



# TECHGNOSIS INTERNATIONAL CERTIFICATION DIVISION

## Estándar Internacional TICD-CF-1809/95

Primera Edición: Junio 8, 2018

---

### RCT® CAT II - Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE® – Requerimientos de Calificación del Personal

En referencia a este documento en PDF, de acuerdo con la política de licencias de Adobe, este texto puede ser impreso o visto pero no puede ser editado.

Al descargar este archivo, quién lo hace acepta entonces la responsabilidad de no infringir las políticas de Adobe. TICD (Techgnosis International Certification Division del Grupo Techgnosis) no acepta ni tiene ninguna responsabilidad en lo anteriormente expresado ni se hace responsable del mal uso de lo aquí publicado.

Adobe es una marca registrada de Adobe Systems Incorporated.



#### DOCUMENTO PROTEGIDO POR DERECHOS DE AUTOR – JOSE PARAMO

Todos los derechos reservados. Al menos que sea especificado, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada en ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, digital o mecánico, sin permiso por escrito de TICD® y/o José Páramo.

Publicado en: México

Junio 8, 2018

## CONTENIDO

### Introducción

1. Alcance
2. Directrices
3. Terminología
4. Certificación de Personal – RCT® CAT II -Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE®
5. Nivel Educativo
6. Entrenamiento/Formación
7. ¿A quiénes está dirigida esta Certificación?
8. Examen de Certificación y Cuerpo de Conocimientos

### Bibliografía



TECHGNOSIS  
INTERNATIONAL  
CERTIFICATION  
DIVISION

TICD (Techgnosis International Certification Division) es el área de Techgnosis que establece diferentes estándares para la Certificación en las siguientes categorías RCT® (Reliability Centered Tribology – Tribología Centrada en Confiabilidad):

RCT® CAT I – Experto en Lubricación de Clase Mundial y Control de la Contaminación

RCT® CAT II – Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE®

RCT® CAT III – Experto en Evaluación Económica y Financiera de los Beneficios de un Programa de Lubricación de Clase Mundial

RCT® CAT IV – Experto en Gestión Tribológica de Activos (Metodología RCT®) y Cambio de Cultura de Lubricación

RCT® CAT V – Master of Lubrication Administration L55- LUBRICATION MASTER

RCT® 8 – Certificación de Plantas en Gestión Tribológica de Activos a través de la Metodología RCT®

El trabajo de preparar Estándares Internacionales se lleva a cabo normalmente por el Comité Técnico de Techgnosis. Este Comité, aparte de los propios miembros de Techgnosis, eventualmente, también busca involucrar a Instituciones, Empresas, Proveedores de Lubricantes, Organizaciones, Universidades, Centros de Investigación y Desarrollo en Tribología y Asociaciones en el ámbito de la Confiabilidad, la Lubricación, el Monitoreo de Condición (Vibraciones, Termografía, Ultrasonido, etc.) y Empresas que han implementado Programas de Lubricación de Clase Mundial RCT®

Un antecedente importante para incrementar la Confiabilidad de la maquinaria es el hecho de que empresas fabricantes de equipo original (OEM's) e instituciones de reconocido prestigio en el ámbito industrial mundial, mencionan que la lubricación incorrecta, aunada a la contaminación de los fluidos lubricantes representan hasta el 80 % de las causas raíz del desgaste y eventual fallo de la maquinaria. Ello representa una significativa área de oportunidad para optimizar los costos de las empresas con maquinaria y equipos dinámicos que requieren del uso de lubricantes, incrementándose paralelamente de manera significativa, el ciclo de vida de los activos referido en ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002

Las mejores prácticas de lubricación, control de la contaminación y monitoreo de condición (análisis de aceite) requieren de personal calificado para llevar a cabo estas tareas técnicas, es por ello que organizaciones internacionales de excelente referencia, tales como son: STLE – Society of Tribologists and Lubrication Engineers, TICD – Techgnosis International Certification Division, ISO – International Standards Organization, y el ICML – International Council for Machinery Lubrication, definen varias Certificaciones en tales áreas:

