



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 7 de noviembre de 2017

VISTO el Expediente ID N° 8085552, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva *Metalografía y Tratamientos Térmicos*, de la carrera Ingeniería Mecánica, y

CONSIDERANDO

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el programa analítico de la asignatura electiva *Metalografía y Tratamientos Térmicos*, que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Mecánica, a partir del Ciclo Lectivo 2018.

ARTÍCULO 2°.- Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 735/2017



Ing. Rubén F. CICCARELLI
Decano

Dra. Sonia J. BENZ
Secretaría Académica

Plan Anual de Actividades Académicas
a presentar y coordinar por el Director de Cátedra / Área

Departamento: Ingeniería Mecánica

Area: **Materiales**Asignatura: **Metalografía y Tratamientos Térmicos**

Titular:

Asociado:

Adjunto: **Dra. Ing. Ana Velia Druker**JTP: **Ing. Jorge Omar Ponzone**

Auxiliares:

Planificación de la asignatura. (Ficha de actividades curricular similar a la solicitada para acreditación de carreras)

Instrucciones de llenado:

- NO llenar el número de orden.
- Se pueden seleccionar una o varias casillas en las preguntas de múltiple choice, excepto en las preguntas por SÍ, NO, Ns/Nc.

1. Datos generales de la actividad curricular

Código de la carrera					
Denominación de la actividad	Metalografía y Tratamientos Térmicos				
Código de la actividad					
Plan de estudios	2004				
Bloque curricular					
Carácter	Obligatoria		Optativa / Electiva	Electiva	
Régimen de dictado (*)	Anual	X	Cuatrimestral		Bimestral

(*) Colocar una cruz en donde corresponda, anual, cuatrimestral o bimestral.

2. Fundamentación de la materia dentro del plan de estudios.

Entre las responsabilidades más importantes de un ingeniero mecánico se encuentra el diseño y la selección de los materiales con que fabricará piezas que formen parte de conjuntos o trabajen independientemente. Además, deberá ser capaz de garantizar y controlar la calidad de la materia prima y de los productos fabricados. En esta materia se relacionan propiedades mecánicas con microestructura, poniendo especial énfasis en la posibilidad de modificarlas mediante los tratamientos térmicos. Se desarrolla la tecnología de los tratamientos térmicos y termoquímicos de aceros y fundiciones.

3. Objetivos

Señalar los objetivos expresados en términos de competencias a lograr por los alumnos y/o de actividades para las que capacita la formación impartida.

Al finalizar el curso el alumno deberá:

- *conocer la forma en que los distintos tratamientos térmicos afectan las propiedades de los metales y aleaciones
- *seleccionar la combinación adecuada aleación-tratamiento térmico para obtener las propiedades especificadas para cada aplicación
- *analizar la causa de fallas en los tratamientos térmicos y adoptar medidas preventivas o correctivas.
- *preparar muestras para análisis metalográfico y analizarlas en el microscopio óptico identificando estructuras.

4. Descripción de la actividad curricular

Describir brevemente la actividad curricular, las tareas a realizar por docentes y alumnos y los materiales didácticos – guías, esquemas, lecturas previas, otros – que se requieran para desarrollarla.

Las clases son de exposición dialogada, atendiendo las inquietudes y participación de los estudiantes según sus experiencias laborales y consultas. Se dispone de proyecciones multimedia y pizarrón.

La práctica consiste en la resolución de problemas en el aula y trabajo experimental en el Laboratorio de Metalografía. Se realizan las operaciones de preparación de muestras y observación mediante microscopio óptico. Se llevan a cabo ensayos Jominy para selección y recepción de materiales, y tratamientos térmicos en el horno mufla disponible. Los resultados se evalúan micrográficamente y por medición de durezas (trazado de las curvas de las U).

La cátedra proporciona apuntes de todos los temas, lo que es complementado con la bibliografía disponible en la biblioteca del departamento.

Los docentes participan de las reuniones convocadas por el Departamento para integración vertical y horizontal. También intervienen en los cursos de actualización que la Institución facilita.

Los alumnos también cuentan con información de Internet recopilada por los docentes, a los que ellos mismos van completando año a año, con el producto de su investigación. Los alumnos asisten regularmente a las clases de teoría y práctica, y presentan la carpeta de trabajos prácticos y problemas resueltos. Además, participan en los trabajos de investigación que proponen los docentes.

