

LUBRICACIÓN, AHORRO DE ENERGÍA Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS

Diplomado virtual



Fecha

Abril 05
a junio 27
de 2021



Intensidad

120 horas
12 módulos



Modalidad

Virtual



Inversión

Colombia:
\$3'900.000
Exterior
habla hispana:
\$1.300 USD



Lugar

Plataforma
virtual



Horario

Lunes
y martes
de 6:00 pm
a 10:00 pm
Hora colombia



Certificaciones:

TRIBOS
Cat. I, BPLAL
Cat. II, LM1,
Cat. III, LM2

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

1

OBJETIVOS



- Análisis de la fricción, desgaste y lubricación de los componentes de las máquinas.
- Cálculo del ahorro de energía en kw-hr por menor fricción en los mecanismos lubricados.
- Pruebas de laboratorio de acuerdo con las normas ASTM, para aceites usados IS y SAE.
- Termografía y vibraciones para lograr el ciclo de Vida disponible del activo.
- Ruta de Tribología y la Ruta de Confiabilidad, para lubricar los mecanismos por condición.
- Desarrollo de los procesos que de la Lubricación Centrada en la Confiabilidad LCC.

2

TEMAS

Sesión 1 Módulo 1

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Ciclo de vida del activo

- Productividad, rentabilidad e innovación para la competitividad de las empresas.
- Vida Disponible Vd y Vida Esperada Ve del activo.
- Desgaste normal, anormal y falla de los mecanismos lubricados.
- Condición de operación OC, OF y EF de los mecanismos lubricados.
- Factores que afectan el ciclo de Vida Disponible Vd del mecanismo y cómo controlarlos.
- Factores que afectan la vida de servicio del aceite y su influencia en el logro del ciclo de Vida Disponible Vd del mecanismo.
- Presentación Test 1 y 2, 60% y desarrollo de Trabajo, 40% de la calificación del módulo.

- Calor generado por fricción e incremento de temperatura según el tipo de fricción.
- Temperatura de operación OC, OF y EF e influencia de la temperatura ambiente.
- Consecuencias de la temperatura de operación en el rango OF y EF.
- Alta fricción por una lubricación deficiente, o por problemas mecánicos u operacionales.

Sesión 1 Módulo 2

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Tribología, fricción, consumo de energía por fricción

- Reducción del consumo de energía por fricción y protección del ambiente para el logro de procesos sostenibles y competitivos.
- Tribología y su influencia en la Vida disponible Vd de los mecanismos lubricados.
- Fricción, tipos: metal-metal, sólida, mixta y fluida, coeficientes de fricción y valores.
- Consumo y ahorro de energía por menor fricción en los mecanismos lubricados.
- Correlación entre los diferentes tipos de fricción y las fallas catastróficas.

Sesión 1 Módulo 3

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación límite, EHL y HD

- Definición de película lubricante, tipos y su relación con la fuerza de fricción.
- Capas de la película lubricante: base lubricante y aditivos metálicos AW o EP.
- Lubricación límite, Elastohidrodinámica EHL e Hidrodinámica HD; definición, características y su desarrollo según la carga, velocidad, temperatura y rugosidad de los mecanismos.
- Cálculo y rango trabajo del factor de seguridad λ de la película lubricante de acuerdo al tipo de lubricación en rodamientos, cojinetes lisos, y engranajes.
- Aditivos antidesgaste AW para lubricación HD y extrema presión EP para EHL.
- Prueba Timken y 4 Bolas para evaluar la capacidad de carga del aditivo AW y EP.
- Cálculo del tipo de aditivo EP₁, EP₂, EP₃, EP₄ según el valor del factor de seguridad λ .
- La influencia de la fuerza de fricción y de la rugosidad en el factor de seguridad λ .
- Selección de la rugosidad ISO 468 de acuerdo con el tipo de mecanismo lubricado.
- Porqué no se debe alterar el acabado superficial original de los mecanismos lubricados.

