



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**APRUEBA LA CARRERA DE MAESTRIA  
EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL MECÁNICA  
EN EL AMBITO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

Buenos Aires, 22 de octubre de 2009

VISTO la decisión de jerarquizar la educación de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, abarcando los diferentes niveles y aspirando al mayor reconocimiento nacional e internacional, y

**CONSIDERANDO:**

Que resulta insoslayable la intervención de la Universidad para priorizar la enseñanza de áreas o campos del saber que enfatizen estudios escasamente abordados en el nivel de posgrado, en particular si éstos vinculan los fundamentos científicos en áreas de alta capacidad tecnológica tales como petroquímicas, energía, compresoras nucleares, químicas y metalúrgicas, entre otras.

Que el campo temático que aborda la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Mecánica resulta un área de conocimiento en la cual es imprescindible ofrecer formación de posgrado que provea conocimientos y desarrolle competencias tendientes a expandir el campo científico y cultural, producir bienes científicos y tecnológicos y fortalecer el desarrollo económico y social.

Que la formación propuesta en el área de estudios de la ingeniería estructural mecánica se propone el dominio de competencias multidisciplinarias para relacionarse y encarar adecuadamente el diseño, verificación, fabricación y control, inspección y evaluación de fallas en recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos, instalados en plantas de proceso.



2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz”



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avala la propuesta y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomiendan su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTICULO 1º.- Aprobar la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Mecánica que se agrega como Anexo I y es parte integrante de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el diseño curricular de la mencionada carrera, que se agrega como Anexo I y es parte de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3º.- Aprobar el régimen de reconocimiento de créditos académicos de posgrado que fija el Reglamento de Posgrado de la Universidad que se agrega como Anexo II y es parte integrante de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 4º.- Dejar establecido que su implementación en la Universidad, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior Universitario cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTÍCULO 4º.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1238

A. U. S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior

ing. CARLOS E. FANTINI  
VICERRECTOR



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

ORDENANZA 1238

ANEXO I

## MAESTRIA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL MECANICA

### 1. Fundamentación

El correcto funcionamiento de las plantas industriales de alta capacidad tecnológica, tales como refinerías, petroquímicas, petroleras, compresoras nucleares, químicas, metalúrgicas, alimenticias, generadoras de energía, entre otras, requieren profesionales con alto grado de conocimiento y preparación en varias disciplinas de la ingeniería relativas al tratamiento de los componentes contenedores de presión, cañerías y equipos, tales como:

- \* Diseño
- \* Verificación y Análisis Computacional
- \* Soldadura
- \* Integridad y Vida Residual
- \* Ensayos No Destructivos, Metalografía y Materiales
- \* Gestión de la Calidad
- \* Técnicas especiales de medición
- \* Mantenimiento e Inspección
- \* Tratamiento de Equipos en Servicio
- \* Fabricación y Control

En nuestro país debido a la carencia de profesionales con la experiencia requerida en estas especialidades, las empresas recurren a los servicios profesionales o consultoras de servicio del exterior del país, en particular Brasil, EE.UU. y Europa.



“2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz”



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Resulta prioritario, entonces, formar recursos humanos en estas áreas no solo para satisfacer las demandas del mercado, cubrir las expectativas empresarias e incrementar la capacidad técnica y profesional de ingenieros, sino también con el fin de lograr profesionales capacitados para encontrar soluciones creativas que beneficien al país.

En tal sentido y observando las tendencias de otros países que han partido de un contexto socio - económico y cultural semejante al nuestro y que hoy disponen de profesionales con un nivel de formación apropiado para sostener sus planes de desarrollo industrial, se concluye que es imprescindible ofrecer formación de posgrado que provea conocimientos y desarrolle competencias tendientes a expandir el campo científico y cultural, producir bienes científicos y tecnológicos y fortalecer el desarrollo económico y social.

En este camino y en la actualidad, la inserción de la Universidad en el ámbito industrial, a través de sus Grupos de Investigación y Desarrollo, ha permitido no solo satisfacer determinados requerimientos de carácter tecnológico, sino permitir mediante cursos de perfeccionamiento, alcanzar una eficiente formación superior de sus profesionales.

En este contexto la temática de la carrera incluye para su desarrollo y tratamiento la revisión de las normas utilizadas para el diseño de equipos, ya sea americanas (ASME, API, TEMA, etc. ) o alemanas (DIN, AD-MERBLATTER, TRD, etc.), entre otras, las principales técnicas de análisis para la verificación de los equipos, el análisis de vida residual y la planificación de programas de inspección de equipos ya instalados en plantas industriales, incluyendo las principales metodologías y procedimientos de detección de su estado estructural.

