

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Alineamiento Láser de Máquinas

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Contenido

1. OBJETIVO GENERAL	3
2. OBJETIVO ESPECIFICO	3
3. PERFIL DE INGRESO	3
4. COMPETENCIAS QUE DESARROLLA.....	4
5. CONTENIDOS DEL CURSO	4
6. METODOLOGÍA.....	9
7. REQUISITOS DE APROBACIÓN.....	9
8. CERTIFICACIÓN	9
9. PRESENTACIÓN DEL INSTRUCTOR	10
CONTROL DE CAMBIOS	11

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Nombre del curso: Alineamiento Láser de Máquinas

Empresa: F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA

Modalidad: Presencial / Online en vivo

Duración: 16 horas cronológicas (2 jornadas de 8 horas)

1. OBJETIVO GENERAL

Capacitar al participante en la identificación, medición y corrección de desalineamientos en máquinas rotativas utilizando equipos de alineamiento láser, aplicando buenas prácticas de mantenimiento y criterios técnicos de aceptación, para reducir vibraciones, disminuir el desgaste de rodamientos y acoplamientos, mejorar la eficiencia energética y prolongar la vida útil de los equipos.

2. OBJETIVO ESPECIFICO

Al finalizar el curso, el participante será capaz de:

- Identificar los tipos de desalineamiento y sus consecuencias en la confiabilidad de los equipos.
- Reconocer los componentes del tren motriz y la influencia del desalineamiento sobre su vida útil.
- Aplicar los procedimientos de seguridad y la preparación previa al trabajo de alineamiento.
- Configurar y verificar el estado de un sistema de alineamiento láser.
- Evaluar la condición inicial de la máquina, verificando y corrigiendo el pie cojo (soft foot).
- Medir el desalineamiento y diagnosticar su tipo a partir de los datos registrados.
- Ejecutar el método de medición 9-12-3.
- Corregir el desalineamiento en los planos vertical y horizontal mediante calzas y movimiento controlado.
- Aplicar las tolerancias de alineamiento según velocidad, fabricante y condición térmica.
- Resolver casos especiales de alineamiento.
- Documentar el trabajo en un reporte técnico trazable con recomendaciones de mantenimiento.

3. PERFIL DE INGRESO

Este curso está dirigido a:

- Técnicos de mantenimiento.
- Mecánicos industriales.
- Ingenieros.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Supervisores de mantenimiento.
- Planificadores.
- Especialistas en confiabilidad.
- Personal de monitoreo de condición.
- Profesionales vinculados al mantenimiento predictivo.

No se requieren conocimientos previos en alineamiento láser.

4. **COMPETENCIAS QUE DESARROLLA**

El participante será competente para:

- Diagnosticar el tipo de desalineamiento de una máquina rotativa.
- Preparar el trabajo aplicando bloqueo, etiquetado y evaluación de riesgos.
- Configurar el alineador láser e ingresar los parámetros críticos de la máquina.
- Verificar y corregir el pie cojo antes de medir.
- Ejecutar la medición del desalineamiento con el método 9-12-3.
- Corregir el desalineamiento en los planos vertical y horizontal.
- Aplicar las tolerancias de aceptación según las normas y el fabricante.
- Documentar el alineamiento en un reporte técnico trazable.

5. **CONTENIDOS DEL CURSO**

MÓDULO 1. Introducción al Alineamiento de Ejes

Objetivo: Comprender los conceptos fundamentales del alineamiento y su importancia en la confiabilidad de los equipos.

Contenidos

- Conceptos fundamentales.
- ¿Qué es el alineamiento láser de ejes?
- ¿Qué es una máquina rotativa?
- ¿Qué es la alineación y por qué es necesaria?
- Importancia del alineamiento en la confiabilidad de los equipos.
- Consecuencias del desalineamiento.
- Beneficios de una alineación correcta.
- Tipos de desalineación.
- Métodos de alineación según técnica.
- Qué máquinas requieren alineamiento.
- Conceptos fundamentales que debe dominar un técnico.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Relación entre alineación y vibración.
- Normativa y tolerancias generales: primera mirada.

MÓDULO 2. Fundamentos Mecánicos

Objetivo: Reconocer los componentes del tren motriz y la influencia del desalineamiento sobre su vida útil.

Contenidos

- Componentes de un tren motriz.
- Acoplamientos y sus características.
- Acoplamientos rígidos y sus características.
- Tolerancias para acoplamientos rígidos.
- Acoplamientos flexibles y sus características.
- Tabla comparativa de acoplamientos flexibles.
- Rodamientos de bolas y juego radial interno.
- Rodamientos de rodillos y juego radial interno.
- Sellos mecánicos y sus tipos.
- Sellos de laberintos.
- Bases, pernos de anclaje y placas de apoyo.
- Influencia del desalineamiento en la vida útil de los componentes.

