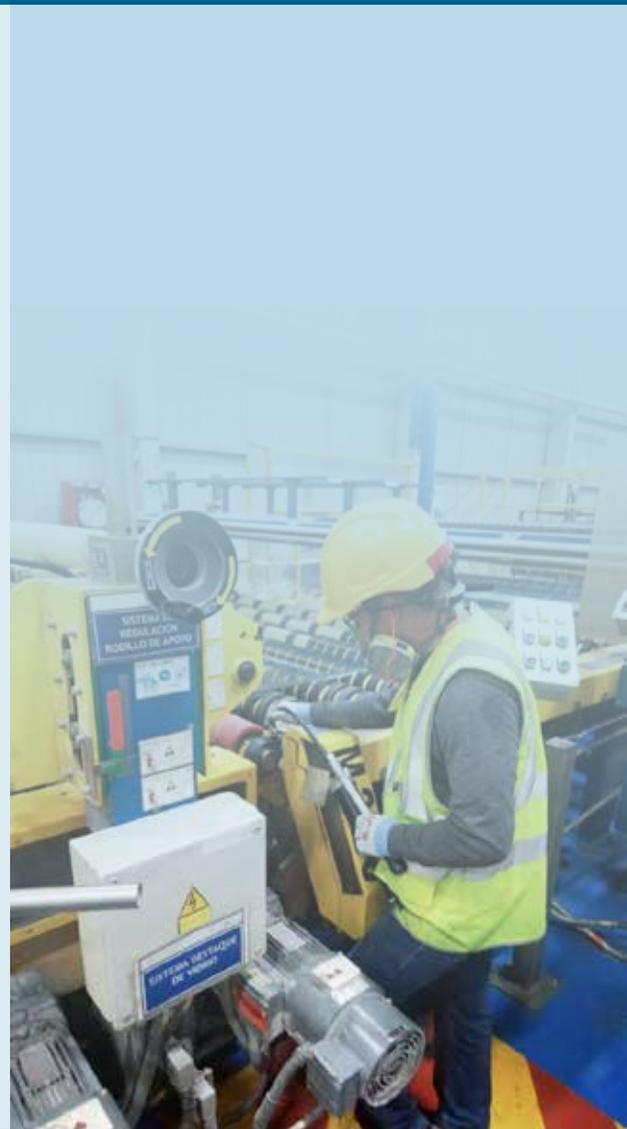


Catálogo de cursos de formación en Tribología, Lubricación, Confiabilidad y Técnicas Predictivas

**Ingenieros de
Lubricación S.A.S**
Lubricación centrada en confiabilidad



Contacto:

María Camila Albarracín Patiño
Gerente Comercial

camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com

PBX. +(57 4) 4443877
CEL.+57 3006560598
Medellín, Antioquia - Colombia

Contenido CURSOS

A continuación, se detalla la oferta de cursos
en modalidad virtual y presencial:

Buenas prácticas en lubricación y análisis de laboratorio, Categoría I	Pag. 3
Lubricación de máquinas I, Categoría II	Pag. 5
Lubricación de máquinas II, Categoría III	Pag. 6
Lubricación Centrada en confiabilidad, Categoría IV	Pag. 8
Lubricación y confiabilidad de máquinas, Categoría V	Pag. 10
Diplomado Lubricación, ahorro de energía confiabilidad de máquinas	Pag. 12
Perfil del Instructor: Ing. Pedro R. Albarracín Aguillón	Pag. 13
Fundamentos en análisis de lubricantes	Pag. 14
Perfil del Instructor: Ing. Alejandro Garcia Granada	Pag. 15

En alianza con la empresa INCO SAS e IDC-Ingeniería de Confiabilidad tenemos a disposición los siguientes cursos en técnicas de Diagnóstico de condición en activos rotativos y estáticos:

Análisis de vibraciones y diagnóstico de fallas	Pag. 16
Termografía infrarroja	Pag. 17
Análisis ODS y análisis avanzado de vibraciones mecánicas	Pag. 18
Perfil Instructor: Ing. Camilo Andrés Rodríguez Beltrán	Pag. 19
Metodologías aplicadas a la ingeniería de confiabilidad	Pag. 20
Perfil Instructor: Ing. Maria Alejandra Martínez Delgado	Pag. 21

Otros cursos ASNT

(Asociación Americana de Ensayos no Destructivos):

- Inspección Visual ASNT
- Ultrasonido ASNT
- Tintas Penetrantes ASNT

Cotización a solicitud del cliente.

Categoría I

Certificación Tribos Cat. I BPLAL (opcional)
Intensidad: 24 hrs (máximo 8 hrs por día)

Curso teórico

BUENAS PRÁCTICAS EN LUBRICACIÓN Y ANÁLISIS DE LABORATORIO Categoría I

Dirigido a: tribologo, técnico y supervisor de mantenimiento mecánico, ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación, jefe y gerente de mantenimiento.

1. Objetivos

- Estudiar la lubricación y la tribología con base en la fricción, desgaste y lubricación, dentro de la filosofía de la Lubricación Centrada en la Confiabilidad.
- Proyectar la lubricación al logro del ciclo de vida disponible del activo, reducción del consumo de energía y protección del ambiente.
- Utilizar como herramienta productiva los conceptos básicos en lubricación y los análisis de laboratorio.
- Ejecución efectiva de las Rutas de lubricación.