El estudio detallado de las aleaciones metálicas y de las soldaduras y su comportamiento con la temperatura, la calificación de los procesos, el diseño y cálculo de uniones soldadas considerando las distintas normativas que regulan dicha actividad (ASME,



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

AWS, DIN, etc.), permiten orientar y preparar al estudiante en una temática de uso habitual, como principales herramientas que acompañan al cálculo.

La inclusión de las técnicas fractomecánicas permitirá profundizar el conocimiento acerca del diseño y el estudio de la tenacidad de los metales que conforman los distintos componentes estructurales.

Por otro lado, el desarrollo permanente de nuevos y cada vez más potentes códigos para la Simulación Computacional de sistemas físicos, pone a disposición del profesional una herramienta de ingeniería fundamental para su aplicación y desarrollo, que junto con modernas técnicas de evaluación, incluyendo el Análisis de Tensiones "Stress Analysis", permiten alcanzar un resultado seguro.

La Simulación con Modelos Computacionales es una de las herramientas básicas de la ciencia y la tecnología moderna para aproximarse a la enorme complejidad para encarar y resolver problemas.

Las técnicas de simulación pueden considerarse como alternativas y complementarias a los métodos analíticos, empíricos y procedimientos de uso habitual que, basados en un conocimiento adecuado, pueden ser aplicados en muchas situaciones prácticas que enfrenta el ingeniero.

Queda reflejada en los diferentes Códigos y Normas de aplicación, la incorporación de todas estas herramientas y metodologías de evaluación en las distintas actividades de la ingeniería, ya sea para encarar un nuevo diseño o eventualmente el tratamiento ante una modificación o evaluación de una falla de un equipo durante el servicio, la inspección y el mantenimiento, junto con la confiabilidad de los sistemas.

Por lo expuesto, para completar el concepto "Tecnológico Industrial", es necesaria la incorporación de las distintas técnicas de evaluación y control para su aplicación, tales como los Ensayos No Destructivo, los modernos métodos basados en Ondas Elásticas



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

mediante la Emisión Acústica y las Vibraciones, junto con las Réplicas Metalográficas y Estructurales, a través del Análisis Experimental de Tensiones.

Todas estas actividades son aplicadas en los Procesos de Fabricación y Servicio.

La formación de posgrado de un profesional capacitado en la temática propuesta, le permitirá alcanzar el dominio de competencias multidisciplinarias para relacionarse y encarar adecuadamente el diseño, verificación, fabricación y control, inspección y evaluación de fallas, en recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos, instalados en plantas de proceso.

La Maestría propuesta, en el ámbito de la Universidad Tecnológica Nacional, tiene como propósito fundamental, además de generar un compromiso con la actividad industrial, desarrollar y profundizar los conocimientos referidos a las distintas disciplinas involucradas en el diseño y el tratamiento en servicio de los equipos instalados en plantas industriales de proceso.

## 1.2 Objetivos

- ✓ Formar profesionales con un alto grado de especialización en áreas de la Ingeniería y facilitar su inserción en la industria metal mecánica que abastece a las industrias petroleras, petroquímicas, refinerías, compresoras de gas, agro-alimenticias, mineras, energéticas, entre otras.
- ✓ Formar profesionales con un alto grado de especialización en modernas técnicas de análisis y evaluación, aplicadas a componentes contenedores de presión, cañerías y equipos.
- ✓ Favorecer la inserción de profesionales formados para la docencia, la investigación y el desarrollo tecnológico.
- ✓ Propiciar el desarrollo de docentes e investigadores de avanzada en el tema.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- ✓ Promover a la Universidad como institución referente en actividades de formación especializada y de investigación y desarrollo de últimas tecnologías.
- ✓ Fomentar la relación de la Universidad con empresas privadas y públicas, entidades de normalización, entes reguladores y otras instituciones, para propiciar un desarrollo de la disciplina que permita mejorar la calidad y la seguridad, bajar los costos y aumentar la productividad de los procesos.
- ✓ Formar profesionales comprometidos con la seguridad, la ecología y el cuidado del medio ambiente y capaces de optimizar los recursos tecnológicos, naturales y humanos.
- ✓ Generar las condiciones para la interacción entre las actividades de Investigación de los diferentes Grupos de la Universidad y los estudiantes y propiciar el apoyo de los Grupos de Investigación con el posgrado.
- ✓ Generar en los cursantes una permanente actitud al mejoramiento continuo de su conocimiento y especialización.

