....	41
6.242.	Revisión de proyecto:.....	41
6.243.	Rutina:.....	41
6.244.	Seguridad:.....	41
6.245.	Seguridad de funcionamiento:.....	41
6.246.	Seiketsu:.....	41
6.247.	Seiri:.....	42
6.248.	Seison:.....	42
6.249.	Seiton:.....	42
6.250.	Shidu:.....	42
6.251.	Shikari-yaru:.....	42
6.252.	Shitizuke:.....	42
6.253.	Siete "S":.....	42
6.254.	Síntoma:.....	43
6.255.	Sistema:.....	43
6.256.	Supervisión:.....	43
6.257.	Tarea:.....	43
6.258.	Tasa de deterioro:.....	43
6.259.	Tasa de fallas:.....	43
6.260.	Tasa instantánea de fallas:.....	43
6.261.	Tasa instantánea de reparaciones:.....	43
6.262.	Tasa media de fallas:.....	43
6.263.	Tasa media de reparaciones:.....	44
6.264.	Tiempo de avería:.....	44
6.265.	Tiempo de buen funcionamiento:.....	44
6.266.	Tiempo de corrección de una avería:.....	44
6.267.	Tiempo de diagnóstico de una avería:.....	44
6.268.	Tiempo de disponibilidad:.....	44
6.269.	Tiempo de funcionamiento:.....	44
6.270.	Tiempo de incapacidad:.....	44
6.271.	Tiempo de indisponibilidad:.....	44
6.272.	Tiempo de indisponibilidad acumulado:.....	44
6.273.	Tiempo de localización de una avería:.....	44
6.274.	Tiempo de mantenimiento:.....	45
6.275.	Tiempo de mantenimiento activo:.....	45
6.276.	Tiempo de mantenimiento correctivo activo:.....	45
6.277.	Tiempo de mantenimiento correctivo- Tiempo de reparación:.....	45
6.278.	Tiempo de mantenimiento preventivo:.....	45
6.279.	Tiempo de mantenimiento preventivo activo:.....	45
6.280.	Tiempo de no detección de una avería:.....	45
6.281.	Tiempo de no funcionamiento:.....	45
6.282.	Tiempo de reparación:.....	45
6.283.	Tiempo de reposo:.....	46
6.284.	Tiempo de verificación de funcionamiento:.....	46
6.285.	Tiempo entre fallas:.....	46
6.286.	Tiempo entre interrupciones:.....	46
6.287.	Tiempo hasta la falla:.....	46
6.288.	Tiempo hasta la primer falla:.....	46



6.289.	Tiempo medio acumulado de indisponibilidad:.....	46
6.290.	Tiempo medio de disponibilidad: .....	46
6.291.	Tiempo medio de mantenimiento correctivo activo: .....	46
6.292.	Tiempo medio de reparación: .....	46
6.293.	Tiempo medio entre fallas: .....	47
6.294.	Tiempo medio entre interrupciones: .....	47
6.295.	Tiempo medio para la falla: .....	47
6.296.	Tiempo medio de reparación: .....	47
6.297.	Tiempo medio hasta el restablecimiento:.....	47
6.298.	Tolerancia a las averías: .....	47
6.299.	Toma de muestra:.....	47
6.300.	Unidad funcional: .....	47
6.301.	Urgencia: .....	47
6.302.	Validación: .....	47
6.303.	Valores observados: .....	48
6.304.	Verificación: .....	48
6.305.	Verificación de la mantenibilidad: .....	48
6.306.	Verificación funcional: .....	48
6.307.	Vida útil:.....	48
7.	CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.....	48
7.1.	Generalidades .....	48
7.2.	Política de mantenimiento .....	48
7.3.	Plan de mantenimiento.....	49
7.4.	Programas de mantenimiento.....	49
7.5.	Tipos de mantenimiento .....	49
7.5.1.	Mantenimiento predictivo .....	49
7.5.2.	Mantenimiento predictivo en servicio .....	49
7.5.3.	Mantenimiento predictivo fuera de servicio .....	49
7.5.4.	Mantenimiento preventivo .....	49
7.5.5.	El mantenimiento preventivo puede efectuarse de 3 (tres) formas: .....	50
7.5.6.	Mantenimiento correctivo: .....	50
7.5.7.	Mantenimiento detectivo .....	50
8.	REQUERIMIENTOS DE MANTENIBILIDAD.....	51
8.1.	Generalidades .....	51
8.2.	Fases de los requerimientos de mantenibilidad .....	51
8.2.1.	Fase de Adquisición.....	51
8.2.2.	Fase de uso (fases operacionales y mantenimiento) .....	52
8.3.	Requerimientos cuantitativos de mantenibilidad .....	52
8.4.	Requerimientos cualitativos de mantenibilidad .....	53
9.	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO .....	54
9.1.	Generalidades .....	54
10.	INDICES DE MANTENIMIENTO .....	55
10.1.	Objetivo .....	55
10.2.	Índices de análisis de gestión del equipamiento. ....	55
10.2.1.	Tiempo Medio Entre Fallas.....	55
10.2.2.	Tiempo Medio Para Reparación. ....	55
10.2.3.	Tiempo Medio Para la Falla.....	56
10.2.4.	Disponibilidad de equipamiento.....	56
10.2.5.	Tiempo Medio Entre Mantenimientos Preventivos. ....	56
10.2.6.	Tiempo Medio Para Mantenimientos Preventivos. ....	57
10.2.7.	No Conformidad de Mantenimientos. ....	57
10.3.	Índices de análisis de gestión de costos. ....	57
10.3.1.	Costo de Mantenimiento por Facturación. ....	57
10.3.2.	Costo de Mantenimiento por Valor de Reposición. ....	57
11.	VERIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	58
11.1.	Objetivo .....	58
11.2.	Principios básicos .....	58