- Eficiencia y energía pérdida por fricción en mecanismos de máquinas.
- Calor y temperatura mínima y máxima en el carter y en la zona de fricción.
- Torque, definición y su influencia en la fricción, lubricación y desgaste.
- Desgaste por adhesión, fatiga, erosión, abrasión y corrosión; Normal; Anormal, Falla.
- Lubricantes clase mineral, sintético, vegetal; Tipos aceite, grasa y sólido; Categoría H1, H2 y H3; base lubricante Grupo I, II, III, IV; aditivos metálicos AW y EP1, EP2, EP3 y EP4; aditivos para reforzar las propiedades físico-químicas de la base lubricante.
- Unidades de la viscosidad, equivalencias.
- Sistemas de clasificación de los aceites y grasas, ISO, AGMA, SAE/API, NLGI; equivalencias.
- Selección de aceites Industriales ISO y automotrices SAE/API y grasas NLGI.
- Formato de datos y especificaciones para la selección correcta de aceites ISO, SAE/API y grasas NLGI.
- Mezclas de aceites, cuándo y cómo hacerlo.
- Cartas de lubricación, elaboración, características.
- Cuarto de lubricantes, diseño, especificaciones, almacenamiento, manejo y aplicación.
- Rótulos de lubricación, diseño y código de colores según la clase, tipo, categoría y clasificación.
- Frecuencias extendidas de cambio de aceites ISO y SAE.
- Frecuencia extendidas de reengrase con grasas NLGI.
- Aceiteras, pistolas engrasadoras, carro de lubricantes, buggy oil.
- Ruta de lubricación preventiva, Ruta de confiabilidad, Ruta de Tribología.
- Limpieza interna de máquinas y Flushing hidráulico y químico hidráulico de sistemas de lubricación por circulación.
- Filtros, tipos, micronaje, relación de filtración, cambio de filtros de aceite por condición.
- Procesos para deshumidificar un aceite por filtración, centrifugación y termodiálisis.
- Disposición final de los aceites usados.
- Objetivos del análisis de laboratorio a los lubricantes

2. Contenido

- Inversión, rentabilidad e innovación tecnológica en la productividad de las máquinas.
- Ciclo de vida del activo, Vida disponible y Vida esperada.
- Factores negativos o malos actores que afectan la vida disponible de los mecanismos.
- Siete elementos externos en la lubricación con aceite para el control de los malos actores.
- Cuatro elementos externos en la lubricación con grasa para el control de los malos actores.
- La tribología como herramienta efectiva y eficaz en la confiabilidad de las máquinas.
- Fricción metal-metal, sólida, mixta, fluida; coeficientes de fricción.
- Lubricación límite, hidrodinámica, elastohidrodinámica.

- **Pruebas básicas a los aceites usados:**

Análisis de las propiedades físico-químicas del aceite ISO y SAE/API.

- Viscosidad en cSt/40°C y en cSt/100°C, ASTM D445.
- TAN (Número Acido Total), ASTM D664.
- TBN (Número Básico Total), ASTM D664.

Análisis del nivel de contaminación:

- Partículas sólidas según ISO 4406-99.
- Contenido de agua % por volumen, ASTM D95.
- Contenido de hollín, abs/cm.
- Contenido de glicoles, abs/cm.
- Dilución por combustible, % por volumen, ASTM D322.

Análisis del contenido de aditivos del aceite: calcio (Ca), bario (Ba), manganeso (Mg), fósforo (P), zinc (Zn), por espectrofotometría de emisión atómica.

Análisis de contaminantes externos a la máquina: potasio (K), vanadio (V), silicio (Si), boro (B), sodio (Na), por espectrofotometría de emisión atómica.

Análisis de la Rata de desgaste: hierro (Fe), cobre (Cu), estaño (Sn), aluminio (Al), plata (Ag), silicio (Si), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plomo (Pb), por espectrofotometría de emisión atómica.

- **Pruebas especiales a los aceites usados:**

- Punto de inflamación, °C, ASTM D92.
- Demulsibilidad, ASTM D1404.
- Estabilidad a la espuma, ASTM D892.
- Vida de servicio del aceite, RPVOT, ASTM D2272.
- Contenido de barnices, ASTM D7843.
- Contenido de antioxidantes, ASTM D6971.
- Corrosión en lámina de cobre, ASTM D130.
- Prueba de desgaste de 4 bolas para aceites, ASTM D2783.
- Prueba de desgaste de 4 bolas para grasas, ASTM D2596.
- Prueba de desgaste Timken para aceites, ASTM D2782.
- Prueba por ferrografía para evaluar los diferentes tipos de desgaste.

- Interpretación de los resultados de laboratorio, límites condonatorios OC, OF, EF.
- Análisis de las tendencias de los parámetros analizados. .
- Relación entre los resultados de la Rata de desgaste y el desgaste adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo.
- Definición del punto de muestreo de aceite según el tipo de componente.
- Toma de la muestra de aceite, procedimientos, frascos y datos que debe llevar.
- Presentación del Postest.
- Clausura del curso.

3.