### 1.3 Perfil del graduado

El Magister en "Ingeniería Estructural Mecánica", con base en una sólida formación teórica, metodológica y práctica, dispondrá de competencias para:

- ✓ Encarar adecuadamente el diseño, análisis, verificación, modificaciones, aspectos metalúrgicos de la soldadura, mantenimiento, inspección, ensayos y calidad de equipos instalados en plantas de proceso.
- ✓ Desempeñarse en el campo de la docencia universitaria y de la investigación y el desarrollo, de manera de alcanzar excelencia en sus actividades profesionales.
- ✓ Introducir en la industria tecnologías de punta y modernas metodologías resultantes de la investigación desarrollada por universidades y centros de investigación nacionales y extranjeros, que tiendan a la excelencia del sistema productivo.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- ✓ Resolver interrogantes planteados en su quehacer profesional con una perspectiva que incluya lo referente a la economía, la calidad y la seguridad en el ámbito laboral y las condiciones de vida.
- ✓ Utilizar modernas técnicas de análisis y evaluación aplicadas a componentes contenedores de presión, cañerías y equipos industriales.
- ✓ Diseñar proyectos que contemplen requisitos de seguridad del personal y equipos industriales.

#### 1.4 Titulación

La carrera se denomina "Maestría en Ingeniería Estructural Mecánica" y el título académico que otorga es el de "Magíster en Ingeniería Estructural Mecánica".

#### 1.5 Normas de funcionamiento

##### Condiciones de Admisión

Podrán ser admitidos en la Maestría en Ingeniería Estructural Mecánica, aquellos profesionales que posean título superior de grado Ingeniero, otorgado por una universidad reconocida.

La admisión de otros profesionales interesados, aun cuando no cumplan con el requisito antes mencionado, estará sujeta al análisis de los antecedentes académicos y profesionales y su compatibilidad con los contenidos de la presente carrera. Para ello, se realizará una evaluación de los candidatos al ingresar a la carrera a fin de determinar el grado de correspondencia entre su formación y trayectoria con los requisitos de la carrera. La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes, entrevistas y, eventualmente, de otros elementos de juicio solicitados por el Comité de Admisiones. En caso de ser necesario, habrá un coloquio que estará a cargo del Director y del Comité Académico de carrera.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Promoción**

La promoción supone asistencia regular a las clases – mínimo de OCHENTA POR CIENTO (80%) de asistencia -, presentación adecuada de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los cursos y aprobación de las evaluaciones previstas al término de cada una de las unidades de formación.

Todos los cursos, como parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, tendrán incorporado el mismo sistema de evaluación. La calificación será numérica dentro de la escala del UNO (1) al DIEZ (10). La aprobación será con un mínimo de SIETE (7).

### **Modalidad**

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar los contenidos y las cargas horarias mínimas establecidas para los cursos y seminarios que integran el plan de estudios.

### **Condiciones de graduación**

Para obtener el título de Magister en Ingeniería Estructural Mecánica, el aspirante deberá:

- ✓ Aprobar una prueba de suficiencia de idioma extranjero,
- ✓ Aprobar la defensa de la tesis
- ✓ Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado.

La tesis consistirá en un trabajo de investigación o en un desarrollo o aplicación de conceptos o procedimientos a un problema dado, que demuestre destreza en el manejo conceptual y metodológico acorde con el estado actual del conocimiento y un tratamiento original ya sea en la metodología, en la puesta a prueba de nuevos enfoques o nuevos conceptos teóricos.



“2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz”



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Duración**

Los plazos estipulados para la realización de las actividades tendientes a otorgar el título de Magister en Ingeniería Estructural Mecánica están comprendidos entre DOS (2) y CUATRO (4) años. En la eventualidad que estos períodos sean vencidos, y ante solicitud fundamentada, el Consejo Superior podrá conceder una prórroga para cumplimentar los requisitos de graduación.

### **Metodología y Evaluación**

El desarrollo de los cursos comprende clases teóricas, prácticas, laboratorio, visita a centros de investigación y toda tarea académica que conduzca a una integración de conocimientos y de procedimientos.

