



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Mecánica

**CARRERA:** Ingeniería Mecánica

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** Mantenimiento

Año Académico: 2023

Área: Organización y Producción

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 5

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

**Cargas horarias totales:**

| <i>Horas reloj</i> | <i>Horas cátedra</i> | <i>Horas cátedra semanales</i> |
|--------------------|----------------------|--------------------------------|
| 48                 | 64                   | 2                              |

## FUNDAMENTACIÓN

El futuro ingeniero mecánico tendrá un vasto conocimiento de las herramientas disponibles hoy en la gestión de las tareas para el correcto funcionamiento de la planta. El perfil del egresado de UTN le permitirá al futuro ingeniero tener la capacidad de realizar la supervisión directa de las tareas en plantas industriales con planteles nutridos y equipamiento diverso.

El alumno de mantenimiento adquirirá los saberes del diseño, funcionamiento, capacidad, materiales intervinientes y modos de falla de los equipos y elementos mecánicos a utilizar y supervisar. También, el estudiante se capacitará para manejar las tareas organizativas en el mantenimiento programado.

El egresado deberá estar al tanto de las herramientas modernas que el mercado ofrece al ingeniero de mantenimiento en su búsqueda de alternativas de solución.



**COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

| Competencia                                                                                                                                                                                                              | Competencias de Actividades reservadas |       |      | Competencias de Alcances |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                          | Baja                                   | Media | Alta |                          |
| C.E.2.2 Realizar la gestión del mantenimiento con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.                                                                                                      |                                        |       | X    |                          |
| C.E.3.1 Determinar y certificar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de lo descrito en la AR1 de acuerdo con especificaciones, aplicando el sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social. |                                        | X     |      |                          |

**COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

| Competencia                                                                                                                                                                 | Baja | Media | Alta |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|
| CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería                                                                                                               |      | X     |      |
| CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería                                                                                                                |      |       | X    |
| CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.                                                                                                   |      |       | X    |
| CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería                                                                                 |      | X     |      |
| CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo                                                                                                                  |      |       | X    |
| CG7: Comunicarse con efectividad                                                                                                                                            |      | X     |      |
| CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global |      |       | X    |
| CG9: Aprender en forma continua y autónoma                                                                                                                                  |      | X     |      |
| CG10: Actuar con espíritu emprendedor                                                                                                                                       |      | X     |      |

**OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)**

- Analizar las distintas etapas del mantenimiento para su correcta implementación en procesos productivos.
- Aplicar las técnicas vinculadas con la organización del mantenimiento con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.
- Elaborar sistemas y políticas de mantenimiento que involucren la certificación del correcto funcionamiento y condiciones de uso de los equipos a utilizar.



## **CONTENIDOS**

### **Contenidos mínimos**

- Organización y planificación del mantenimiento.
- Mantenimiento por áreas. Estructura centralizada, descentralizada, mixta.
- Métodos de Análisis de Fallas. Curvas del deterioro.
- Mantenimiento programado, preventivo y predictivo.
- Herramientas de gestión para la seguridad de las tareas.
- Funciones del inspector o técnico de equipos.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Costo y contratos de mantenimiento.
- Control de mantenimiento.
- Técnicas de mantenimiento.

### **Contenidos analíticos**

#### **Unidad Temática I: DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO**

Historia de la ingeniería y del mantenimiento. Primeros conceptos de mantener. Gestión del mantenimiento. Extensión de vida y amortización. Influencia recíproca con el impacto ambiental. Gestión racional de partes y materiales. Valor de reventa. Ciclo de vida y costo del ciclo de vida.

#### **Unidad Temática II: ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El lay-out y el diseño de la estrategia de mantenimiento. Organización por zona, proceso y criticidad. Ficha de equipo. Historial de equipo. Organigrama, funciones en los distintos niveles (estratégico, táctico y operativo).

Eficiencia del mantenimiento, atención del cliente interno. Orden de trabajo e información. Estudio del trabajo y diseño de tareas. Sistema SMED. Calidad del mantenimiento. Presupuesto de mantenimiento. Costos

#### **Unidad Temática III: DEGRADACIÓN Y FALLAS**

Falla y modo de falla. Tipos de fallas, gravedad y mecanismos de estas. Tasa de fallas. Análisis Modal de Fallos y Efectos. Root Cause Failure Analysis. Diagrama causa-efecto, casos prácticos. Análisis de fallas. Error humano en mantenimiento. Error humano en el diseño. Error humano en la operación. Indicadores como herramienta de diagnóstico y gestión del mantenimiento, MKBF, MTBF, Tasa de fallas, MTTR, entre otros. Normativa relacionada e indicadores OEE. Normativas relacionadas.