MÓDULO 3. Seguridad y Preparación del Trabajo

Objetivo: Aplicar los procedimientos de seguridad y la preparación previa al alineamiento.

Contenidos

- Procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO).
- Evaluación de riesgos.
- Inspección previa al alineamiento.
- Herramientas necesarias.
- Condiciones y buenas prácticas para alinear.

MÓDULO 4. Sistemas de Alineamiento Láser

Objetivo: Conocer el principio de funcionamiento del sistema láser y su configuración inicial.

Contenidos

- Principios de funcionamiento: descripción general del sistema láser.
- Componentes del sistema.
- Tipos de equipos láser.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Instalación del equipo: selección de soporte y limpieza.
- Conceptos geométricos clave del sistema láser.
- Montaje de sensores y conexión al display.
- Configuración inicial e ingreso de parámetros (datos críticos).
- Compensación de holgura (backlash compensation).
- Verificación del estado del instrumento.

MÓDULO 5. Condición Inicial de la Máquina

Objetivo: Evaluar la condición inicial de la máquina y detectar el pie cojo antes de medir.

Contenidos

- Inspección visual y registro de la máquina.
- Estado de la base y nivelación inicial.
- Condición del acoplamiento y holguras mecánicas.
- Tensión de cañerías (pipe strain).
- Verificación de pie cojo (soft foot).
- Clasificación de tipos de soft foot.
- Métodos de detección de soft foot.

MÓDULO 6. Medición del Desalineamiento

Objetivo: Medir el desalineamiento y diagnosticar su tipo.

Contenidos

- Indicadores de desalineación antes de medir.
- Métodos de medición y posiciones.
- Interpretación básica de mediciones.
- Interpretación del resultado en pantalla.
- Registro de datos y diagnóstico del tipo de desalineamiento.

MÓDULO 7. Corrección del Desalineamiento

Objetivo: Corregir el desalineamiento en los planos vertical y horizontal.

Contenidos

- Correcciones en alineamiento: corrección vertical y horizontal.
- Uso de calzas (shims) y movimiento controlado de la máquina.
- Repetición de mediciones para verificar el resultado.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

MÓDULO 8. Tolerancias de Alineamiento

Objetivo: Aplicar las tolerancias de aceptación según velocidad, fabricante y condición térmica.

Contenidos

- Tolerancias de alineamiento.
- Marco normativo:
 - API 686 — Instalación de maquinarias y diseño de instalación.
 - ANSI/ASA S2.75 — Metodología de alineación de ejes.
 - ISO 10816 / ISO 20816 — Vibraciones mecánicas.
 - Normas de fabricantes de acoplamientos.
- Tolerancias recomendadas: ¿de qué dependen?
- Tolerancias generales según API 686.
- Tolerancias de fabricantes (referencias típicas).
- Tolerancias para alineamiento de poleas (con láser).
- Tolerancias de vibración relacionadas (ISO 20816).
- Alineación en frío frente a alineación en caliente.
- Tipos de alineamiento según condición térmica (crecimiento térmico y alineamiento objetivo).
- Errores comunes que violan las normas.
- Requisitos del técnico según normas internacionales.

MÓDULO 9. Casos Especiales

Objetivo: Resolver casos especiales de alineamiento.

Contenidos

- Máquinas de varios apoyos.
- Equipos con espaciadores (spacer shaft).
- Bombas verticales.
- Trenes de máquinas.
- Equipos de alta velocidad.

MÓDULO 10. Documentación Técnica

Objetivo: Documentar el trabajo de alineamiento con evidencias técnicas y recomendaciones.

Contenidos

- Elaboración de informes.
- Interpretación de gráficos.
- Registro fotográfico y evidencias técnicas.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Recomendaciones de mantenimiento.

MÓDULO 11. Cómo Utilizar el Alineador Láser

Objetivo: Ejecutar el procedimiento completo de alineamiento con el equipo láser, paso a paso.

Contenidos

- Uso general: el mapa completo, de la caja a la máquina alineada.
- Cómo funciona: dos láseres que se miran entre sí.
- El hardware: maletín y unidades de medición.
- Bloqueo de la máquina y verificación de condiciones previas.
- Identificación de la unidad S (fija) y la unidad M (móvil).
- Carga de las unidades y módulos inalámbricos; instalación de las aplicaciones.
- Montaje físico en el eje; cadena de extensión para ejes grandes.
- Configuración de la app: ajustes generales, conexión de las unidades e ingreso de las cuatro distancias de la máquina.
- Selección de tolerancias y método de ajuste vertical.
- Revisión del estado del sensor e interpretación de los valores de detector y ángulo.
- Método de verificación de pata coja con el alineador láser.
- Método de alineamiento 9-12-3: girar y medir.
- Resultados y corrección: primero el plano vertical y luego el horizontal, en vivo.
- Medición de verificación obligatoria del resultado.
- Guardado del reporte en la biblioteca de máquinas.
- Repaso final: los siete momentos del alineamiento.