La formación estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la aplicación de los conocimientos adquiridos en casos concretos. La propuesta de enseñanza y aprendizaje se estructura en torno al:

- Desarrollo de los aspectos centrales de cada tema mediante exposición, discusión y uso de variadas técnicas que promuevan la apropiación de conocimientos,
- Trabajos por proyectos, análisis de casos y resolución de situaciones problemáticas.
- Visitas y trabajos de campo
- Talleres y seminarios.

Los profesores responsables del dictado de los cursos y seminarios podrán solicitar la presencia de otros profesores, en carácter de invitados, con similares antecedentes académicos y profesionales, para el desarrollo de temáticas teóricas, la comunicación de investigaciones y la presentación de planteos metodológicos y técnicos vinculados con los contenidos particulares a tratar.



“2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz”



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Financiamiento**

La Carrera de Maestría en Ingeniería Estructural, deberá autofinanciarse y se desarrollará en la Universidad Tecnológica Nacional a través de las Facultades Regionales, las que deberán asumir las responsabilidades relativas a: la recepción de solicitudes de inscripción, la admisión de los aspirantes, el establecimiento del monto y el cobro de aranceles y del apoyo técnico administrativo para su dictado.

### **Organización académica**

Las Facultades Regionales autorizadas por el Consejo Superior Universitario a implementar la Carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Mecánica deberán establecer la/s figura/s institucionales –Coordinación/ Dirección de la Carrera, Comité Asesor/ Académico, Unidad Operativa de Apoyo– responsable/s de:

- ✓ Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- ✓ Seleccionar y proponer los integrantes del cuerpo académico.
- ✓ Evaluar los programas analíticos de los cursos, laboratorios y seminarios.
- ✓ Evaluar el desempeño de profesores y estudiantes.
- ✓ Efectuar el seguimiento del desarrollo de la carrera.
- ✓ Evaluar los antecedentes de los aspirantes.
- ✓ Orientar el desarrollo de las actividades de integración.
- ✓ Orientar el desarrollo de los seminarios de tesis, la elección de los temas de tesis y la dinámica de trabajo entre los tesistas y sus directores.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## 2. Estructura Curricular

### 2.1 Aspectos generales de la Carrera

El currículo propuesto está orientado a proporcionar una base sólida que permita la formación de profesionales para la investigación, el desarrollo y la docencia.

El nivel de Maestría requiere del cursado y aprobación de SEISCIENTAS CINCUENTA (650) horas.

El carácter de los cursos no alude a un criterio de importancia sino a un criterio de flexibilidad curricular. Dicha flexibilidad posibilita la incorporación de actualizaciones de contenidos en función de los nuevos avances que se registran en todo lo relacionado con la temática de la carrera.

### 2.2 Organización Curricular

La Maestría propuesta está integrada por TRECE (13) cursos, con una carga horaria total de SEISCIENTAS CINCUENTA (650) horas ordenadas en dos ciclos:

#### Primer ciclo

Se incorporan todas las herramientas y metodologías de evaluación, analíticas, numéricas, empíricas y las incorporadas en los diferentes Códigos y Normas de aplicación, en las distintas actividades de la ingeniería, para encarar un nuevo diseño de un equipo o planta industrial; realizar el tratamiento ante una modificación estructural o de sus condiciones operativas, "Re-Rating"; optimizar estructuralmente un componente; solucionar las fallas de un equipo durante el servicio y realizar la inspección y el mantenimiento.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### Segundo ciclo

Para completar el concepto "Tecnológico Industrial", es necesaria la incorporación de las distintas técnicas de evaluación y control para su aplicación, tales como los Ensayos No Destructivos, los modernos métodos basados en Ondas Elásticas mediante la Emisión Acústica y las Vibraciones, junto con las Réplicas Metalográficas y Estructurales, a través del Análisis Experimental de Tensiones. Todas estas actividades son aplicadas en los Procesos de Fabricación y Servicio.

En el cuadro siguiente se presentan los cursos que integran el currículum y la carga horaria indicada para la carrera.