**STLE** – CLS (Certified Lubrication Specialist), OMA (Certified Oil Monitoring Analyst I y II), CMFS (Certified Metalworking Fluid Specialist)

**ISO 18436-4** – (Field Lubricant Analysis CAT I, CAT II y CAT III)

**TICD** – RCT (Reliability Centered Tribology CAT I, CAT II, CAT III, CAT IV y CAT V)

**ICML** – MLA (Machine Lubricant Analyst CAT I, CAT II y CAT III), MLT (Machinery Lubrication Technician Nivel I y II) y MLE

## 1. ALCANCE

En este estándar TICD-CF-1809/95 se establecen los requisitos de calificación y evaluación del personal candidato a certificarse como RCT® CAT II - Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE®

## 2. DIRECTRICES

Es recomendable -pero no necesario- que las personas que vayan a obtener la Certificación RCT CAT III bajo el Estándar TICD-CF-1809/95, estén Certificados por cualquiera de las siguientes organizaciones/categorías: **STLE** – CLS (Certified Lubrication Specialist), OMA (Certified Oil Monitoring Analyst I y II), CMFS (Certified Metalworking Fluid Specialist), **ISO 18436 – Parte 4** (Field Lubricant Analysis CAT I, CAT II y CAT III), **TICD** – RCT (Reliability Centered Tribologist CAT I y CAT V) o **ICML** – MLA (Machine Lubricant Analyst CAT I, CAT II y CAT III), MLT (Machinery Lubrication Technician Nivel I y II) y MLE (Machinery Lubrication Engineer)

## 3. TERMINOLOGÍA

**RCT® (Reliability Centered Tribology)** – Tribología Centrada en Confiabilidad

**RCM (Reliability Centered Maintenance)** – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

**TPM (Total Productive Maintenance)** – Mantenimiento Productivo Total

**ISO 55000 (Gestión de Activos)** – Aspectos Generales, Principios y Terminología

**ISO 55001 (Gestión de Activos)** – Sistemas de Gestión – Requerimientos

**ISO 55002 (Gestión de Activos)** – Sistemas de Gestión – Guías para la Aplicación de ISO 55001

**Lubricación** – El proceso de interponer cualquier sustancia entre 2 superficies en movimiento relativo con el fin de reducir la fricción y el desgaste entre las mismas

**Control de la Contaminación de los Fluidos Lubricantes** – Impedir el ingreso y remover/eliminar todo tipo de contaminantes de los lubricantes, tales como: partículas sólidas, agua, tierra, polvo, metales de desgaste de la maquinaria, barnices, etc., por los medios aplicables procedentes según sea el tipo de contaminantes (filtración, deshidratación, centrifugación, absorción, adsorción, trampas magnéticas, etc.)

**Análisis de Aceite** – – Proceso de toma de muestras de los fluidos lubricantes, realización de pruebas de laboratorio, interpretación de resultados y ejecución de acciones proactivas/correctivas para eliminar las causas raíz de fallo de la maquinaria identificadas a través del análisis realizado

**ABCDE®** – Metodología propia de Techgnosis para interpretar de manera experta los reportes de análisis de aceite y eliminar las causas-raíz de falla a través del orden: **Aditivos-Básico-Contaminación-Desgaste-Eliminación** de causas-raíz de falla

**Rediseño de la Maquinaria** – Instalación de accesorios en la maquinaria, tales como: filtros respiradores con desecante, conectores rápidos para operaciones de filtración, etiquetas de identificación de lubricantes Poka Yoke, mirillas de nivel 3D, sensores de nivel, imanes de neodimio, puertos de muestreo, líneas de lubricación, etc., etc., con el fin de mejorar/optimizar las tareas de lubricación, eliminación de la contaminación, análisis de aceite y la seguridad y ergonomía al ejecutar tales tareas. Este Rediseño de la maquinaria es una de las etapas del Proceso de Gestión Tribológica de Activos (RCT® CAT

**Lubricación 4.0** – Digitalización de los accesorios y equipos de lubricación, de análisis de aceite (monitoreo de condición) y de control de la contaminación, permitiendo realizar tareas de lubricación desde dispositivos tales como Smartphones, Tablets y PC's, así como también el monitoreo de condición del aceite. Es la aplicación de IoT a las tareas de lubricación, generando, además, la acumulación de datos para su análisis e interpretación. Requisito de la Planta 4.0.