Certificación Tribos Cat. I BPLAL (opcional)

- Los estudiantes que participen en el curso BUENAS PRACTICAS EN LUBRICACIÓN Y ANÁLISIS DE LABORATORIO, pueden presentar la Certificación Tribos Cat I BPLAL. Esta certificación es opcional y se presenta al final del curso; cuenta con 100 preguntas que se deben responder en 2 horas.

4.

Metodología para presentar la certificación Tribos Cat I BPLAL

- Asistir al curso.
- Al final del curso presentar el exámen de certificación Tribos Cat I BPLAL (opcional).
- Transcurridos 15 días, se le enviará a quien presentó y aprobó el exámen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 4 años.
- El valor de la certificación es adicional al que se paga para asistir al curso.

Categoría II

Certificación TRIBOS CAT II LM1 (opcional)
Intensidad: 24 hrs (máximo 8 hrs por día)

Curso teórico

LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS I, Categoría II

Dirigido a: tribologo, técnico y supervisor de mantenimiento mecánico, ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación.

1. Objetivos

- Ciclo de vida del activo y reducción del consumo de energía por menor fricción.
- Lubricación de máquinas complejas..
- Rutas de lubricación preventiva, predictiva y proactiva.

2. Contenido

- Ciclo de vida del activo o Vida disponible, Vida esperada y Curva de Vida disponible normal, positiva y negativa; factores negativos que afectan la Vida disponible.
- Fricción y consumo de energía por menor fricción.
- Desgaste, tipos de desgaste, rata y tendencia al desgaste. .
- Lubricación, lubricantes, clases, tipos, categoría, sistemas de clasificación.
- Carta de lubricación, elaboración, aspectos a tener en cuenta.
- Lubricación de componentes de máquinas simples con base en el tipo de fricción y de lubricación, selección del lubricante, cantidad de lubricante, frecuencia de lubricación con aceite y grasa, métodos de lubricación.

- Cables.
- Cadenas.
- Acoples.
- Guías.
- Rodamientos.
- Cojinetes lisos.
- Motores eléctricos.
- Reductores de velocidad.
- Engranajes abiertos.
- Motorreductores.
- Multiplicadores de velocidad.

- Matriz de criticidad de máquinas.
- Selección de máquinas críticas, esenciales y de propósito general.
- Estado OC, OF y EF de los mecanismos de las máquinas.
- Puntos de monitoreo de temperatura, vibraciones y puertos para toma de muestras de aceite.
- Herramientas de monitoreo.
- Análisis por pruebas ASTM e ISO a las propiedades físico-químicas del aceite ISO y SAE.
- Análisis por EEA al contenido de aditivos metálicos del aceite.
- Análisis por EEA a los contaminantes sólidos, metálicos y líquidos en el aceite.
- Análisis por EEA al contenido de metales de desgaste.
- Pruebas especiales a los aceites usados.
- Termografía en la zona de fricción y en el depósito de aceite.
- Vibración en función de la carga dinámica y el espesor de la película lubricante.
- Elaboración de la Carta de Confiabilidad para las máquinas críticas y esenciales.
- Límites OC, OF, EF, para los parámetros evaluados en las pruebas de laboratorio al aceite usado, termografía y vibraciones a los mecanismos lubricados.
- Desarrollo de la Ruta de lubricación preventiva, Ruta de Confiabilidad y Ruta de Tribología.
- Indicadores del estado confiable del equipo rotativo.
- Presentación del Postest.
- Clausura del curso.

Categoría III

Curso teórico

LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS II, Categoría III

Certificación TRIBOS CAT II LM2 (opcional)
Intensidad: 24 hrs (máximo 8 hrs por día)

Dirigido a: ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación, jefe y gerente de mantenimiento.

1. Objetivos

- Ciclo de vida del activo y reducción del consumo de energía por menor fricción.
- Lubricación de máquinas complejas.
- Rutas de lubricación.

2. Contenido

- Ciclo de vida del activo o Vida disponible, Vida esperada y Curva de Vida disponible normal, positiva y negativa; factores negativos que afectan la Vida disponible.
- Fricción y consumo de energía por menor fricción.
- Desgaste, tipos de desgaste, rata y tendencia al desgaste. .
- Lubricación, lubricantes, clases, tipos, categoría, sistemas de clasificación.
- Carta de lubricación, elaboración, aspectos a tener en cuenta.
- Lubricación de componentes de máquinas simples con base en el tipo de fricción y de lubricación, selección del lubricante, cantidad de lubricante, frecuencia de lubricación con aceite y grasa, métodos de lubricación.

- Ventiladores.
- Bombas centrífugas de una y de varias etapas.
- Bombas de desplazamiento positivo
- Compresores de pistón de simple y de doble efecto.
- Compresores de tornillo secos y húmedos.
- Compresores de paletas y lóbulos.
- Compresores centrífugos y axiales.
- Sistemas hidráulicos.
- Turbinas de vapor.
- Turbinas hidráulicas Pelton, Francis, Kaplan.
- Turbinas a gas.
- Turbinas eólicas.
- Motores de combustión interna diesel, gasolina, gas.
- Transmisiones mecánicas y automáticas, diferenciales.
- Transformadores.
- Sistemas de transferencia de calor.
- Aceites de proceso.
- Matriz de criticidad de máquinas.
- Selección de máquinas críticas, esenciales y de propósito general.
- Estado OC, OF y EF de los mecanismos de las máquinas.
- Puntos de monitoreo de temperatura, vibraciones y puertos para toma de muestras de aceite.
- Herramientas de monitoreo.
- Análisis por pruebas ASTM e ISO a las propiedades físico-químicas del aceite ISO y SAE.
- Análisis por EEA al contenido de aditivos metálicos del aceite.
- Análisis por EEA a los contaminantes sólidos, metálicos y líquidos en el aceite.
- Análisis por EEA al contenido de metales de desgaste.
- Pruebas especiales a los aceites usados.
- Termografía en la zona de fricción y en el depósito de aceite.