### PLAN DE ESTUDIOS

	CURSOS	Carga horaria
PRIMER CICLO	1. Recipientes Contenedores de Presión, Tanques, Hornos y Cañerías	110
	2. Análisis de Tensiones y Mecánica Computacional	70
	3. Diseño y Tecnología de la Soldadura	50
	4. Metodologías de Diseño Avanzado e Integridad Estructural	40
	5. Evaluación y Aptitud de equipos para el Servicio	40
	6. Ondas Elásticas y Vibraciones	70
SEGUNDO CICLO	7. Técnicas de Medición mediante Ensayos No Destructivos y Metalurgia	50
	8. Evaluación Experimental de Tensiones	50
	9. Gestión de Calidad y Certificación	40
	10. Proceso de Fabricación y Control	30
	11. Tratamiento de Equipos de Servicios	40
	12. Procesos de Inspección y Mantenimiento	30
	13. Herramientas para el desarrollo de Tesis	30
TOTAL		650



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **1. Plan de estudio - Contenidos Mínimos**

### **Curso 1: Recipientes contenedores de Presión, Tanques, Hornos y Cañerías**

#### **Objetivos**

Analizar los aspectos referidos al diseño y dimensionamiento de recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos, considerando los diferentes requerimientos de los materiales, con base en los lineamientos de las distintas normativas vigentes, nacionales e internacionales, tales como CIRSOC, IRAM, ASME, API, DIN, AD-MERKBLATTER, KTA, BRITISH STD, etc., utilizados tanto en la industria convencional como nuclear.

#### **Contenidos**

*Cálculo y Diseño de Recipientes Contenedores de Presión y Tanques*

Descripción general de recipientes y tanques de almacenamiento.

Dimensionamiento de Hornos de Proceso y Calderas.

Códigos y Normas. Antecedentes.

Materiales y Requerimientos de los Códigos.

Fallas en Equipos.

Cargas aplicadas. Categorías de Tensiones Límites y Admisibles.

Utilización de normas.

Cargas localizadas en conexiones y bridas. Suportación y uniones.

Intercambios de calor.

Tanques de almacenamiento construidos en obra y taller.

Procesos de fabricación de recipientes y tanques.

*Diseño de Hornos de Proceso y Calderas: Hornos de Proceso. Calderas.g*

*Cálculo y Diseño de Cañerías.*

Descripción general de cañerías.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Códigos y Materiales.

Cargas aplicadas y categorías de tensiones según el código.

Dimensionamiento general de cañerías.

Programas – "Software" - de uso en Ingeniería.

*Proyecto:* Realización de una planta de tratamiento de petróleo o destilería.

## **Curso 2: Análisis de Tensiones y Mecánica Computacional.**

### **Objetivos**

Conocer los aspectos referidos a la verificación y optimización de recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos, a partir de un detallado análisis de tensiones, utilizando técnicas mediante elementos finitos y teniendo en cuenta las distintas normativas para la verificación de dichos componentes, en particular ASME Sección VIII División 2.

### **Contenidos:**

*Introducción a la Mecánica Computacional.*

Método de Elementos finitos.

Problemas de elasticidad y térmicos.

Introducción al análisis no lineal y vibraciones.

Aplicaciones en mecánica de la fractura y fatiga.

Simulación de procesos mecánicos y metalúrgicos.

Su aplicación en equipos mecánicos.

Introducción al uso de Programas de Cálculo.

Uso de programas de cálculo.

*Análisis de tensiones*

El concepto de análisis de tensiones.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Estados de carga.

Análisis de tensiones y vida residual en componentes.

### **Curso 3: Diseño y Tecnología de la Soldadura**

#### **Objetivos**

Conocer los aspectos relacionados con la metalurgia y la tecnología de la soldadura, tanto desde el punto de vista de los principios físicos y la evolución como de la definición de los términos, profundizando en los aspectos prácticos: aplicaciones, diseño, selección de procesos y medios de producción, consumibles, seguridad, etc. analizar el equipamiento utilizando en cada uno de los casos, los principios físicos, ventajas y desventajas de cada uno de los procesos y métodos de control de los procesos y parámetros.

Evaluar los aspectos vinculados con economía y control de calidad de los procesos, ensayo, calificación, etc.

#### **Contenidos:**

Clasificación de los procesos de soldadura.

Física del arco y flujo de calor en soldadura.

Materiales utilizados para construcciones metálicas.

Metalurgia de la soldadura.

Consumibles para soldadura.

Diseño de uniones soldadas.

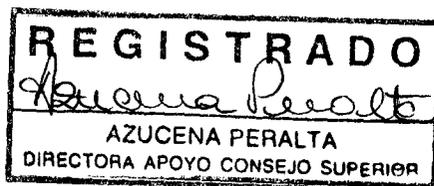
Procedimientos de soldadura.

Procesos de soldadura por arco y corte.