#### **Unidad temática IV: ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.**

Distintos tipos de mantenimiento y su relación recíproca. Mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, adaptativo, proactivo y gerenciamiento de activos. Herramientas del mantenimiento cotidiano: inspección, análisis, diagnóstico, tareas programadas (lubricación, ajustes, limpieza, etc.). Medición y análisis de vibraciones. Lubricación y control de fluidos lubricantes (ISO 4406). Termografía. Ensayos No Destructivos. Monitoreo “in situ” de equipos. Monitoreo remoto. Confiabilidad. Disponibilidad. Mantenibilidad

Mantenimiento basado en la confiabilidad. Mantenimiento productivo total.

Insumos en mantenimiento. Almacenaje de partes y materiales. Almacenaje de lubricantes y fluidos hidráulicos.

Mantenimiento programado. Herramientas de planificación, gestión y control

#### **Unidad Temática V: REINGENIERÍA EN EL MANTENIMIENTO.**

Reingeniería en mantenimiento industrial. Razones y fundamentaciones para poner en marcha un plan de reingeniería. Descripción del proceso. Dónde aplicarla. Proceso actual y rediseño de este.

#### **Unidad temática VI: TERCERIZACIÓN**

Diagnóstico previo de la necesidad de tercerizar. Tipo de tercerización: mano de obra básica, mano de obra especializada, niveles de calificación y certificación. Ingeniería de planta y los proyectos: pre proyecto, proyecto, estudios de factibilidad, condiciones de contratación, especificaciones técnicas. Selección de oferentes. Análisis de ofertas. Ponderación de ofertas en base a curriculum de obras del oferente. Personal por administración

#### **Unidad Temática VII: MANTENIMIENTO 4.0**

Inteligencia artificial aplicada al mantenimiento, sistemas de big-data para mantenimiento. Softwares de gestión del mantenimiento. Internet de las cosas y sus implicancias en el mantenimiento. Software de simulación, mecánica computacional, simulación por elemento finito y física multicuerpo en la predicción y análisis de fallas y ciclos de vida de equipos y sistemas.



### DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

| Modalidad organizativa de las clases | Horas Reloj totales presenciales | Horas reloj virtuales totales | Horas totales |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|
| <b>Teórica</b>                       | 37                               |                               | 37            |
| <b>Formación práctica</b>            | 11                               |                               | 11            |

| Tipo de prácticas                      | Horas Reloj totales presenciales | Horas reloj totales virtuales | Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo) |
|----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formación experimental                 |                                  |                               |                                                                                            |
| Problemas abiertos de Ingeniería (ABP) | 11                               |                               | Clase                                                                                      |
| Proyecto y diseño                      |                                  |                               |                                                                                            |
| Otras:                                 |                                  |                               |                                                                                            |
| Práctica supervisada                   |                                  |                               |                                                                                            |
| <b>Total de horas</b>                  | 11                               |                               |                                                                                            |

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La modalidad de enseñanza consiste en el dictado de clases por Zoom, tanto para la modalidad teórica como para la práctica, con el apoyo de presentaciones en PowerPoint.

Se refuerza la adquisición de los conocimientos con el posterior envío a los alumnos de las clases grabadas, para que se hallen presentes como material de consulta.

Se utilizan videos institucionales sobre los temas desarrollados, en forma de complemento teórico.

Las clases se graban para utilizarse como material de apoyo.

#### Trabajos prácticos

Los TP a desarrollar serán resueltos en grupo, se realizan fuera de la clase y se consultan vía digital hasta su entrega en el mismo formato.

#### **TP1.- Organigrama de un sistema de mantenimiento**

Se debe realizar un organigrama del área de mantenimiento de una industria. Los alumnos deberán analizar y optimizar la estructura de dicho organigrama.



**TP2.- Indicadores, elaboración y ejercitación**

Se presentan los indicadores más usados en mantenimiento y se pide a los alumnos aplicarlos al sistema por ellos descrito con anterioridad en el TP1. Se elaboran otros indicadores de acuerdo al criterio de los alumnos.