## 4. CERTIFICACION DE PERSONAL – RCT® CAT II - EXPERTO EN ANALISIS DE CLASE MUNDIAL CON METODOLOGIA ABCDE®

Las personas evaluadas conforme a los requerimientos de TICD-CF-1809/95 podrán ser Certificadas como RCT® CAT II (Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE®). Tales personas deberán interpretar de manera experta los reportes de análisis de aceite y crear Programas de Análisis de Aceite, incluyendo: 1. Localización de tipo de puertos de muestreo por tipo de equipo, 2. Determinación de el Punto Alfa (análisis del aceite nuevo en el laboratorio), 3. Determinar límites de precaución y límites críticos del aceite usado, 4. Establecer frecuencias de muestreo en base a criticidad de activos y también en base a la probabilidad de falla ajustada por la ecuación de Poisson, 5. Manejará la Metodología ABCDE® (Aditivos-Básicos-Contaminación-Desgaste-Eliminación de las Causas-Raíz de Falla) y, muy importante: 6. Será experto en dar la recomendación de rediseño y otras acciones, para eliminar las causas-raíz de falla identificadas a través del análisis de aceite, como por ejemplo: calcular mezcla de aceite nuevo para recuperar nivel objetivo de aditivos, calcular mezcla de aceites para obtener la viscosidad correcta, indicar el tamaño de filtro en micrones, Tasa Beta, Eficiencia, etc., para alcanzar un nivel de limpieza objetivo eliminando así la contaminación sólida con partículas, etc., etc., de acuerdo al Cuerpo de Conocimientos establecido en el Punto 8 de este estándar, así como cubrir el cuerpo de Conocimientos de ISO 18436-4: 2014 CAT II y de MLA-II del ICML

## 5. NIVEL EDUCATIVO

No es necesario que las personas que busquen esta Certificación proporcionen evidencia de un grado de educación formal, para que sean elegibles a obtenerla. Es recomendable, pero no necesario, que las personas que vayan a obtener la Certificación RCT CAT I bajo el Estándar TICD-CF-1809/95 estén Certificados por cualquiera de las siguientes organizaciones/categorías: **STLE** – CLS (Certified Lubrication Specialist), OMA (Certified Oil Monitoring Analyst I y II), CMFS (Certified Metalworking Fluid Specialist), **ISO 18436** – Parte 4 (Field Lubricant Analysis CAT I, CAT II y CAT III), **TICD** – RCT® CAT I (Experto en Lubricación de Clase Mundial y Control de la Contaminación) o **ICML** – MLA (Machine Lubricant Analyst CAT I, CAT II y CAT III), MLT (Machinery Lubrication Technician Nivel I y II) y MLE y que tengan **un nivel mínimo de**

**educación Secundaria.** Es necesario realizar operaciones aritméticas y algebraicas simples y usar una calculadora básica.

NOTA: Obviamente, durante el examen de Certificación presencial, el uso de Tablets, Smartphones, Smartwatches, Smart-glasses, etc., está prohibido. El formato de examen ONLINE está ya preparado para evitar fraude en las respuestas vía el uso de plataformas diseñadas ex profeso

## 6. ENTRENAMIENTO/FORMACION

7. Deberá de recibirse entrenamiento cubriendo el Cuerpo de Conocimientos de la Sección 8 de este estándar. Las referencias en la Bibliografía son material de apoyo de estudio para la presentación del examen de Certificación. La duración mínima del entrenamiento es de 24 horas, este entrenamiento deberá de incluir los temas listados en la Sección 8 (Cuerpo de Conocimientos)