Sesión 2 Módulo 4

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Desgaste de mecanismos lubricados

- Tendencia al desgaste TD y Rata de desgaste RD.
- Desgaste normal, anormal y falla.
- Desgaste, tipos: adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo.
- Límites condenatorios para evitar el desgaste anormal y la falla.
- Factores que se deben tener en cuenta para controlar los diferentes tipos de desgaste: película lubricante, temperaturas de operación, oxidación, agua, sólidos, vibraciones.
- Influencia de la fuerza de fricción en los diferentes tipos de desgaste.
- Incidencia del factor de seguridad λ en el desgaste adhesivo y fatiga superficial.
- El Índice de Viscosidad en el control del desgaste adhesivo y por fatiga superficial.
- El nivel de limpieza ISO 4406-99 del aceite en el control del desgaste erosivo y abrasivo.
- El análisis de la oxidación del aceite en el laboratorio para el control del desgaste corrosivo.
- Lubricantes especiales para reducir el desgaste adhesivo y por fatiga superficial.
- Prácticas de monitoreo para mantener el desgaste dentro del rango normal y para determinar la criticidad del incremento cuando es anormal.
- Análisis de fallas en componentes de máquinas, causas y soluciones.

- Clases de lubricantes: minerales, sintéticos, vegetales.
- Tipos de lubricantes: aceites, grasas, lubricantes sólidos.
- Categoría de los lubricantes: H1, H2, H3.
- Sistemas de clasificación de los lubricantes ISO: ASTM, AGMA, SAE, API y NLGI.
- Lubricantes minerales, aceites, grasas, composición, propiedades físico-químicas.
- Selección del aceite mineral ISO y SAE/API para motores y transmisiones con base en las propiedades físico-químicas especificadas por el fabricante de la máquina.
- Selección de la grasa mineral NLGI industrial y automotriz con base en las propiedades especificadas por el fabricante de la máquina.
- Catalogación para la compra de un aceite ISO, SAE/API y de una grasa NLGI.
- Metodología para hallar el equivalente de un lubricante en otra marca.
- Mezcla de aceites minerales de diferente viscosidad o marca. Problemas, compatibilidad.
- Biodegradabilidad y toxicidad de los lubricantes minerales.
- Lubricantes sintéticos y vegetales, definición, formulación, características.
- Tipos de lubricantes sintéticos y vegetales, aplicaciones.
- Selección de aceites ISO, SAE/API y grasas NLGI sintéticos y vegetales.
- Compatibilidad de los lubricantes sintéticos y vegetales con los minerales.
- Ahorro de energía y menor temperatura con los lubricantes sintéticos y vegetales.
- Procedimiento para la implementación y uso de los lubricantes sintéticos y vegetales.
- Pruebas de laboratorio para los aceites sintéticos y vegetales.
- Biodegradabilidad y toxicidad de los lubricantes sintéticos y vegetales.

Sesión 2 Módulo 5

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

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

- Lubricante, definición, funciones del lubricante: Formar la película lubricante, reducir la fricción, enfriar, amortiguar y evacuar impurezas ISO o limpiar SAE MCI.
- Viscosidad dinámica y cinemática, unidades, viscosímetros y equivalencias.
- Índice de viscosidad y variación de la viscosidad con la temperatura, Gráfico ASTM D342.
- Aditivos metálicos AW y EP y aditivos físico-químicos para proteger la película lubricante.

Sesión 2 Módulo 6

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Almacenamiento y manejo de lubricantes

- El lubricante como elemento clave en el logro de la Vida disponible Vd.
- Fabricación, manipulación y aplicación del lubricante.
- La contaminación del lubricante y el riesgo de fallas.

Sesión 3 Módulo 9

- Almacenamiento y cuidado básico de los lubricantes.
- Bodega principal para almacenamiento de lubricantes.
- Cuarto de lubricantes, diseño, características y componentes.
- Depósitos, aceiteras y pistolas engrasadoras bajo Norma.
- Almacenamiento de aceites usados para filtrar.
- Limpieza interna de cárteres y depósitos de aceite de máquinas.
- Flushing hidráulico y químico hidráulico en sistemas de lubricación.
- Termodiálisis y filtración del aceite usado.
- Manejo y disposición final del aceite usado.
- Biodegradabilidad CEC-L-33T-82 y Toxicidad EPA 560/6-82-002.