5. Modalidad de enseñanza y carga horaria

Completar el siguiente cuadro con las actividades con carga horaria significativa exceptuando las actividades ocasionales que no resulten sustanciales para el desarrollo de la actividad curricular (conferencias, prácticas no sistemáticas o no obligatorias, fichado de material bibliográfico u otras).

	Carga horaria semanal	Carga horaria total		
Teórica	2	64		
Formación experimental				
Laboratorio	1	32	N° del (*)	N° del (*)

			inmueble	laboratorio
Trabajo de campo		Ver nota (1)	N° del (*) in- mueble	N° del (*) laboratorio
Resolución de problemas	1	32		
Proyectos y diseño				
Práctica supervisada			N° del (*) in- mueble	N° del (*) laboratorio
En el sector productivo de bienes y/o servicios				
En la institución				
Sumatoria	4	128		

(*) No llenar.

Nota (1): Se estima que el alumno dedica 6 horas fuera del cursado a trabajos de investigación por Internet o en la bibliografía disponible.

6. Contenidos

Indicar los contenidos incluidos en el programa de la actividad curricular.

a/ CONTENIDOS CONCEPTUALES

Unidad 1: Estructura de la materia. Conceptos generales. Enlaces atómicos. Fuerza y energía de los enlaces. Estructura cristalina. Defectos reticulares. Defectos Geométricos: puntuales; lineales: dislocaciones; bidimensionales: bordes de grano o interfaces, fallas de apilamiento, maclas; tridimensionales: precipitados. Defectos no geométricos. Difusión en sólidos

Unidad 2: Macrografía y micrografía. Preparación de muestras para su examen en el banco metalográfico; observación y ataque de las mismas. Microscopio metalográfico; marcha de rayos, determinación práctica del aumento. Microscopio electrónico: principios de funcionamiento. Examen ultrasónico de los metales, frecuencias.

Unidad 3: Diagramas de estado de las aleaciones. Fases que se forman de las aleaciones metálicas. Reglas de las fases. Distintos diagramas de equilibrio de las aleaciones binarias cuyos metales se combinan o no. Aleaciones ternarias.

Unidad 4: Hierro. Aceros. Estados alotrópicos del hierro. Diagrama Fe-C. Estudio del diagrama del acero, solidificación de los aceros al carbono. Estudio del diagrama de solidificación de las fundiciones: grises, atrechadas y blancas; nodulares y maleables. Estructuras metalográficas del acero

Unidad 5: Principios generales de los tratamientos térmicos de los aceros. Función de los elementos aleantes en las aleaciones ferrosas. Aspectos cinéticos de la transformación de la austenita. Diagramas TTT. Principales propósitos de los tratamientos térmicos

Unidad 6: Transformaciones de la austenita fuera del equilibrio: eutectoide, bainítica martensítica. Mecanismos de endurecimiento: afinamiento del grano, deformación en frío, endurecimiento por solutos, endurecimiento por precipitación, transformación martensítica.

Unidad 7: Tratamientos con enfriamientos moderados y lentos. Normalizado. Recocido de perlitización o isotérmico. Patentado. Normalizado en aire agitado. Recocidos. Recocido de ablandamiento o de globalización. Recocidos de temperatura elevada. Recocido de eliminación de tensiones

Unidad 8: Temple y revenido. Medios de temple. Tensiones internas en los aceros temple-

dos. Temple interrumpido. Martemplado o Temple en baños calientes. Austempering Revenido

Unidad 9: Templabilidad. Ensayo Jominy: su determinación práctica y teórica. Diámetro crítico ideal y real. Determinación práctica de diámetros con distintos tipos de aceros.

Unidad 10: Temples superficiales. Temple por inducción: equipos y dispositivos. Transformaciones del acero por el temple. Revenido. Otras aplicaciones del calentamiento por inducción. Sistemas de enfriamiento. Control de la temperatura y de la dureza. Temple a la llama: métodos. Gases combustibles. Quemadores y equipo auxiliar. Procedimiento de operación y control. Fallas de los temples a la llama. Selección del material.

Unidad 11: Tratamientos termoquímicos. Cementación: sólida, en baños de sales, gaseosa. Hornos y Dispositivos. Tratamientos posteriores a la cementación. Métodos de control de la capa cementada. Nitruración. Aceros para nitruración. Métodos de nitruración Hornos y Dispositivos. Control de piezas nitruradas. Ion-nitruración. Carbonitrurado. Aplicaciones. Proceso. Control de composición de la capa.