## 8. ¿A QUIENES APLICA ESTA CERTIFICACION?

Técnicos y vendedores de lubricantes, profesionales de la Confiabilidad, Analistas de Laboratorio, Ingenieros de Lubricación, Jefes/Supervisores de Mantenimiento, Mecánicos, Operadores TPM, Facilitadores en RCM, Coordinadores de Mantenimiento Predictivo, Personal docente Universitario en las Carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica o Ingeniería industrial, Gerentes de Mantenimiento, Gerentes de Operaciones, Gerentes de Planta y también para personas Certificadas por cualquiera de las siguientes opciones: **STLE** – CLS (Certified Lubrication Specialist), OMA (Certified Oil Monitoring Analyst I y II), CMFS (Certified Metalworking Fluid Specialist), **ISO 18436 – Parte 4** – (Field Lubricant Analysis CAT I, CAT II y CAT III), **TICD** – RCT (Reliability Centered Tribologist CAT I, CAT III, CAT IV y CAT V) o **ICML** – MLA (Machine Lubricant Analyst CAT I, CAT II y CAT III), MLT (Machinery Lubrication Technician Nivel I y II) y MLE.

## 9. EXAMEN DE CERTIFICACION Y CUERPO DE CONOCIMIENTOS

La persona deberá de obtener un mínimo de respuestas correctas del 70 %. El examen es Tipo Test (Opción Múltiple), durante el tiempo indicado (3 horas máximo), para obtener la Certificación RCT® CAT II bajo TICD-CF-1809/95

### CUERPO DE CONOCIMIENTOS

1. FALLAS DEL EQUIPO Y MANTENIMIENTO
2. EVOLUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO
3. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE ACEITE
4. FABRICACIÓN DE ACEITES
5. ¿QUÉ LE PASA AL ACEITE DURANTE SU USO?
6. OTRO TIPO DE CONTAMINANTES
7. EFECTO DESTRUCTIVO DE LA TEMPERATURA Y EL OXIGENO
8. INCREMENTO DE LA OXIDACIÓN CON LA TEMPERATURA
9. EL ANÁLISIS DE ACEITE POTENCIADO → APLICACIÓN CONJUNTA CON OTRAS TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS
10. EL ABCDE\* DEL ANÁLISIS DE ACEITE (NUEVA TÉCNICA MEJORADA DE INTERPRETACIÓN)
11. PUNTO ALFA (A) – LINEA BASE CERO
12. ADITIVOS Y TIPOS DE ADITIVOS
13. PRINCIPALES FABRICANTES DE ADITIVOS
14. POLARIDAD
15. AGENTES DE EXTREMA PRESIÓN (EP) – ACEITES PARA ENGRANAJES ACERO-ACERO
16. EFECTO DE ADITIVOS EP NO PASIVADOS EN METALES AMARILLOS (BRONCE, COBRE)
17. ADITIVOS ANTIDESGASTE (AW, ANTIWEAR) – ACEITES HIDRAULICOS
18. ADITIVOS DETERGENTES
19. ADITIVOS ANTIESPUMANTES
20. ADITIVOS ANTIOXIDANTES – PRESENTES EN ACEITES DE TURBINA R & O (R > RUST: HERRUMBRE Y O > OXIDATION: OXIDACION)
21. ADITIVOS ANTIOXIDANTES – MECANISMOS DE ACCION (INTERRUMPEN LA REACCION EN CADENA DE LA OXIDACION)
22. TABLA DE ADITIVOS MÁS COMUNES A MONITOREAR
23. PRUEBA DE MEDICIÓN DE ADITIVOS (ELEMENTOS QUIMICOS)
24. PRUEBA DE MEDICIÓN DE ADITIVOS POR FTIR
25. PERDIDA DE ADITIVOS = PERDIDA DE DESEMPEÑO DEL ACEITE
26. ADITIVOS – TENDENCIA Y LÍMITES
27. CAUSAS DE VARIACIÓN DE ADITIVOS – LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
28. NUMERO ACIDO (AN)