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación de Máquinas 3

Lubricación, selección del lubricante, catalogación, carta de lubricación, rótulos de lubricación y solución de problemas más frecuentes en:

- Compresores alternativos de pistón de simple y de doble efecto.
- Compresores rotativos de tornillo de CTCCH y CTCCS.
Compresores centrífugos y axiales.
- Turbinas de vapor.
- Generadores.
- Turbinas hidráulicas Pelton, Francis, Kaplan.
- Turbinas de gas.
- Motores de combustión interna diesel y gasolina, transmisiones.
- Fluidos para transformadores.
- Fluidos para transferencia de calor.
- Fluidos para mecanizado.

Sesión 3 Módulo 7

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación de Máquinas 1

Lubricación, selección del lubricante, catalogación, carta de lubricación, rótulos de lubricación y solución de problemas más frecuentes en:

- Cables.
- Cadenas de rodillos y silenciosas.
- Acoples de rejilla, cadena y piñones.
- Rodamientos.
- Cojinetes lisos.

Sesión 4 Módulo 10

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

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

- El análisis del aceite ISO y SAE/API en el laboratorio como herramienta predictiva.
- Pruebas básicas ASTM, ISO, EAA: Viscosidad, TAN, TBN, % vol. agua, partículas sólidas, aditivos metálicos, contaminantes metálicos, metales de desgaste.
- Pruebas especiales ASTM, ISO: RPVO, demulsibilidad, antiespumante, tensión interfacial, barnices, antioxidantes, antidesgaste, extrema presión, punto de inflamación, punto de goteo, factor de giro, consistencia.
- Parámetros que se le analizan al aceite ISO y SAE/API y límites condinatorios OF y EF.
- Selección de las máquinas críticas para analizarles el aceite y frecuencias de monitoreo.
- Puertos de muestreo de aceite, características, ubicación de acuerdo a la máquina.
- Toma de la muestra de aceite, procedimiento,

Sesión 3 Módulo 8

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación de Máquinas 2

Lubricación, selección del lubricante, catalogación, carta de lubricación, rótulos de lubricación y solución de problemas más frecuentes en:

- Reductores de velocidad.
- Motores eléctricos.
- Motorreductores.
- Multiplicadores de velocidad.
- Ventiladores.
- Bombas alternativas y centrífugas.
- Sistemas hidráulicos.

Sesión 4 Módulo 12

frascos, bomba de vacío, datos.

- Análisis de laboratorio a las propiedades físico-química del aceite ISO y SAE/API.
- Análisis del nivel de limpieza a aceites industriales según ISO 4406 - 99.
- Evaluación por EAA al contenido de aditivos metálicos y contaminantes metálicos a los aceites ISO y SAE/API.
- Tendencia al desgaste TD y Rata de desgaste RD y evaluación del desgaste por EAA.
- Evaluación por ferrografía para determinar el tipo de desgaste y su criticidad.
- Formato para reportar los resultados de laboratorio.
- Análisis de los resultados de los parámetros analizados al aceite ISO y SAE/API y de las tendencias y su relación con el desgaste adhesivo, erosivo, abrasivo y corrosivo.
- Toma de decisiones para asegurar la confiabilidad de las máquinas.

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Confiabilidad de máquinas

- Filosofía de la confiabilidad de máquinas basada en la rentabilidad.
- Implementación de un programa de confiabilidad de máquinas.
- Matriz de criticidad y clasificación de las máquinas por criticidad.
- Política de rotación de máquinas.
- Vida Disponible Vd y Esperada Ve, y los 6 factores que la afectan, como: película lubricante (fho), temperatura (fTop), oxidación (fTAN), agua (fH2O), contaminación (fISO4406) y vibración (fv).
- Ventanas operativas de un mecanismo, OC, OF y EF.
- Diagrama de flujo de la confiabilidad de máquinas.
- Puntos de monitoreo y puertos de muestreo.
- Ruta de Lubricación preventiva.
- Ruta de Lubricación predictiva por Tribología para máquinas de propósito general.
- Ruta de Lubricación predictiva por Confiabilidad para máquinas críticas y esenciales.
- Protocolo de entrega de equipos nuevos y reparados.
- Herramientas teóricas: Lubricación, termografía, vibraciones.
- Herramientas prácticas: Laboratorio, cámara termográfica y colector de vibraciones.
- Carta de Confiabilidad, parámetros que la constituyen, límites OC, OF y EF.
- Toma de datos en las máquinas para analizar la condición de lubricación, temperatura y vibraciones y diagnosticar si su estado está en OC, OF o EF.
- Informe de confiabilidad, indicador de confiabilidad y de disponibilidad de máquinas.
- Análisis de Causa Raíz - RCA.