Unidad 12: Tratamientos de fundiciones de hierro. Principales propiedades y tipos de fundiciones. Recocidos. Incremento de la resistencia a la tracción y desgaste. Endurecido por temple y revenido. Endurecimiento superficial de fundiciones grises y nodulares. Fundiciones nodulares austempladas (ADI)

Unidad 13: Tratamientos térmicos de los aceros inoxidables. Aceros inoxidables austeníticos, ferríticos, martensíticos, endurecibles por precipitación y dúplex (dual phase).

Unidad 14: Tratamientos térmicos de los aceros de herramientas para trabajo en frío: de temple en aceite (O), de temple al aire (A), de alto carbono y alto cromo (D). Tratamientos térmicos: Recocido, Temple, Revenido. Selección y Aplicaciones.

TRABAJOS PRÁCTICOS

Los alumnos, en grupos de tres, resolverán los siguientes trabajos:

- a) Repaso de cristalografía.
- b) Repaso de diagramas de fases y diagrama Fe-Fe₃C,
- c) Preparación de probetas metalográficas: teoría y práctica (incluye uso de la inclidora y pulidora)
- d) Microscopios ópticos y electrónicos: teoría y práctica (incluye manejo del microscopio y observación de estructuras de aceros)
- e) Templabilidad y ensayo Jominy: teoría y práctica (incluye realización del ensayo, medición de durezas y ejercicios de selección de materiales aplicando Jominy)
- f) Tratamientos isotérmicos: ejercicios de utilización de curvas TTT.
- g) Cementación: ejercicio de estimación de tiempo y temperatura a utilizar.
- h) Revenido: ejercicio de estimación de dureza en función del tipo de acero y tiempo y temperatura de tratamiento.
- i) Tratamientos térmicos simples en el horno mufla, preparación y observación de las probetas correspondientes. Medición de durezas. Comparación.

b/ CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

- Reconocimiento de los modelos científicos y su campo de validez
- Resolución de problemas. Análisis de unidades

- Observación y obtención de conclusiones sobre los resultados de los problemas
- Realización de los trabajos prácticos (por grupos)

c/ CONTENIDOS ACTITUDINALES

- De desarrollo personal:
 - Evaluación crítica y constructiva frente al desarrollo de trabajos prácticos
 - Posición ética y moral con relación al avance científico
- De desarrollo del conocimiento:
 - Curiosidad permanente como base para actualización del conocimiento científico
 - Apertura y duda ante nuevos descubrimientos
- De desarrollo de la comunicación y de la expresión:
 - Utilización de un vocabulario preciso correspondiente a la actividad científica para posibilitar una fluida comunicación
 - Valoración del trabajo grupal

7. Bibliografía

Detallar la bibliografía. En el caso de libros especificar el título, los autores, la editorial y el año de edición e indicar en el cuadro la cantidad de ejemplares disponibles para los alumnos en la biblioteca y los años de sus ediciones.

Bibliografía	En el caso de libros:	
	Cantidad*	Año de edición
Tratamientos Térmicos de los aceros - Apraiz Barreiro	4	1974
Tratamientos Térmicos de los aceros - Sturla (2 tomos)	2	2002
Introducción a la Metalurgia Física - Sydney Avner	5	1988
Templabilidad - P.J. Maroni	1	1976
Temple del acero - Klaus Wanke	1	1972
Aceros Especiales - Apraiz Barreiro	3	1986
Fundiciones - Apraiz Barreiro	2	1977
Metales y aleaciones - Rafael Calvo Rodes	2	1948
Metalografía Microscópica Práctica - Greaves-Wrighton	1	1966
Fundamentos de la práctica metalográfica - Khel	1	1963
Modern steel - Bethlehem Steel Company	1	
Atlas of isothermal transformation diagrams - USS	1	1961
La tecnología del Acero - Las Heras y Esteban	1	
Apuntes de la Cátedra	internet	2013
ASM Handbook Vol 4 Heat Treatments	1	1995

* Disponible en la biblioteca para uso de los alumnos.

8. Si la actividad curricular no se dicta en la unidad académica indicar dónde se encuentra disponible la bibliografía.

--	--

9. Señalar la frecuencia con que se utilizan apuntes de clase.

Siempre	X
Frecuentemente	
A veces	
Casi nunca	
Nunca	

10. Composición del equipo docente actual.

10.1. Responsable a cargo de la actividad curricular.

N° de orden de la ficha docente	
Apellido y nombre	Druker, Ana Vella
Título de grado	Ingeniera Mecánica
Título de posgrado	Dra en Ingeniería, men- ción en C. de Materiales
Cargo docente	Profesor Adjunto
Dedicación horaria semanal	10 horas
Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	4 horas

* Promedio a lo largo del dictado de la actividad curricular.