29. EJEMPLOS DE VALORES TÍPICOS DE AN DE DIFERENTES TIPOS DE ACEITE
30. ENTENDIENDO EL COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO ÁCIDO (AN) EN DIFERENTES TIPOS DE ACEITES INDUSTRIALES
31. AN – LÍMITES
32. CAUSAS DE VARIACION DEL AN → LINEAS DE INVESTIGACION
33. NUMERO BASICO
34. BN - LIMITES
35. CAUSAS DE VARIACIÓN DEL BN - LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
36. VISCOSIDAD CINEMÁTICA
37. LÍMITES DE VISCOSIDAD
38. CAUSAS DE VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD → LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
39. PUNTO DE INFLAMACIÓN (FLASH POINT) Y PUNTO DE IGNICIÓN (FIRE POINT)
40. FLASH POINT - LIMITES
41. CAUSAS DE VARIACIÓN DEL PUNTO DE INFLAMACIÓN – LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
42. RPVOT (ROTATING PRESSURE VESSEL OXIDATION TEST) – ESTABILIDAD A LA OXIDACIÓN
43. LÍMITES DE ESTABILIDAD A LA OXIDACIÓN
44. RULER (REMAINING USEFUL LIFE EVALUATION ROUTINE)
45. MEMBRANA PATCH COLORIMETRÍA (MPC) D7843 ASTM
46. CAUSAS DE OXIDACIÓN DEL ACEITE
47. FTIR – ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO
48. OXIDACIÓN POR FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY - FTIR
49. MONITOREO “EN LÍNEA” DE LA OXIDACIÓN DEL ACEITE
50. CONTAMINANTES SOLIDOS
51. CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA CONTAMINACIÓN CON PARTÍCULAS
52. TABLA DE CONTAMINANTES → ELEMENTOS QUÍMICOS
53. CONTEO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN EL LUBRICANTE
54. ESTÁNDAR ISO 4406 PARA LA MEDICIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN EL ACEITE
55. COMPARACIÓN VISUAL DE NIVELES DE LIMPIEZA
56. OBJETIVOS DE LIMPIEZA
57. ESTÁNDAR ISO 4406:99 PARA LA MEDICIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN EL ACEITE
58. OTRO ENEMIGO DE LA CONFIABILIDAD DE LA MAQUINARIA: EL AGUA
59. EFECTO DEL AGUA EN LA VIDA DE RODAMIENTOS
60. 3 FASES DE AGUA EN EL ACEITE
61. CURVA DE SATURACIÓN DE AGUA EN ACEITE
62. OTROS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE AGUA
63. DETERMINACIÓN DE AGUA POR MÉTODOS KARL FISCHER
64. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL ACEITE
65. SENSORES DE MONITOREO EN LÍNEA - AGUA
66. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE PRECAUCIÓN Y CRÍTICOS
67. CONTAMINANTES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA
68. MANTENIMIENTO PROACTIVO
69. ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE PRECAUCIÓN Y LÍMITES CRÍTICOS DE AGUA, GLICOL, HOLLÍN Y COMBUSTIBLE
70. DESGASTE
71. MECANISMOS DE DESGASTE
72. DESGASTE ADHESIVO
73. DESGASTE ABRASIVO
74. DESGASTE POR CORTE (CUTTING)