Sesión 4 Módulo 11

Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación Centrada en Confiabilidad LCC

- Lubricación Centrada en la Confiabilidad LCC, filosofía, características, y descripción de los seis procesos que lo constituyen.
- El papel del LCC en la ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC.
- Análisis cualitativo y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que se tengan en los seis procesos del LCC y las Recomendaciones a seguir para mejorarlos e implementarlos.
- Desarrollo de los seis procesos del LCC en una planta industrial.
- Proceso de Lubricación Efectiva: Lo constituyen 25 pasos.
- Proceso de Lubricación Preventiva: Lo constituyen 13 pasos.
- Proceso de Lubricación Predictiva: Lo constituyen 15 pasos.
- Proceso de Lubricación Proactiva: Lo constituyen 9 pasos.
- Proceso de Gestión ambiental: Lo constituyen 4 pasos.
- Proceso de Formación de líderes en lubricación: Lo constituyen 10 pasos.

3

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.

4

CRITERIOS DE EVALUACION

- Test del módulo: 30%
- Trabajo del módulo: 30%
- Quices: 20%
- Participación: 20%
- Proyecto de grado: 30%

El promedio de la calificación de los 12 módulos corresponde al 70% de la calificación final.

5

MATERIAL DE ESTUDIO

El material de estudio se le enviará a cada estudiante previo al inicio del diplomado.

- Un ejemplar del libro Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta Edición.
- Un ejemplar del libro Lubricación de Máquinas I, Tomo II, 5ta Edición.
- Presentaciones virtuales en power point de los temas de cada módulo.

6

CERTIFICACIÓN DEL DIPLOMADO VIRTUAL

La Certificación de aprobación del Diplomado virtual la expide TRIBOS INGENIERIA SAS & INGENIEROS DE LUBRICACION S.A.S.

7

CERTIFICACIÓN TRIBOS CAT I, II, III

Los participantes del Diplomado virtual deben presentar el examen de las Certificaciones Tribos: “Buenas prácticas en lubricación y análisis de laboratorio”, Cat I, BPLAL, “Lubricación de máquinas I”, Cat II, LM1 y “Lubricación de máquinas II”, Cat III. Son válidas por 5 años y su aprobación por parte del estudiante, le garantiza que puede aprobar cualquier certificación disponible a nivel nacional o internacional dentro de las mismas categorías.

8

A QUIÉN VA DIRIGIDO

Gerentes de planta y de confiabilidad, ingenieros, supervisores y técnicos de mantenimiento, lubricación y confiabilidad.

9

PERFIL DEL PARTICIPANTE

Debe cumplir con alguno de los siguientes prerequisites:

- Contar con un título universitario en cualquier rama de la ingeniería.
- Contar con una tecnología relacionada con el mantenimiento o lubricación de máquinas.
- Contar como mínimo con 5 años de experiencia como Tribólogo.

Lugar de estudio

Plataforma virtual.

Intensidad, horario

120 horas, de 6:00 pm a 9:00 pm (hora Colombia). Ver Numeral 8

10

INVERSIÓN

Participación al diplomado completo (12 módulos):

Colombia:

\$3'900.000 (tres millones novecientos mil pesos) más el 19% del IVA

Otros países:

USD \$1300 (mil trescientos dólares), no incluye los impuestos que sea necesario pagar en el país donde reside la persona que asiste.

Participación por módulos:

Valor por módulo \$325.000 (trescientos veinte y cinco mil pesos), más el 19% del IVA

USD \$130 (ciento treinta dólares), exentos de cualquier tipo de impuesto. No incluye los libros.



11

FORMA DE PAGO

Para Colombia:

Banco: Bancolombia

Tipo de cuenta: corriente

Número de cuenta: 61407060345

Nit. 800134731-3

Titular: Ingenieros de Lubricación S.A.S.