**TP3.- Diagnóstico de falla**

Se analizan distintos ejemplos de fallas en ejes, rodamientos y otros tipos de elementos mecánicos y luego se explican los mecanismos de fractura o falla, aplicando la metodología explicada en clase.

**TP4.- Mantenimiento predictivo**

Se debe realizar una monografía sobre herramientas estratégicas del mantenimiento en base a las pautas establecidas por la cátedra.

**TP5.- Elaboración de un diagnóstico y aplicación de reingeniería**

Formar grupos y que cada grupo desarrolle un sistema de producción (que puede ser real o inventado por los alumnos) y realicen el diagnóstico de la estructura de mantenimiento y posterior reingeniería con el objetivo de mejorar dicha estructura.

**TP6.- Investigación acerca de normativas de calificación y certificación de Mano de Obra en mantenimiento**

Se debe presentar un informe de investigación sobre un tema elegido por la cátedra que trate las normas de calificación y certificación requeridas para el área a investigar.

**TP7.- Mantenimiento 4.0**

Los alumnos deberán desarrollar, para comprender, la estructura organizacional y el procedimiento que se aplica en la metodología de mantenimiento 4.0 reconociendo los siguientes componentes principales: Sensores, Big Data, Análisis y Machine Learning, toma de decisiones e implementación del mantenimiento.

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

**Modalidad**

La modalidad de evaluación estará dada por la realización de 2 (dos) exámenes parciales presenciales y la ejecución de los Trabajos Prácticos y su aprobación.

**Requisitos de regularidad**

Nota mínima 6 (seis) en ambos parciales y tener los TPs aprobados en tiempo y forma según lo estipule la cátedra.

Se requiere un 75% de presentismo.



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*

### **Requisitos de aprobación directa**

Nota mínima 8 (ocho) en ambos parciales y tener los Trabajos Prácticos aprobados en tiempo y forma. Se puede recuperar un solo parcial para la promoción, en cualquiera de sus dos instancias.

Se requiere un 75% de presentismo.

### **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La articulación está dada por el análisis de las fallas y requerimientos de mantenimiento de los distintos equipos, instalaciones y mecanismos que los alumnos han estudiado en las demás asignaturas técnicas de la carrera, poniendo en primer plano la relación que existe entre la falla, el diseño y el mantenimiento.

#### **Articulación horizontal:**

*Organización industrial* (quinto nivel): organización del mantenimiento dentro de la empresa.

*Instalaciones industriales* (quinto nivel): el mantenimiento en el diseño y planificación de los distintos tipos de instalaciones.

*Máquinas alternativas y turbomáquinas* (quinto nivel): principios de funcionamiento de motores y turbinas.

#### **Articulación vertical:**

*Mecánica de los fluidos* (cuarto nivel): principios de funcionamiento de bombas.

*Tecnología del Calor* (cuarto nivel): principios de funcionamiento de calderas, intercambiadores de calor, bombas.

*Elementos de máquinas* (integradora cuarto nivel): análisis de fallas en elementos de máquinas.

*Mediciones y Ensayos* (tercer nivel): aplicación de ensayos no destructivos para el control de procesos.

*Estabilidad II* (tercer nivel): en el cálculo de resistencia de materiales.

*Materiales metálicos* (segundo nivel): en el análisis de las propiedades de los materiales metálicos y sus causas de falla.

*Estabilidad I* (segundo nivel): en el análisis de tensiones y deformaciones.



### **CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**

Nota: Las horas consignadas como “virtual-sincrónicas” son computadas como horas presenciales, conforme el documento CONEAU sobre consideraciones sobre las estrategias de hibridación IF-2021-123533751-APN-CONEAU#ME, la resolución del CIN 1716/22, y la resolución del Consejo superior 87/22, sobre el desarrollo de actividades académicas presenciales. Su desarrollo se lleva a cabo a través de plataformas institucionales de Zoom y Meet y cuenta con el soporte del Campus Virtual Institucional, coordinado por la Dirección de Educación a Distancia de la FRBA.