75. DESGASTE POR EROSIÓN
76. DESGASTE POR FATIGA
77. DESGASTE POR CORROSIÓN
78. DESGASTE POR CAVITACION
79. METALES DE DESGASTE MÁS COMUNES → PROCEDENCIA
80. MEDICIÓN DE METALES DE DESGASTE
81. HECHOS ACERCA DE LAS TASAS DE DESGASTE Y METALES TÍPICOS DE DESGASTE
82. EVOLUCION DEL DESGASTE EN LA MAQUINARIA
83. PRUEBAS DE MEDICIÓN DE PARTÍCULAS DE DESGASTE POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS
84. ESPECTROSCOPIA
85. ROTARY DISK ELECTRODE (RDE)
86. INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (ICP)
87. PQ QUANTIFIER (PQQ)
88. DIRECT READING FERROGRAPH (DRF)
89. FERROGRAFÍA ANALÍTICA (AF)
90. TIPOS DE PARTÍCULAS Y SU MORFOLOGÍA (FORMA Y ESTRUCTURA) QUE SON IDENTIFICADAS POR FERROGRAFÍA ANALÍTICA
91. DESGASTE POR CUTTING O PARTÍCULAS ABRASIVAS
92. OXIDOS NEGROS – PRESENCIA DE AGUA Y POSIBLE FALTA DE LUBRICACIÓN
93. OXIDOS ROJOS - AGUA EN EL ACEITE
94. DESGASTE CORTANTE - POR CONTAMINACIÓN CON MATERIALES ABRASIVOS
95. POLVO, SUCIEDAD - CONTAMINANTES EXTERNOS
96. LASER NET FINES (LNF)
97. SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)
98. ANALISIS DE ACEITE AVANZADO (SEM) PARA MOTORES DE GENERACION
99. DESARROLLO TECNICO (SEM – SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)
100. ON – LINE DEBRIS MONITORING (ODM)
101. ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE PRECAUCIÓN Y CRÍTICOS DE METALES DE DESGASTE
102. REFERENCIAS DE FABRICANTES DE LUBRICANTES
103. ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE PRECAUCIÓN Y CRÍTICOS DE METALES DE DESGASTE EN BASE A NUEVA NORMA ISO 18436-4:2014 CATEGORIAS II Y III
104. ENFOQUE PROACTIVO
105. PLAN DE ACCIÓN DE HALLAZGOS Y APLICACIÓN DE MATRIZ
106. PUNTO OMEGA (MEJORA CONTINUA)
107. ANÁLISIS DE ACEITE Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES
108. NUEVAS TECNOLOGÍAS CSI-5200
109. CSI-5200: EJEMPLOS DE REPORTE
110. KAIZEN: MEJORA → LA LECCIÓN DE UN SOLO PUNTO EN ANÁLISIS DE ACEITE
111. ¡ANÁLISIS DE GRASAS!
112. PRUEBAS DE ANÁLISIS
113. ANÁLISIS DEL ACEITE EN TIEMPO REAL
114. MONITOREO DE CALIDAD DE ACEITE (OQS)
115. PRUEBAS DE RUTINA EN PLANTA (PRP)
116. PRUEBAS POR TIPO DE LUBRICANTE / APLICACIÓN
117. PRUEBAS ESENCIALES POR TIPO DE LUBRICANTE / APLICACIÓN TECNICA ABCDE\* DE TECHGNOSIS
118. PRÁCTICAS DE MUESTREO
119. TODO LO RELATIVO A LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MUESTREO
120. OBJETIVOS / REPRESENTATIVIDAD → CALIDAD DE MUESTREO
121. PUERTOS DE MUESTREO CORRECTOS