10.2. Profesores.

N° de orden de la ficha docente	
Apellido y nombre	Druker, Ana Vella
Título de grado	Ingeniera Mecánica
Título de posgrado	Dra en Ingeniería, men- ción en C. de Materiales
Cargo docente	Profesor Adjunto
Dedicación horaria semanal	10 horas
Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	4 horas

* Promedio a lo largo del dictado de la actividad curricular.

Nota (2): Incluye la consulta de alumnos respecto a la resolución de problemas y actividades prácticas y exposición de algunos temas teóricos.

10.3. Auxiliares.

Apellido	Nombre	Cargo	Dedicación					Carácter de la designación				Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	CUIT/ CUIL	
			A	B	C	D	E	Reg.	Int.	Cont.	Adh.			
Ponzone,	Jorge Omar	JTP		X						X			4	20-12736176-3

* Promedio a lo largo del dictado de esta actividad curricular.

Referencias: Dedicación: A: menor o igual a 9 horas semanales; B: entre 10 y 19 horas semanales; C: entre 20 y 29 horas semanales; D: entre 30 y 39 horas semanales; E: Igual o mayor a 40 horas semanales. Carácter de la designación: Reg: regular; Int: interino; Cont: contratado; Adh: Ad honorem.

11. Distribución del personal docente de la cátedra según las actividades curriculares a desarrollar.

Cargo	Cantidad total	Cantidad de docentes que participarán en:					
		Teóricas	Formación experimental	Resolución de problemas	Proyectos y diseños	Práctica supervisada	Otra
Profesor Titular							
Profesor Asociado							
Profesor Adjunto	1	1	1*				
JTP	1		1*	1			
Ayudante graduado							
Ayudante no graduado							
Otros							

* Laboratorio

12. Indicar si las actividades se organizan por comisiones.

Si No Algunas

13. Indicar la cantidad de comisiones y la cantidad de alumnos por comisión. Si la actividad curricular se desarrolló en los dos cuatrimestres o los cuatro bimestres indicar el promedio.

	Teóricas	Formación experimental	Resolución De problemas	Proyectos y diseños	Práctica supervisada	Otra
Cantidad de comisiones	1	1	1			
Cantidad de alumnos por comisión	20	20	20			

14. Metodologías de enseñanza

Listar las estrategias didácticas empleadas para garantizar la adquisición de conocimientos, competencias y actitudes en relación con los objetivos. Especificar cuáles son las estrategias implementadas para generar hábitos de autoaprendizaje.

Las estrategias didácticas adoptadas comprenden:

- Una sesión de presentación y discusión sobre la problemática de la disciplina en el contexto regional, nacional e internacional. Se basa en el siguiente concepto: "La selección de materiales de ingeniería es un proceso integrado que requiere comprender la interacción entre las propiedades de los materiales, las características de fabricación, consideraciones de diseño y el ciclo total de vida del producto". A partir de esto se plantean los objetivos y se presenta el contenido temático.
- Selección de situaciones problemáticas vinculadas a la profesión, cuya solución se va elaborando durante el ciclo de enseñanza.
- Resolución de ejercicios
- Actividades de formación experimental en el laboratorio

Las clases en el aula siguen el modelo de instrucción directa, estructurado según los momentos de la actividad cognoscitiva, mediante el diseño de situaciones de aprendizaje cuyo núcleo generador es un conflicto, un sistema de tareas o problemas vinculados con el objeto del conocimiento: los materiales. Siempre procurando la participación activa de los estudiantes. Se trabaja la motivación mediante cuestiones que integren del tema del día, con la problemática de la asignatura y de la profesión.

Con el objeto de profundizar en aquellas acciones que dan solución a las cuestiones planteadas, se continúa con una etapa de formación de la base orientadora de la actividad, que consiste en la exposición de los elementos esenciales, generales del contenido, y los modelos de las acciones a ejecutar; de este modo los estudiantes "descubren" los mecanismos de la formación de nuevos conceptos, participando incluso en la creación de la base orientadora.