| <b>Clase</b> | <b>Tema</b>                             | <b>Modalidad de dictado<br/>(presencial/virtual)</b> |
|--------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1            | Definiciones de mantenimiento           | Virtual sincrónica                                   |
| 2            | Ciclo de vida                           | Virtual sincrónica                                   |
| 3            | Costos en mantenimiento                 | Virtual sincrónica                                   |
| 4            | Gestión de las partes                   | Virtual sincrónica                                   |
| 5            | Ubicación táctica de la función         | Virtual sincrónica                                   |
| 6            | Eficiencia de las acciones, indicadores | Virtual sincrónica                                   |
| 7            | Estudio del trabajo                     | Virtual sincrónica                                   |
| 8            | Presupuesto                             | Virtual sincrónica                                   |
| 9            | Falla                                   | Virtual sincrónica                                   |
| 10           | Root Cause Failure Analysis             | Virtual sincrónica                                   |
| 11           | Error humano                            | Virtual sincrónica                                   |
| 12           | Análisis de casos                       | Virtual sincrónica                                   |
| 13           | Tipos de mantenimiento                  | Virtual sincrónica                                   |
| 14           | Lubricación                             | Virtual sincrónica                                   |
| 15           | <b>1º Parcial</b>                       | Presencial                                           |
| 16           | Termografía                             | Virtual sincrónica                                   |
| 17           | Vibraciones                             | Virtual sincrónica                                   |
| 18           | <b>1º Recuperatorio del 1º parcial</b>  | Presencial                                           |
| 18           | Mantenibilidad                          | Virtual sincrónica                                   |
| 19           | Reingeniería                            | Virtual sincrónica                                   |
| 20           | Decisión de reingeniería                | Virtual sincrónica                                   |
| 21           | Proceso y pasos en reingeniería         | Virtual sincrónica                                   |



|    |                                              |                    |
|----|----------------------------------------------|--------------------|
| 22 | Verificación e implementación                | Virtual sincrónica |
| 23 | Tercerización                                | Virtual sincrónica |
| 24 | Implicaciones de la Mano de Obra             | Virtual sincrónica |
| 25 | Calificación y Certificación de Mano de Obra | Virtual sincrónica |
| 26 | Ingeniería de Planta                         | Virtual sincrónica |
| 27 | Inteligencia artificial                      | Virtual sincrónica |
| 28 | Software de gestión y simulación             | Virtual sincrónica |
| 29 | Internet de las cosas                        | Virtual sincrónica |
| 30 | Big data                                     | Virtual sincrónica |
| 31 | <b>2º Parcial</b>                            | Presencial         |
| 32 | <b>2º Recuperatorio del 1º parcial</b>       | Presencial         |

#### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Mobley, Keith (2004) *Maintenance Fundamentals*. Editorial Butterworth Heinemann

Moubray, John (2006). *RCM II*. Industrial Press Inc.

Suzuki, Tokutaro (1996). *TPM en Industrias de Proceso*. Tokutaro Suzuki.

González García, Raimundo Heber (2016). *Mantenimiento Industrial*. Editorial Alsina.

Myklestad, Nils (2018). *Fundamentals of Vibration Analysis*. Dover Publication

Scheffer, Cornelius (2018). *Practical Machinery Vibration Analysis*. Editorial Elsevier

Mishkin, Nikolay (2017). *On-Line Condition Monitoring Industrial Lubrication and Tribology*. Editorial Springer.

#### **Presentaciones de Power Point usadas por la cátedra**

“Historia de la ingeniería”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Sistema de transformación”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Gestión y ciclo de vida de activos”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Mantenimiento y gerenciamiento de activos”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.



“Gasto, costo y agregado de valor”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Estructura organizativa de mantenimiento”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Tipos de mantenimiento”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“TPM”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“RCM”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Gerenciamiento de activos y partes”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Mantenimiento programado”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Vibraciones mecánicas”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Diagnóstico en vibraciones”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Desbalanceo”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Reingeniería del mantenimiento”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Termografía Infraroja”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Lubricación”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

“Código ISO en lubricantes”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Ensayos no destructivos”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Inspección de soportes de cañería”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Confiabilidad”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Tercerización”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Error humano en mantenimiento”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Estudio del trabajo y tiempos en mantenimiento”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

“Análisis de falla”, Enrique Rodríguez, Cátedra de Mantenimiento, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN-FRBA. Formato digital. 2020.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Parra Marquez, Carlos (2009). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros Industriales.

Gómez Santos (2010). *Mantenimiento Productivo Total*. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. Diciembre 2018 Vol. 5 No. 17 1-5.