- Vibración en función de la carga dinámica y el espesor de la película lubricante.
- Elaboración de la Carta de Confiabilidad para las máquinas críticas y esenciales.
- Límites OC, OF, EF, para los parámetros evaluados en las pruebas de laboratorio al aceite usado, termografía y vibraciones a los mecanismos lubricados.
- Desarrollo de la Ruta de Lubricación preventiva, Ruta de Confiabilidad y Ruta de Tribología.
- Indicadores de estado confiable de los equipos rotativos.
- Presentación del Postest.
- Clausura del curso.

3. Certificación Tribos III LM2 (opcional)

Este curso incluye (opcional) un examen escrito, sin apuntes y de dos horas de duración, para los participantes que quieran obtener una certificación en LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS II, Categoría III, Certificación Tribos Cat III LM2, otorgado por Tribos Ingeniería SAS. El examen de certificación se hará una vez que se termine de dictar el curso; para presentarla es necesario que el candidato haya asistido al curso.

4. Metodología para presentar la certificación Tribos Cat III LM2

- Asistir al curso.
- Al final del curso presentar el examen de Certificación Tribos Tribos Cat III LM2 (opcional).
- Transcurridos 15 días, se le enviará a quien presentó y aprobó el examen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 4 años.
- El valor de la certificación es adicional al que se paga para asistir al curso.

Categoría IV

Intensidad: 24 hrs (máximo 8 hrs por día)

Curso teórico

LUBRICACIÓN CENTRADA EN CONFIABILIDAD LCC, Categoría IV

1. Objetivos

Los objetivos del curso LUBRICACION CENTRADA EN CONFIABILIDAD LCC, Certificación Tribos Cat IV LCC son:

- Logro del 100% de eficiencia en la lubricación y procesos de lubricación de las máquinas rotativas de la empresa.
- Logro del Ciclo de vida de los activos de la empresa.
- Reducción del consumo de energía por fricción.
- Reducción de los costos de lubricación y protección del ambiente.
- Manejo eficiente del programa LCC.

2. Contenido

1. Proceso de Lubricación Efectiva PLE1, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 25 pasos del PLE1: Tribólogos, Cuarto de lubricantes, Cartas de lubricación, Rótulos de lubricación, Pancartas de lubricación, Tribólogos, Cuarto de lubricantes, Cartas de lubricación, Rótulos de lubricación, Pancartas de lubricación, Válvulas de drenaje, Venteos, Indicadores del nivel de aceite, Puertos de muestreo de aceite, Indicadores de temperatura, Válvulas para filtración de aceites, Fugas de aceite, Aceitera de 1 y de 5 galones estandarizadas, Frascos para muestras de aceite, Embudos para aceites, Bomba manual para aceite, Pistola engrasadora, Grasera, Protector plástico para la grasera, Equipo para transporte de tambores de 55 galones de aceite, Carro portátil de lubricación, Equipo portátil de filtración, Guarda para lubricación de cadenas por inmersión, Depósitos auxiliares de aceite, Licitación de lubricantes.

Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 25 pasos del Proceso de Lubricación Efectiva PLE1 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.

2. Proceso de Lubricación Preventiva PLP2, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 10 pasos del PLP2: Listado de los componentes de las máquinas lubricados por preventivo, Programa preventivo de lubricación, Procedimiento para la ejecución del programa de lubricación preventiva, Listado de los filtros de aceite que no se pueden monitorean, Programa preventivo de cambio de filtros de aceite, Procedimiento para el cambio de filtros de aceite, Listado de los componentes para toma de muestras de aceite, Programa preventivo para toma de muestras de aceite, Procedimiento para toma de las muestras de aceite, Software para administrar el programa de lubricación preventiva Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 10 pasos del Proceso de Lubricación Preventiva PLP2 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.

3. Proceso de Lubricación Predictiva PLPI3, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 15 pasos del PLPI3: Listado de los componentes de las máquinas lubricados por predictivo, Carta de Confiabilidad de las máquinas, Señalización de los puntos de monitoreo en los mecanismos, Instrumentos para monitorear el estado de la lubricación, Puertos para la toma de muestras de aceite, Ruta de Tribología, Ruta de lubricación predictiva, Software para administrar las Rutas de lubricación, Listado de los filtros de aceite que se cambian por ISO 4406-99, Pre-filtración Limpieza interna de máquinas, Flushing hidráulico y químico hidráulico en los sistemas por circulación de aceite, Termodiálisis y filtración de aceites usados, Indicador de Disponibilidad

y Confiabilidad de máquinas por estado de la lubricación, Auditoría de la condición de lubricación de las máquinas lubricadas.

- Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 15 pasos del Proceso de Lubricación Predictiva PLPI3 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.