Otros países:

Solicitar el link de pago al correo camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com o por WhatsApp al número de celular +57 3006560598

12

PROCESO DE INSCRIPCIÓN

Enviar orden de compra y comprobante de pago:

camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com

y contabilidad@ingenierosdelubricacion.com

Razón social: INGENIEROS DE LUBRICACION S.A.S.

NIT. 800134731-3

Celular: 3006546604 / 3006560598

Se confirma la inscripción con la recepción de la orden de compra. El pago deberá realizarse previo al inicio del diplomado. Una vez que se haya hecho la respectiva inscripción y cancelado el 100% del valor de la asistencia al diplomado LUBRICACION, AHORRO DE ENERGIA Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS, el participante debe enviar al correo camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com, la siguiente información:

- Nombres y apellidos.
- Profesión.
- Foto tipo documento reciente a colores de 3x4 cm, con fondo blanco.
- Empresa donde trabaja, cargo y correo electrónico.
- Recibo original de la consignación del valor del Diplomado presencial o virtual.

INSTRUCTOR



PEDRO ALBARRACÍN AGUILLÓN

pedroalbarracin@tribosingenieria.com

Cel. 300-6546504

Ingeniero Mecánico de la Universidad de Antioquia-Colombia; 45 años de experiencia como ingeniero en tribología y lubricación; conferencista en cursos de Tribología y Lubricación en empresas de Colombia y en países de América Latina; ingeniero de lubricación por 20 años en la Refinería de petróleos Ecopetrol en Barrancabermeja-Colombia; profesor de Tribología y Lubricación en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín-Colombia durante 40 años; ingeniero de diseño de equipos para filtración y diálisis por termovaco para aceites industriales y de sistemas de circulación a presión para turbinas de vapor; autor de los libros: Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición; Tribología y Lubricación, Tomo I, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición, Lubricación de máquinas I, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición, Lubricación de turbinas de vapor, 1ra y 2da Edición; Equivalencias entre las diferentes marcas de lubricantes, 1ra y 2da Edición; director de la revista Tribología; director de desarrollo de tecnología en la empresa Tribos Ingenieria SAS.

FECHAS Y HORARIOS

Zona horaria de Colombia

DIPLOMADO VIRTUAL LUBRICACIÓN, AHORRO DE ENERGÍA Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS Abril 5 a junio 27 de 2021

No.	Sesión	Módulo/ Semana	Tema	Día	Hora	Día	Hora
01	1	01	Ciclo de vida del activo.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
02		02	Tribología, fricción, ahorro de energía, calor, temperatura.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
03		03	Lubricación límite, EHL, HD.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
04	2	04	Desgaste en los mecanismos lubricados.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
05		05	Lubricantes Minerales, Sintéticos y vegetales.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
06		06	Almacenamiento, manejo y aplicación de lubricantes.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
07	3	07	Lubricación de Máquinas 1.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
08		08	Lubricación de Máquinas 2.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
09		09	Lubricación de Máquinas 3.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
10	4	10	Análisis de laboratorio ASTM, ISO, EAA.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
11		11	Lubricación Centrada en Confiabilidad – LCC	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
12		12	Confiabilidad de máquinas.	Lunes	6-10 pm	Martes	6-10 pm
13		13	Entrega del proyecto.	Viernes hasta las 6:00 pm			
14		14	Present. examen de certificación Tribos Cat. I, Cat. II, III.	Lunes, Martes, Miérc. 5:00am - 8:00pm			
15		15	Entrega de calificaciones.				
16		16	Entrega de certificado de aprobación.				

Programación de fechas - 2021

Semana 1	Abril 5 al 12	Semana 5	May 3 al 10	Semana 9	May 31 a Jun 7	Semana 13	Jun 28 a Jul 5
Semana 2	Abril 12 al 19	Semana 6	May 10 al 17	Semana 10	Jun 7 al 14	Semana 14	Jul 5 al 12
Semana 3	Abril 19 al 26	Semana 7	May 17 al 24	Semana 11	Jun 14 al 21	Semana 15	Jul 12 al 19
Semana 4	Abril 26 a may 3	Semana 8	May 24 al 31	Semana 12	Jun 21 al 28	Semana 16	


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