11.3.	Procedimientos elementales del proceso de verificación.....	58
11.4.	Proceso de verificación .....	59
11.4.1.	Procedimiento de verificación cualitativo .....	60
11.4.2.	Procedimientos de verificación cuantitativos.....	60
12.	<b>BASES DEL PLAN MANTENIMIENTO .....</b>	<b>61</b>
12.1.	Generalidades.....	61
12.2.	Etapas de las bases del plan de mantenimiento .....	62
12.2.1.	Estudio sobre el uso operacional del ítem .....	62
12.2.2.	Examen de la experiencia operacional y análisis comparativo .....	62
12.2.3.	Identificación de standard del ítem .....	62
12.2.4.	Objetivos del mantenimiento .....	63
12.2.5.	Preparación y evaluación de alternativas.....	63
12.2.6.	Identificación del mantenimiento y de los requerimientos de apoyo de mantenimiento .....	63
12.2.7.	Evaluación de resultados .....	63
13.	<b>APOYO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>64</b>
13.1.	Área Técnica Administrativa y de Control de Gestión.....	64
13.2.	Ingeniería de mantenimiento .....	64
13.2.1.	Manuales de mantenimiento.....	65
13.2.2.	Información técnica.....	67
13.3.	Personal.....	67
13.3.1.	Personal habilitado y entrenado .....	68
13.4.	Transportes.....	69
13.5.	Limpieza .....	69
13.6.	Seguridad, higiene y medio ambiente.....	69
13.7.	Depósitos o paños.....	69
13.8.	Laboratorio de mediciones .....	69
13.9.	Otras áreas: Comunicaciones, protecciones, etc. ....	70
13.10.	Equipamiento de apoyo.....	70
13.10.1.	Tipo de equipamiento de apoyo .....	70
13.11.	Orden de Trabajo (OT).....	70
14.	<b>CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>71</b>
14.1.	Generalidades.....	71
14.2.	Evaluación de recursos .....	71
14.3.	Criterio aceptable.....	71
14.4.	Tiempo de duración.....	71
14.5.	Evaluación de pruebas simples y equipamiento de apoyo .....	71
14.6.	Nivel de tareas y experiencia en el análisis de mantenibilidad .....	72
14.7.	Riesgo de malas decisiones .....	72
14.8.	Requerimientos especiales de apoyo .....	72
14.9.	Influencia de las condiciones del medio ambiente.....	72
14.10.	Recolección de datos .....	72
14.11.	Relación cliente-contratista.....	72
14.12.	Obligaciones y garantías de la mantenibilidad .....	72
ANEXO A.	<b>ELABORACIÓN DE MANUALES DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>73</b>
A.1.	Carátula del MM.....	73
A.1.1.	Numeración del MM. ....	73
A.1.2.	Alcance.....	73
A.1.3.	Denominación del Tipo de Mantenimiento. ....	73
A.1.4.	Periodicidad. ....	73
A.1.5.	Identificación de redacción. ....	73
A.1.6.	Identificación de revisión. ....	73
A.1.7.	Identificación de aprobación. ....	73
A.1.8.	Fecha de vigencia del MM.....	73
A.1.9.	Fecha de actualización o modificación del MM. ....	73
A.2.	Descripción del ítem.....	73
A.3.	Información correspondiente a la etapa de preparación del trabajo de mantenimiento. ....	74



A.3.1.	Mano de obra.....	74
A.3.2.	Listado de materiales .....	74
A.3.3.	Herramientas especiales e instrumentos requeridos.....	74
A.3.4.	Apoyo de terceros .....	74
A.3.5.	Seguridad .....	74
A.4.	Información correspondiente a la etapa de realización del trabajo de mantenimiento. .....	74
A.4.1.	Desmontaje o desarme. ....	74
A.4.2.	Inspecciones y revisiones.....	75
A.4.3.	Ajustes y tolerancias. ....	75
A.4.4.	Guía de lubricación. ....	75
A.4.5.	Mediciones, pruebas y ensayos. ....	75
A.4.6.	Toma de estado. ....	75
A.4.7.	Pruebas funcionales.....	75
ANEXO B.	CONCEPTOS SOBRE TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.....	76
B.1.	La técnica RCM (Reliability Centered Maintenance) ó MCC (Mantenimiento Centrado en Confiability).....	76
B.1.1.	Fundamentos del MCC .....	76
B.1.2.	Objetivo de un estudio MCC.....	76
B.1.3.	Tareas y técnicas de análisis .....	76
B.1.3.1.	Definición del alcance y objetivos del estudio .....	77
B.1.3.2.	Selección y priorización de los ítems, objeto del análisis. ....	77
B.1.3.3.	Análisis de criticidad.....	77
B.1.3.4.	Selección de tareas de mantenimiento. ....	78
B.1.3.5.	Implantación de recomendaciones, seguimiento de resultados y actualización del estudio (retorno de la experiencia).....	79
B.2.	La técnica RCM2 (Reliability Centered Maintenance 2) ó MCC2 (Mantenimiento Centrado en Confiability 2) .....	80
B.2.1.	Las Tareas del RCM 2 .....	80
B.2.2.	El Proceso de Selección de Tareas del RCM 2 .....	81
B.2.3.	Diagrama de Decisión .....	82
B.3.	La técnica TPM (Total Productive Maintenance) ó MPT (Mantenimiento Productivo Total) .....	84
B.3.1.	Fundamentos del TPM.....	84
B.4.	La técnica FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ó AMFE (Análisis del Modo de FALLAS y sus Efectos). ....	85