4. Proceso de Lubricación Proactiva PLPO4, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 9 pasos del PLPO4: Sistemas de lubricación por circulación de aceite bajo norma API 614, Sistemas de lubricación por grasa automáticos, Sensores de temperatura en línea, Sensores de vibración en línea, Sistemas de enfriamiento de aceite, Sistemas de filtración de aceites en línea, Lubricantes sintéticos, Lubricantes vegetales, Programa de ahorro de energía por menor fricción.
- Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 9 pasos del Proceso de Lubricación Proactiva PLPO4 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.

5. Proceso de Gestión Ambiental PGA5, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 3 pasos del PGA5:

Programa para el logro del 100% de la vida de servicio del aceite, Punto ecológico y manejo de aceites usados, Disposición final de los aceites usados.

- Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 3 pasos del Proceso de Gestión Ambiental PGA5 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.

6. Proceso de Formación de expertos en tribología y lubricación PFTL6, filosofía, objetivos, pasos.

- Estudio y análisis de los 10 pasos del PGA5: Evaluación anual en lubricación, Charla de lubricación mensual de 2 horas, Cursos de Lubricación Cat I, Cat II, Cat III y Cat IV, Certificación Cat I. BPLAL, Cat II. LM1, Cat III. LM2 y Cat IV. LCC.

- Evaluación cuantitativa y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los 10 pasos del Proceso de Formación de expertos en tribología y lubricación PFTL6 y las recomendaciones que sean necesarias para llevarlos al 100% de efectividad.
- Presentación del Postest.
- Clausura del curso.

3. Examen de certificación Tribos Cat IV LCC (opcional)

Este curso incluye (opcional) un examen escrito, sin apuntes y de dos horas de duración, para los participantes que quieran obtener una certificación en LUBRICACION DE MÁQUINAS II, Certificación Tribos Cat IV LCC, otorgado por Tribos Ingeniería SAS. El examen de certificación se hará una vez que se termine de dictar el curso. Es necesario que el candidato haya asistido al curso. La aprobación de la Certificación Tribos Cat IV LCC, le garantiza al estudiante que queda en condiciones de aprobar certificaciones internacionales en lubricación como la ISO 18436-4 Nivel III.

4. Metodología para presentar la certificación Tribos Cat IV LCC

La siguiente es la metodología que se debe tener en cuenta para presentar la Certificación Tribos Cat IV LCC.

- Asistir al curso.
- Al final del curso presentar el examen de Certificación Tribos Cat IV LCC (opcional).
- Transcurridos 15 días, se le enviará a quien presentó y aprobó el examen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 4 años.

Curso teórico

LUBRICACIÓN Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS, Categoría V

1. Objetivos

Los objetivos del curso LUBRICACIÓN Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS, Certificación Tribos Cat V LCM son:

- Explicar y analizar la filosofía, objetivos y desarrollo de los procesos de Lubricación Efectiva, Preventiva, Predictiva, Proactiva, Gestión Ambiental y Formación de tribólogos, que constituyen el LCC.
- Analizar las Fortalezas y Debilidades que la empresa tiene en los diferentes procesos de lubricación que constituyen el LCC y dar las Recomendaciones que sean necesarias para asegurar que sean 100% eficientes y efectivos.
- Elaborar las Cartas de lubricación y las Cartas de Confiabilidad.
- Desarrollar las Ruta de lubricación preventiva, Ruta de lubricación predictiva por tribología y la Ruta de lubricación predictiva por confiabilidad.

2. Contenido

- Productividad de las máquinas, inversión, rentabilidad e innovación tecnológica.
- Máquina, componentes, mecanismos.
- Vida a la fatiga, Vida Disponible, Vida esperada y Curva de Vida disponible normal, anormal y falla en los mecanismos lubricados.
- Matriz de criticidad de máquinas.
- Selección de las máquinas críticas, esenciales y de propósito general.

Dirigido a: ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación, jefe y gerente de mantenimiento.

- Condición OC, OF y EF de los mecanismos de las máquinas.
- Puntos de monitoreo de la temperatura Top y Tc y vibraciones y puertos de toma de muestras de aceite.
- Ruta de lubricación preventiva, Ruta de Tribología y Ruta de Confiabilidad.
- Herramientas de monitoreo para la Ruta de confiabilidad.
- Análisis de laboratorio al aceite usado según pruebas ASTM e ISO.
 - Análisis a las propiedades físico-químicas.
 - Análisis del contenido de aditivos antifricción del aceite.
 - Análisis del nivel de contaminación por sólidos y líquidos.
 - Análisis de contaminantes metálicos.
 - Análisis del contenido de metales de desgaste.
 - Pruebas especiales a los aceites usados.
- Técnicas de monitoreo por Termografía en la zona de fricción y en el depósito de aceite, Ultrasonido, Vibración en modo espectral.
- Elaboración de una Carta de lubricación.
- Selección de los mecanismos y componentes que se deben lubricar en la Ruta de lubricación preventiva.
- Selección de los mecanismos y componentes que se deben lubricar en la Ruta de tribología.
- Selección de los mecanismos y componentes que se deben lubricar en la Ruta de confiabilidad.
- Elaboración de la Carta de Confiabilidad para equipos críticos, esenciales y de propósito general.
- Monitoreo de la condición de lubricación con aceite mediante el análisis de laboratorio.