122. EQUIPOS DE MUESTREO DE ULTIMA GENERACION A PRUEBA DE CONTAMINACION
123. MUESTREO EN LÍNEAS
124. OTRAS OPCIONES DE MUESTREO
125. INSTALACIÓN DE PUERTOS DE MUESTREO
126. MUESTREO EN SISTEMAS HIDRAULICOS
127. RECIPIENTES Y ACCESORIOS DE TOMA DE MUESTRA
128. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
129. FRECUENCIA DE MUESTREO (FM)
130. REGLAS TECHGNOSIS PARA FRECUENCIAS DE MUESTREO
131. CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
132. FACTOR DE COSTO
133. FACTOR DE FALLA
134. FALLAS DEL EQUIPO Y MANTENIMIENTO
135. MODOS DE FALLA (MF) IDENTIFICABLES A TRAVES DE UN PROGRAMA EFECTIVO DE ANALISIS DE ACEITE
136. EJEMPLO DE CÁLCULO DE FRECUENCIAS
137. PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
138. BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ACEITE
139. CASOS DE ÉXITOS - BENEFICIOS
140. PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MONITOREO DE CONDICIÓN DE CLASE MUNDIAL EN SU PLANTA
141. TÉCNICA ABCDE\* DE TECHGNOSIS – UNA GUÍA PARA LA INTERPRETACIÓN SENCILLA Y SISTEMÁTICA DEL ANÁLISIS DEL ACEITE
142. INTERPRETACIÓN DEL AA – CASO DE ESTUDIO
143. TÉCNICA ABCDE\* - OBJETIVOS
144. TÉCNICA ABCDE\* CALCULO DE LIMITES
145. TÉCNICA ABCDE\* - COMPORTAMIENTO DE CADA PROPIEDAD DEL ACEITE AL INICIO, DURANTE SU USO Y AL FINAL DE SU VIDA UTIL
146. TÉCNICA ABCDE\* - GUIA EXPERTA DE INTERPRETACION Y TOMA DE DECISIONES
147. CAUSAS RAIZ Y ACCIONES CORRECTIVAS
148. ENFOQUE PROACTIVO (INVESTIGUE SISTEMÁTICAMENTE Y ELIMINAR LA CAUSA RAÍZ DE FALLA)
149. PROTOCOLOS COMPLETOS DE PRUEBAS DE ANALISIS DE ACEITE
150. TURBINA R&O – VAPOR/HIDRÁULICA
151. HIDRÁULICO AW
152. ENGRANES INDUSTRIALES EP
153. COMPRESORES AIRE - GAS
154. TRANSFERENCIA DE CALOR
155. ACEITES DE CIRCULACIÓN
156. MOTORES DE COMBUSTION INTERNA - DIESEL
157. MOTORES MARINOS
158. MOTORES A GAS
159. MOTORES DE LAMINACIÓN SENDZIMIR
160. ENGRANES AUTOMOTRICES
161. COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN
162. TURBINAS GAS
163. FLUIDOS ELECTROHIDRÁULICOS
164. ACEITES DE TRANSFORMADOR
165. OTROS ADITIVOS
166. INHIBIDORES DE CORROSIÓN

- 167. INHIBIDORES DE FORMACIÓN DE HERRUMBRE
- 168. ADITIVOS MODIFICADORES DE FRICCIÓN
- 169. DEACTIVADORES METÁLICOS
- 170. ADITIVOS ANTISÉPTICOS, BIOCIDAS, BACTERICIDAS Y FUNGICIDAS
- 171. ANTIODORANTES
- 172. DEPRESORES DEL PUNTO DE FLUIDEZ
- 173. ADITIVOS EMULSIFICANTES (CONOCIDOS COMO: EMULGENTES O SURFACTANTES)
- 174. ADITIVOS COLORANTES
- 175. ADITIVOS ANTIESTÁTICOS
- 176. AGENTES DE ADHESIVIDAD
- 177. ADITIVOS ANTINIEBLA
- 178. ADITIVO DILATADORES DE SELLOS



## BIBLIOGRAFIA

- LUBRICATION FOR INDUSTRY, AUTOR: KENNETH E. BANNISTER, PUBLICADO POR: INDUSTRIAL PRESS INC, NEW YORK, USA
- RCM – MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD. AUTOR: JOHN MOUBRAY, PUBLICADO POR: ALADON LLC, NORTH CAROLINA, USA
- ESTÁNDARES ISO 55000, 55001 Y 55002
- TRIBOLOGÍA CENTRADA EN CONFIABILIDAD NIVEL I – LUBRICACIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE CLASE MUNDIAL, AUTOR: JOSÉ PÁRAMO, PUBLICADO POR: GRUPO TECHGNOSIS, GUANAJUATO, MEXICO

- TRIBOLOGÍA CENTRADA EN CONFIABILIDAD NIVEL II – ANÁLISIS DE ACEITE DE CLASE MUNDIAL (METODOLOGÍA ABCDE), AUTOR: JOSÉ PÁRAMO, PUBLICADO POR: GRUPO TECHGNOSIS, GUANAJUATO, MEXICO
- TPM – JAPANESE INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE:  
[HTTPS://WWW.JIPM.OR.JP/EN/](https://www.jipm.or.jp/en/)
- FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA, AUTOR: GABRIEL BACA URBINA, PUBLICADO POR: MCGRAW-HILL