MÓDULO 12. Evaluación Final

Objetivo: Evaluar los aprendizajes teóricos y prácticos del curso.

Contenidos

- Evaluación teórica.
- Evaluación práctica sobre equipo real o banco de pruebas, según rúbrica de desempeño.
- Retroalimentación.
- Cierre del curso.

ANEXO. Alineamiento de Poleas y Transmisiones por Correa

Objetivo: Material complementario, no evaluado.

Contenidos

- Fundamentos del alineamiento de poleas: desalineación angular, paralela, vertical y axial.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Consecuencias típicas de una mala alineación de poleas.
- Componentes del sistema láser para poleas.
- Preparación para el alineamiento de poleas.
- Montaje del láser en la polea.
- Interpretación del haz láser.
- Tipos de corrección y tolerancias recomendadas.
- Errores comunes en alineamiento de poleas.

6. **METODOLOGÍA**

El curso combina clases expositivas, demostraciones prácticas, ejercicios guiados, análisis de casos reales y uso de instrumentación de alineamiento.

Las actividades prácticas consideran la utilización de equipos de alineamiento láser sobre un equipo real o banco de pruebas, ejecutando un alineamiento completo: verificación de pie cojo, medición con el método 9-12-3, corrección en los planos vertical y horizontal, medición de verificación y elaboración del reporte.

7. **REQUISITOS DE APROBACIÓN**

El participante deberá:

- Asistir al menos al 90% de las horas del curso.
- Obtener una calificación mínima de 75% en la evaluación final.
- No reprobado ningún criterio de seguridad en la evaluación práctica.

8. **CERTIFICACIÓN**

Los participantes que cumplan los requisitos de aprobación recibirán un **Certificado de Aprobación** emitido por **F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA**, indicando las horas de capacitación, los contenidos desarrollados y el nombre del instructor.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

9. **PRESENTACIÓN DEL INSTRUCTOR**

Alamiro Andrés Fernández Huenuqueo

Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Gestión de Organizaciones, con más de 15 años de experiencia en mantenimiento predictivo, monitoreo de condición, confiabilidad y gestión de activos en la industria minera y de procesos.

Es fundador y Gerente General de F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA, empresa especializada en servicios de análisis de vibraciones, alineación láser, balanceo dinámico, termografía infrarroja y capacitación técnica para la industria.

Cuenta con certificación internacional como Analista de Vibraciones Categoría IV, conforme a la norma ISO 18436-2, el nivel más alto de competencia en análisis de vibraciones, que acredita conocimientos avanzados para el diagnóstico de maquinaria rotativa, desarrollo de estrategias de monitoreo de condición, resolución de problemas complejos y liderazgo técnico en programas de mantenimiento predictivo.

A lo largo de su trayectoria ha participado en proyectos para importantes empresas del sector minero e industrial, desarrollando diagnósticos de maquinaria crítica, implementación de programas de monitoreo de condición, análisis de fallas, optimización de estrategias de mantenimiento y formación de personal técnico.

Su experiencia incluye la evaluación de equipos como bombas, ventiladores, motores eléctricos, reductores, compresores, sopladores, correas transportadoras y otros activos críticos, utilizando tecnologías de monitoreo de condición de última generación.

Como instructor, combina sólidos fundamentos técnicos con una metodología eminentemente práctica, basada en casos reales de la industria, permitiendo que los participantes desarrollen competencias aplicables inmediatamente en sus lugares de trabajo.

Formación Académica

- Ingeniero Civil Industrial.
- Magíster en Gestión de Organizaciones.
- Diploma en excelencia operacional y gestión de activos.

Especialidades

- Análisis de Vibraciones.
- Balanceo Dinámico.
- Alineación Láser de Ejes.
- Termografía Infrarroja.
- Gestión de Activos.
- END.

	Programa del Curso Alineamiento Láser de Máquinas	Código: FDI-ALI-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Filosofía de Capacitación

“La capacitación debe ir más allá de la teoría. Cada concepto aprendido debe ser aplicable en terreno, permitiendo a los participantes mejorar la confiabilidad de sus equipos, reducir fallas y generar valor para sus organizaciones mediante decisiones técnicas fundamentadas.”

CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Página	Descripción	Fecha	Área
00	Todas	Creación del Documento	17 de enero 2026	