- Monitoreo de la condición de lubricación con grasa en rodamientos mediante ultrasonido, límites condenatorios, interpretación de resultados y recomendaciones.
- Monitoreo de la temperatura en la zona de fricción y en el depósito de aceite por termografía, límites condenatorios, interpretación de resultados y recomendaciones.
- Monitoreo de las vibraciones por espectros, límites condenatorios, interpretación de resultados y

recomendaciones.

- Indicador del estado (OC, OF o EF) de los equipos rotativos críticos y esenciales.
- Desarrollo de un RCA.
- Presentación del Postest.
- Clausura del curso.

3. Certificación Tribos Cat V LCM (opcional)

Este curso incluye (opcional) un examen escrito, sin apuntes y de dos horas de duración, para los participantes que quieran obtener una Certificación Tribos Cat V LCM, otorgado por Tribos Ingeniería SAS. El examen de certificación se hará una vez que se termine de dictar el curso; para presentarla es necesario que el candidato haya asistido al curso.



4. Metodología para presentar la certificación Tribos Cat V LCM

- Asistir al curso.
- Al final del curso presentar el examen de Certificación Tribos Cat V LCM (opcional).
- Transcurridos 15 días, se le enviará a quien presentó y aprobó el examen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 4 años.
- El valor de la certificación es adicional al que se paga para asistir al curso.

Diplomado

Incluye Certificaciones en
Categoría I BPLAL, II LM1 y III LM2

LUBRICACIÓN, AHORRO DE ENERGÍA Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS

Dirigido a: tribologo, técnico y supervisor de mantenimiento mecánico, ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación, jefe y gerente de mantenimiento.

1. Contenido

Sesión 1 Módulo 1

Intensidad
10 horas

Tema:
Ciclo de vida
del activo

Sesión 1 Módulo 2

Intensidad
10 horas

Tema:
Tribología, fricción,
consumo de energía
por fricción

Sesión 1 Módulo 3

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricación
límite, EHL y HD

Sesión 2 Módulo 4

Intensidad
10 horas

Tema:
Desgaste de
mecanismos
lubricados

Sesión 2 Módulo 5

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricantes Minerales,
Sintéticos y Vegetales,
Sistemas de clasificación y
selección

Sesión 2 Módulo 6

Intensidad
10 horas

Tema:
Almacenamiento
y manejo de
lubricantes

Sesión 3 Módulo 7

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricación de
Máquinas 1

Sesión 3 Módulo 8

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricación de
Máquinas 2

Sesión 3 Módulo 9

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricación de
Máquinas 3

Sesión 4 Módulo 10

Intensidad
10 horas

Tema:
Análisis de laboratorio
ASTM, ISO, EAA al aceite
y nivel de desgaste de
mecanismos

Sesión 4 Módulo 11

Intensidad
10 horas

Tema:
Lubricación
Centrada en
Confiabilidad LCC

Sesión 4 Módulo 12

Intensidad
10 horas

Tema:
Confiabilidad de
máquinas

2. Proyecto de grado

- El Diplomado virtual cuenta con un proyecto de grado, con los siguientes objetivos:
 - Desarrollar un tema, basado en los conocimientos adquiridos, que se pueda implementar de manera eficiente eficaz y con una baja inversión, en la empresa donde trabaja.
 - Empezar a desarrollarlo a partir del Módulo 5, para que el estudiante cuente con el tiempo suficiente para hacer consultas y comprobaciones prácticas y teóricas.
- El documento del Proyecto de Grado se debe entregar máximo el viernes de la semana 13.

Perfil instructor

Ingeniero Mecánico y Especialista en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad de Antioquia - Colombia, 45 años de experiencia como ingeniero de lubricación y tribología, conferencista en cursos de Tribología y Lubricación en empresas de Colombia y en países de América Latina; ingeniero consultor en lubricación y Tribología en empresas industriales, ingeniero de lubricación por 3 años en la textilera Coltejer en Medellín - Colombia y durante 20 años en la Refinería de petróleos de Ecopetrol en Barrancabermeja - Colombia; profesor asociado de Tribología en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional sede Medellín - Colombia, por más de 40 años. Ingeniero de diseño y fabricación de equipos de lubricación por circulación de aceite y de tratamiento de aceites por termovaciación en Ingenieros de Lubricación SAS. Autor de los libros: Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz, Tomo I, 1ra, 2da, 3ra, 4ta y 5ta edición, Lubricación de Turbinas de Vapor 1ra y 2da edición, Equivalencias entre las diferentes marcas de lubricantes 1ra y 2da edición, Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta Edición, Lubricación de máquinas I, Tomo II, 5ta edición. Director de desarrollo de tecnología de Tribos Ingeniería SAS.

**ING.
PEDRO RAMÓN
ALBARRACÍN AGUILLÓN**



Libros entregados como material de estudio en los cursos acorde a la Categoría del mismo:

Ingenieros de IL
Lubricación S.A.S
Lubricación centrada en confiabilidad



Libro Tomo I “Tribología y lubricación”, 5ta edición
Libro Tomo II “Lubricación de máquinas I”, 5ta edición
Autor: Ing. Pedro R. Albarracín Aguillón

Intensidad 6 horas

Dirigido a: tribologo, técnico y supervisor de mantenimiento mecánico, ingeniero de mantenimiento, confiabilidad y de lubricación, jefe y gerente de mantenimiento.