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ADICIONALES:

- MANUAL DE FLUIDOS AISLANTES VICENTE ANTONIO MONTES DE OCA PUZIO
- PRACTICAL LUBRICATION FOR INDUSTRIAL FACILITIES. BLOCH
- DIESEL ENGINE OIL CHANGE INTERVALS. LUBRIZOL
- CONTAMINATION CONTROL AND FILTRATION FUNDAMENTALS. PALL
- HIDAC/ INTERNATIONAL FLUID SERVICE PRODUCTS.
- PETRO – QUANT FASTER, SAFER, EASIER BRUKER ADVANCED X –RAY SOLUTIONS.
- MANUAL DE LUBRICACIÓN 1 EDICOL.
- LUBRICATION FOR INDUSTRY KENNETH E. BANNISTER
- MANUAL DE HIDRÁULICA INDUSTRIAL. VICMEX
- DATA BOOK ON HIDROCARBONS. J. B. MAXWELL
- EL KAIZEN: LA FILOSOFÍA DE MEJORA CONTINUA E INNOVACIÓN INCREMENTAL. MANUEL FRANCISCO SUÁREZ BARRAZA
- MANUAL DE LUBRICACIÓN 2 EDICOL
- ASM HANDBOOK VOL. 18 FRICTION LUBRICATION AND WEAR TECHNOLOGY
- MACHINERY OIL ANALYSIS LARRY A. TOMS
- FILTRATION PRODUCTS CATALOG SCHOROEDER INDUSTRIES LLC
- FOLLETO ALMASOL. HEAVY – DUTY GEAR LUBRICANTS. LUBRICATION ENGINEERS, INC.
- FOLLETO ANALEX. PARTICLE CONTENT SENSOR KITTIWAKE MEASURING, MONITORING & MANAGING
- FOLLETO POLARIS LABORATORIES, LLC
- FOLLETO LOS VISORES DE ACEITE ESCO
- LABORATORY CATALOG ANALYTICAL EXCELLENCE METTLER TOLEDO

- FOLLETO PDMA EXCELLENCE IN LUBRICANT ANALYSIS
- PROGRAMA ESSO/EXXON DE ANÁLISIS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS. ESSO MÉXICO. EXXGARD
- ON- SITE ANALYSIS LUBRICATING & INDUSTRIAL OILS DEXSIL CORPORATION
- PRODUCTS & SERVICES FOR VISCOSITY MEASUREMENT CANNON INSTRUMENT COMPANY
- LOS ÁTOMOS. BIBLIOTECA SALVAT DE GRANDES TEMAS
- FOLLETO POLARIS LABORATORIES. COMPASS YOUR SOLUTION FOR TOTAL OIL ANALYSIS DATA MANAGEMENT.
- LIBRO LUBRICACIÓN GMI, JOSÉ PÁRAMO, PUBLICADO POR SHELL MÉXICO
- LIBRO RE – REFINACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES, JOSÉ PÁRAMO, PUBLICADO POR UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- LIBRO LUBRINGENIERÍA, JOSÉ PÁRAMO, PUBLICADO POR ESSO MÉXICO
- ROYLANCE, B. AND T. HUNT (1999) WEAR DEBRIS ANALYSIS. COXMOOR PUBLISHING, OXFORD, UK.
- DENIS, J., J. BRIANT AND J. HIPEAUX (1997) LUBRICANT PROPERTIES ANALYSIS & TESTING. EDITIONS TECHNIP, PARIS, FRANCE.
- HUNT, T. (1993) HANDBOOK OF WEAR DEBRIS ANALYSIS AND PARTICLE DETECTION IN LIQUIDS. ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, LTD, ESSEX, UK.
- STANDARD PRACTICE OF IN-SERVICE MONITORING OF MINERAL TURBINE OILS FOR STEAM AND GAS TURBINES, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) D 4378-92.
- STANDARD PRACTICE FOR IN-SERVICE MONITORING OF LUBRICATING OIL FOR AUXILIARY POWER PLANT EQUIPMENT, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) D 6224-98.