Tensiones residuales y distorsión.

Calidad de la soldadura e inspección.





"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Ensayos para la evaluación de soldaduras.

Evaluación de defectos.

#### **Curso 4: Metodologías de Diseño Avanzado e Integridad Estructural**

##### **Objetivos**

Conocer las modernas técnicas de evaluación de integridad estructural basadas en la mecánica de la fractura, aplicables tanto en las etapas de diseño como de inspección, vida residual y análisis de falla. Conocer la tecnología de materiales y mecanismos de daño.

Incorporar las técnicas de ensayos que permitan caracterizar a los materiales respecto de su tenacidad al crecimiento de fisuras por fatiga y respecto de su tenacidad a la fractura tanto en el campo lineal-elástico como en el campo elastoplástico.

##### **Contenidos:**

- ✓ Fractura. Tipos.
- ✓ Mecánica de fractura lineal elástica.
- ✓ Fatiga.
- ✓ Mecánica de Fractura Elasto- Plástica.
- ✓ El concepto de carga limite.
- ✓ Cargas dinámicas y efectos de la temperatura.
- ✓ Corrosión bajo Tensión.
- ✓ Aplicaciones, Diseño, Análisis de Falla, Vida Residual.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **Curso 5: Evaluación y Aptitud de Equipos para el Servicio.**

### **Objetivos**

Conocer los aspectos referidos a la verificación de recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos, a partir de diferentes procedimientos de evaluación, incluyendo aspectos relacionados con la inspección y metodología empleada, considerando el riesgo que involucra un eventual daño durante el servicio.

### **Contenidos:**

- ✓ El diseño eficiente y fallas típicas de equipos en servicio.
- ✓ Evaluación de equipos en servicio. Aptitud para el servicio. Alcances y procedimientos, metodología y evaluación. Criterios de aceptación. Análisis de vida remanente. Aplicación de los códigos en el tratamiento de equipos frente a: Fractura frágil. Pérdida localizada y generalizada de espesor. Componentes fisurados. Daño por fuego y creep.
- ✓ Normativas de aplicación, API 510, API 653 y 579
- ✓ Inspección Basada en Riesgo "RBI", metodología, inspección, métodos cualitativo y cuantitativo. Consecuencia de la falla y del daño. Frecuencia de la falla. Códigos de aplicación, API 581.
- ✓ Estudios de casos.

## **Curso 6: Ondas Elásticas y Vibraciones**

### **Objetivos**

Conocer el estudio de las últimas técnicas de Ensayo No Destructivo que se encuentran en pleno desarrollo, como los métodos basados en Emisión Acústica. Analizar los principios físicos y el campo de aplicación de esta moderna tecnología, teniendo en cuenta los recientes desarrollos e incorporación en las normas nacionales para su aplicación en equipos contenedores de presión.



*"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Contenidos:**

- ✓ Ondas Elásticas.
- ✓ Caracterización de Materiales con Ondas Elásticas.
- ✓ Emisión Acústica.
- ✓ Aplicaciones de la Emisión Acústica.
- ✓ Vibraciones.
- ✓ Instrumentación utilizada en la detección de vibraciones.
- ✓ Colector-analizador digital de datos.
- ✓ Standard de vibraciones.
- ✓ Análisis y diagnóstico de fallas.
- ✓ Balanceo.
- ✓ Sensores de proximidad.
- ✓ Órbitas y Gráficos.
- ✓ Modelación de un rotor.
- ✓ Cojinetes de fricción.

### **Curso 7: Técnicas de Medición mediante Ensayos No Destructivos y Metalurgia**

#### **Objetivos**

Estudiar la utilización de ensayos no destructivos a los efectos de determinar la existencia de defectos en componentes y lograr el dimensionamiento de los mismos mediante métodos más complejos, tales como ultrasonido y radiografía industrial. Considerar, además, la utilización de técnicas metalográficas para la determinación de micro estructuras, defectos micro estructurales, composición de materiales, tratamientos térmicos, análisis de procesos de soldadura, características y defectos de los procesos de fabricación y aplicación de la metalografía en el análisis de falla. Vincular estas temáticas con los conceptos teóricos considerados en los cursos anteriores respecto de métodos de significación de defectos, planes de inspección, etc.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

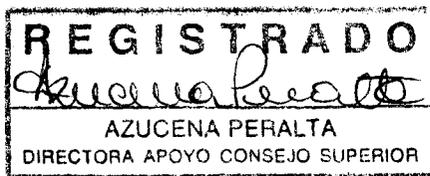
### Contenidos:

- ✓ Ensayos No Destructivos
- ✓ Líquidos Penetrantes.
- ✓ Partículas Magnéticas.
- ✓ Corrientes Inducidas.
- ✓ Radiografía Industrial.
- ✓ Ultrasonido.
- ✓ Metalurgia Física.
- ✓ Aleaciones y tipos de aceros estructurales.
- ✓ Tratamientos térmicos.
- ✓ Técnicas Metalográficas.
- ✓ Metodologías aplicadas para determinar el estado de los materiales de un Componente en Servicio.
- ✓ Detalle del Desarrollo de Prácticas.
- ✓ Microscopía Electrónica

### Curso 8: Análisis Experimental de Tensiones

#### Objetivos

Desarrollar habilidades para la aplicación de ensayos estructurales, particularmente en el análisis experimental de tensiones. Determinar con distintas metodologías el estado de deformaciones y tensiones en componentes de estructuras reales, partiendo de la información obtenida, estimar la vida en ciclos y el daño tolerado.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

#### **Contenidos:**

- ✓ Técnicas de Aplicación en Laboratorio de estructuras.
- ✓ Métodos Experimentales empleados en ingeniería mecánica y Técnicas estadísticas
- ✓ Medición por "Strain-Gages" y técnicas y prácticas de pegado y conexión
- ✓ Métodos de adquisición y procesamiento de la información experimental.  
Instrumentación y ejecución de ensayos estructurales
- ✓ Determinación del método de ensayo y de la instrumentación. Selección de los métodos de calibración adecuada
- ✓ Definición de los sistemas de fijación y aplicación de cargas
- ✓ Elaboración de los métodos de cálculo y procesamiento de la información de ensayo
- ✓ Confección de informes técnicos y memoria técnica de ensayo

#### **Curso 9: Gestión de Calidad y Certificación**

##### **Objetivos**

Analizar la Gestión de Calidad, aplicada tanto en la etapa de diseño como en la fabricación. Conocer los procedimientos utilizados y necesarios para llevar a cabo la certificación ISO y la concreción de un Sistema de Calidad para el diseño y fabricación de equipos contenedores de presión.

##### **Contenidos:**

- ✓ Requisitos de las autoridades regulatorias.
- ✓ Propósito de un sistema de gestión de calidad.
- ✓ Modelos de sistemas de calidad más usuales en la industria: recomendaciones de los códigos aplicables, prácticas recomendadas.
- ✓ Documentos y registros requeridos.
- ✓ Revisiones del diseño.
- ✓ Auditoria del sistema de calidad.
- ✓ Requisitos de calidad de la Unión Europea y las Directivas Europeas para Equipos Contenedores de Presión y su sistema de evaluación de la conformidad



“2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz”



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **Curso 10: Procesos de Fabricación y Control**

### **Objetivos**

Analizar la fabricación de componentes considerando el marco regulatorio, requerimientos y controles de taller, según lo especificado en las distintas normas nacionales y del exterior y en las pautas de diseño, con el objeto de verificar su cumplimiento en el proceso de fabricación y el cumplimiento de 56 controles de calidad.

### **Contenidos:**

Códigos y normas aplicables: código ASME para calderas y recipientes a presión. Directivas Europeas. Sistema de calidad para la fabricación. Control de los materiales. Control de procesos de fabricación. Inspecciones y ensayos. El inspector autorizado, responsabilidades. Identificación y estampado. Registros de fabricación. Requerimientos de las autoridades de aplicación. Clasificación, tipos y calidades de soldaduras. Desviaciones constructivas al diseño. Prueba de presión. Trabajo práctico, elaboración de documentación para homologación de un componente.

## **Curso 11: Tratamiento y Evaluación de equipos en Servicio**

### **Objetivos**

Conocer los diferentes procedimientos de evaluación que se utilizan para determinar la aptitud para el servicio de los equipos instalados en una planta industrial.

Analizar tipos de degradación sobre los materiales, los fenómenos desarrollados sobre los equipos por fatiga y vibraciones como así también aspectos relacionados con el tratamiento según los diferentes códigos de aplicación.





"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### Contenidos:

#### 1. Procedimiento para equipos estáticos:

- ✓ Inspecciones de Tanques de Almacenamiento.
- ✓ Inspección de Recipientes a Presión.
- ✓ Inspección de Cañerías y ductos.
- ✓ Aplicación de los Códigos vigentes nacionales e Internacionales.