Fundamentos en análisis de lubricantes

1. Objetivos

- Entrenar al personal de planta y de ingeniería en los aspectos básicos a tener en cuenta al analizar un lubricante.
- Brindar las herramientas necesarias para interpretar un informe de laboratorio de aceites ISO/SAE.
- Conocer los parámetros de alarma y de peligro en las principales propiedades de un lubricante para asegurar su óptimo funcionamiento en los equipos.



2. Contenido

- Objetivos del análisis de laboratorio a los lubricantes.
- Pruebas básicas a los aceites usados:
 - Análisis de las propiedades físico-químicas del aceite ISO y SAE/API. (Viscosidad, TAN, TBN)
 - Análisis del nivel de contaminación (Partículas sólidas, agua, hollín, combustible)
 - Análisis del contenido de aditivos del aceite por espectrofotometría de emisión atómica.
 - Análisis de contaminantes externos a la máquina por espectrofotometría de emisión atómica.
 - Análisis de metales de desgaste: por espectrofotometría de emisión atómica.
- Pruebas especiales a los lubricantes usados
- Interpretación de los resultados de laboratorio, límites condenatorios OC, OF, EF.
- Definición del punto de muestreo de aceite según el tipo de componente.
- Toma de la muestra de aceite, procedimientos, frascos y datos que debe llevar.

Perfil instructor

Ingeniero Mecánico, Universidad Tecnológica de Pereira – Colombia, Especialista en Mantenimiento Industrial y Magister en Ingeniería, ambas de la Universidad EAFIT. Certificado en ISO 18436-4, Categoría I de la Universidad de Concepción de Chile. 10 años de experiencia como Ingeniero de Lubricación. Docente en el área de Lubricación, mantenimiento y confiabilidad en diferentes universidades (UTP, UPB, EAFIT).

**M. ING.
ALEJANDRO GARCÍA**



Técnicas de diagnóstico de condición en activos rotativos y estáticos

Intensidad 8 horas

Dirigido a: Técnico, Tecnólogo e Ingeniero del departamento de Mantenimiento, Confiabilidad y Operaciones.

1.

Análisis de vibraciones y diagnóstico de fallas

- Clasificación de las vibraciones mecánicas
 - Características de la vibración
 - Amplitud de la vibración
 - Medición de las vibraciones
 - Parámetros de medición y su aplicación
 - Desplazamiento
 - Velocidad
 - Aceleración
 - Envolvente
 - Señal en el tiempo y espectro de frecuencia
 - Frecuencia natural, frecuencia fundamental y frecuencias forzadas
 - Normatividad
- Fallas típicas:
 - Desbalanceo
 - Desalineación
 - Soltura
 - Falla de rodamientos y cojinetes
 - Frecuencias en cajas reductoras
 - Resonancia
 - Lubricación excesiva o deficiente
 - Frecuencias eléctricas
 - Excentricidad
 - Fuerzas hidráulicas y aerodinámicas
 - Ejemplo aplicado para el cálculo de frecuencias forzadas en diferentes aplicaciones:
Cajas reductoras
Bombas centrífugas
Motores eléctricos
Ventiladores
 - Tipos de sensores y sus usos, acelerómetros, velomitros, proximitors.
 - Montaje y verificación del correcto funcionamiento de los sensores (polaridad y cableado).

2.

Termografía infrarroja I

Dirigido a: Técnico, Tecnólogo e Ingeniero del departamento de Mantenimiento, Confiabilidad y Operaciones.

- Introducción
- Características de los materiales
- Introducción a la termografía infrarroja
- Introducción a la cámara infrarroja
- El espectro electromagnético
- Interpretación de la imagen térmica
- Técnica de análisis de la imagen
- Aplicaciones cualitativas y cuantitativas
- Técnicas de medida infrarroja
- Compensación de la influencia del entorno
- Compensación de la emisividad y cálculo de la temperatura
- Utilidades de medida de la cámara
- Emisividad
- Enfoque
- Emisividad y temperatura aparente reflejada
- Resolución espacial
- Termografía mecánica y eléctrica
- Casos reales



Intensidad
8 horas

3.

Análisis ODS y análisis avanzado de vibraciones mecánicas

Intensidad 8 horas

Dirigido a: Técnico, Tecnólogo e Ingeniero del departamento de Mantenimiento, Confiabilidad y Operaciones.

Implementación de técnicas adicionales de inspección y su aplicación

- Análisis de fase
- ODS (Operating deflection shape)
- Análisis multicanal
- Análisis de transientes (arranques y paradas)

Herramientas de diagnóstico para turbo maquinaria, interpretación de las mediciones y gráficos

- Orbitas
- Línea centro-eje
- Diagrama Bode
- Diagrama Polar
- Cascada
- Espectro completo
- Coherencia

Diagnóstico de turbo máquinas

- Frecuencias naturales o Velocidad crítica
- Desbalance, Fenómenos sub-sincrónicos (whip, whirl) de inestabilidad en turbinas y fenómenos súper-sincrónicos (2X, 3X, etc).
- Roces del rotor y estator, Flechado de ejes, Desalineación.