#### 2. Procedimiento para equipos rotativos o dinámicos:

- ✓ Detección de problemas en rotores mediante medición de las vibraciones
- ✓ Mediciones de desbalanceos y problemas con características espectrales similares al desbalanceo. Vibraciones.
- ✓ Causas de Ejes doblados. Efecto de la dinámica del rotor en un eje doblado. Efectos térmicos en el curvado de rotores. Diagnósticos. Causas de Desalineación. Cargas radiales altas. Standard de vibraciones. Mediciones.
- ✓ Rozamientos y partes sueltas. Rozamiento radial parcial. Rozamiento anular completo. Fuerzas inducidas por rozamiento y cambios en la elasticidad. Rozamiento en estado estacionario, la componente 1x. Rozamiento durante una resonancia. Evaluación y Medición
- ✓ Desalineación por efecto de la temperatura. Posición anómala de la línea central del eje. Formas típicas de las órbitas. Evaluación y medición.
- ✓ Fisuras en ejes. Como se inician y se propagan. Reducción de la elasticidad del eje. Reglas de detección. Monitoreo y recomendaciones.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **Curso 12: Proceso de Inspección y Mantenimiento**

### **Objetivos**

Desarrollar habilidades para la inspección y el mantenimiento adecuado de diferentes equipos de una planta industrial y de proceso, especialmente calderas, recipientes y hornos.

Analizar aspectos relacionados con las fallas comunes en los equipos, y la metodología para su detección y evaluación, considerando los diferentes códigos de aplicación y la inspección basada en riesgo a través de la evaluación cualitativa y cuantitativa.

### **Contenidos:**

- ✓ Metalurgia de los Hornos y Calderas
- ✓ Parámetros que condicionan su vida útil
- ✓ Tipos de Fallas en Recipientes, Hornos de Proceso y Calderas
- ✓ Códigos de aplicación
- ✓ Programas de Inspección y Mantenimiento
- ✓ Estudio de Casos

## **Curso 13: Herramientas para el desarrollo de la Tesis**

### **Objetivos**

Desarrollar habilidades para la elaboración de la tesis de maestría: para realizar la planificación, diseño, investigación y presentación de conclusiones conforme a las normas y convenciones aplicables al área de conocimiento recortada por la maestría.





"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### Contenidos:

- ✓ Diseño y planificación de la investigación. Selección del tema. Importancia intrínseca y académica de un tema de trabajo.
- ✓ Elaboración del proyecto de investigación. Tipo, disciplina, identificación y palabras claves formulación del problema. Referencia y estado actual de los conocimientos en el tema investigación bibliográfica, centros de documentación, bases de datos, "Current Contents, Citation Index", etc.
- ✓ Objetivos. Fundamentación. Métodos a utilizar. Aplicación de los resultados. Redacción científica. Requisitos. Organización lógica. Resumen. Bibliografía y apéndices. Normas y convenciones sobre cuadros, gráficos, citas y notas de pie de página.

A small, handwritten mark or signature, possibly a stylized letter or symbol, located on the left side of the page.



"2009 – Año de Homenaje a Raúl Scalabrini Ortiz"



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**ORDENANZA N° 1238**

**ANEXO II**

**RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS ENTRE LA ORDENANZA N° 909 Y  
LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL MECANICA. ORDENANZA N° 1238**

<b>ORDENANZA 909</b>	<b>ORDENANZA 1238</b>
1. Recipientes Contenedores de Presión, Tanques, Hornos y Cañerías	Es requisito cursar y aprobar el Módulo de Hornos
2. Análisis de Tensiones y Mecánica Computacional	2. Análisis de Tensiones y Mecánica Computacional
3. Diseño y Tecnología de la Soldadura	3. Diseño y Tecnología de la Soldadura
4. Metodologías de Diseño Avanzado e Integridad Estructural	4. Metodologías de Diseño Avanzado e Integridad Estructural
5. Evaluación y Aptitud de equipos para el Servicio	Sin reconocimiento de créditos
6. Ondas Elásticas y Vibraciones	Es requisito cursar y aprobar el Módulo Vibraciones
7. Ensayos No Destructivos y Metalografía	7. Técnicas de Medición mediante Ensayos No Destructivos y Metalurgia
8. Análisis Experimental de Tensiones	8. Evaluación Experimental de Tensiones