Perfil instructor

ING.
CAMILO ANDRÉS
RODRÍGUEZ BELTRÁN



Ingeniero electromecánico con 14 años de experiencia en el Sector Industrial a nivel LATAM, con el direccionamiento técnico en Gestión y Optimización de activos de las organizaciones en diferentes sectores Industriales. Cuenta con las siguientes certificaciones:

- Vibration Analysis level II / Category III
- Thermography Level II
- Visual Testing Level I/II
- Ultrasonic Testing Level I
- Ultrasonic Airborne Level I
- Machinery Vibrations ISO CAT III
- Principios de montaje de Uniones Empernadas según PCC-1-2010
- Alineación de precisión de ejes
- PDMA diagnostico circuito motor MCE MAX
- Categoría I, BPLAL-Buenas prácticas de lubricación

En los últimos 5 años estuvo a cargo de la gerencia técnica de la empresa IDM-Ingeniería de Mantenimiento SAS y actualmente es director general de INCO Ingeniería y Confiabilidad SAS. Ha concentrado sus esfuerzos en el asesoramiento del contexto organizacional del mantenimiento, comisionamiento y análisis de proyectos de generación en Sistemas Hidráulicos, Vapor y Gas, llegando a un aproximado de 500MW. Cuenta con experiencia en la implementación de sistemas de monitoreo y protección de vibraciones y otras variables de proceso de acuerdo a la norma API 670 (requirements for machinery protection systems) con tecnología IDEAR Condition Monitoring.

**Ingenieros de
Lubricación S.A.S**
Lubricación centrada en confiabilidad

INCO

Otros cursos:

Inspección Visual ASNT (Asociación Americana de Ensayos no Destructivos).

Ultrasonido ASNT (Asociación Americana de Ensayos no Destructivos).

Tintas Penetrantes ASNT (Asociación Americana de Ensayos no Destructivos).

Metodologías aplicadas a la ingeniería de confiabilidad



Intensidad 30 hrs (máximo 8 hrs por día)

Dirigido a: Ingeniero CBM, de confiabilidad, jefe y gerente de mantenimiento, jefe del departamento de confiabilidad y gestión de activos.

Objetivo

Construir metodologías para la ejecución de análisis RAM (Reliability – Availability – Maintainability) y FMECA (Failure Mode, Effects Causes and Criticality Analysis) como base de la ingeniería de confiabilidad, enfocándose en la transformación de las estrategias de mantenimiento para la optimización en la gestión de activos físicos del sector industrial.

Contenido

- Historia
- Evolución del concepto del mantenimiento
- Definiciones básicas
- Importancia de la confiabilidad en la Organización
- Objetivos y beneficios de la confiabilidad
- La Ingeniería de confiabilidad dentro del gestión de activos
- Fundamentos del LCC
- Etapas del LCC
- Confiabilidad en el diseño
- ISO 14224 – Taxonomía
- Calidad de la información
- Orden de trabajo
- Indicadores y monitoreo de la confiabilidad
- Confiabilidad y la probabilidad
- Distribución Exponencial
- Distribución Weibull
- Curva de la bañera para determinar la estrategia de mantenimiento.
- Aspectos básicos del RCM
- Planeación y ejecución del RCM
- Monitoreo basado en condición.
- Impacto de la Tribología en la confiabilidad.
- Análisis de causa raíz - RCA
- Confiabilidad en la industria 4.0

Se desarrollarán los siguientes ejercicios aplicados para el sector:

- Desarrollo de análisis de confiabilidad mediante distribución Weibull a través de Reliability Software en sistema crítico de procesos industriales, alimentando el histórico de fallas documentadas y proyectando la confiabilidad en un periodo de tiempo establecido, validando así la eficacia de la estrategia de mantenimiento actual.
- Análisis FMECA para identificar los potenciales modos de falla, su causa y efecto en un activo crítico del proceso de producción, con el fin de determinar las tareas de mantenimiento, frecuencias y responsable que permitan mitigar el riesgo, evitar una falla funcional o cualquier alteración en el contexto operacional del activo.

Perfil instructor

Ingeniera Mecánica graduada con honores de la Universidad Tecnológica de Pereira, analista de vibraciones ISO CAT II/ASNT Level 2 y profesional certificada en mantenimiento y confiabilidad por la SMRP, miembro del comité de afiliados SMRP LATAM, con más de 8 años de experiencia en gestión de mantenimiento en el sector industrial, en comisionamiento y control de calidad en proyectos de puesta en marcha y repotenciación en el sector petroquímico y de generación, asesoría en tribología y confiabilidad e implementación de proyectos de industria 4.0 en el sector azucarero, papelerero, siderúrgicas y de generación. Fundadora de la compañía IDC Ingeniería de Confiabilidad SAS, donde se desempeña como gerente de proyectos y lidera operaciones en Colombia, Centro América y el Caribe.

**ING.
MARÍA ALEJANDRA
MARTÍNEZ DELGADO**



**Ingenieros de
Lubricación S.A.S**
Lubricación centrada en confiabilidad

IDC
Ingeniería de
Confiabilidad S.A.S.



Ingenieros de Lubricación S.A.S
Lubricación centrada en confiabilidad

Información de contacto:
camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com

PBX. +(57 4) 4443877
Cel. +57 3006560598

INCO 

 **IDC**
Ingeniería de
Confiabilidad S.A.S.


TRIBOS
INGENIERIA SAS
Tecnología de Máquinas