Otro aspecto que se considera es la necesidad de dar una lucha permanente contra el olvido, esto es trabajar por la solidez de los conocimientos. En este sentido, en las clases se tiene en cuenta:

- a) que las conclusiones que se van sacando, recalquen los conocimientos fundamentales que serán objeto de estudio y profundización posterior
- b) organizar el estudio independiente de los alumnos
- c) darle significado al aprendizaje, relacionarlo con otros aspectos que el alumno pueda referir o relacionar con aprendizajes anteriores y que le sirvan para comprender o solucionar nuevas necesidades
- d) sistematizar, ejercitar, ampliar y revisar regularmente los contenidos, ya que esto contribuye al razonamiento

e) organizar las clases de consulta en función de la consolidación de los conocimientos, atendiendo las diferencias individuales.

Las clases prácticas consisten en resolución de problemas tipo y de ingeniería. Involucran también trabajos de laboratorio, investigación de temas y visitas a empresas de tratamientos térmicos. Para la práctica se forman grupos de trabajo de no más de cuatro integrantes. Las consultas se atienden por grupos o en forma individual, el día de la semana y en el horario asignado para las mismas. Sin embargo, los docente tienen disponibilidad para atender consultas extras.

15. Evaluación

Describir las formas de evaluación, requisitos de promoción y condiciones de aprobación de los alumnos (regulares y libres) fundamentando brevemente su elección. Indicar si se anticipa a los alumnos el método de evaluación y cómo acceden estos a los resultados de sus evaluaciones como complemento de la enseñanza.

Las evaluaciones responden a las normativas vigentes en la Facultad, Ordenanza 1549. Se diseñó un proceso que involucra control sistemático y final. El control sistemático se va cumpliendo durante las clases por los propios estudiantes, en el autocontrol de sus tareas, y mediante preguntas de los docentes que sirven, no sólo para señalar errores, sino para marcar los buenos aprendizajes.

Las pautas de Aprobación Directa consisten en

* cumplir con los prerequisites de inscripción

* asistir a clase

* aprobar dos evaluaciones parciales que permiten valorar la formación de determinadas habilidades y conocimientos.

* confeccionar una carpeta de trabajos prácticos que incluye todo lo realizado en la práctica de la asignatura: resolución de problemas, prácticas de laboratorio, trabajos de investigación, informes, etc.

Para la elaboración de las evaluaciones parciales se tienen en cuenta requisitos de validez y confiabilidad, que miden con la mayor exactitud y estabilidad, y con la menor subjetividad. Por lo tanto, se pone atención a la formulación correcta y precisa de las preguntas y ejercicios, de acuerdo con los propósitos y con las características del grupo de estudiantes. Se plantean distintos tipos de ejercicios: de contenido, directos, inversos, lógicos y otros. En el caso de preguntas del tipo de opciones múltiples, se evita el simple reconocimiento de la respuesta correcta, presentando todas las alternativas posibles y obligando al alumno a realizar un análisis, ya que ninguna de las opciones presentadas es absurda. También se emplea esta modalidad para problemas cuya respuesta no puede ser almacenada en la memoria, como es el caso de las respuestas numéricas.

Este tipo de preguntas se alterna con otras de reconocimiento y/o memorización que supongan una elaboración por parte del estudiante, preguntas que implican una aplicación generalizada de conocimientos o situaciones no abordadas de forma directa en el curso.

Las pautas de Regularización, que habilitan al alumno a rendir Examen Final, consisten en:

* asistir a clase

* confeccionar una carpeta de trabajos prácticos que incluye todo lo realizado en la práctica de la asignatura: resolución de problemas, prácticas de laboratorio, trabajos de investigación, informes, etc.

16. Articulación horizontal y vertical con otras materias

La correlativa previa es "Materiales Metálicos".

La integración horizontal se coordina mediante reuniones convocadas por el Departamento para aclarar aspectos relacionados con las dificultades encontradas y mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

17. Cronograma estimado de clases

SEMANA	Teoría	Trabajos Prácticos
1	Introducción. Nuevos aceros	Forma de trabajo de la práctica
2	Estructura cristalina	Estructuras cristalinas. Repaso.
3	Defectos reticulares	Diagramas de fases. Diagrama Fe-Fe ₃ C. Repaso.
4	Difusión- Principios generales de los Tratamientos Térmicos	
5	Principios generales de los Tratamientos Térmicos	Preparación de probetas
6	Estructuras de los aceros	Microscopios.
7	Transformaciones fuera de equilibrio	Observación de probetas.
8	Mecanismos de endurecimiento	
9	Tratamientos con enfriamiento lento	Ensayo Jominy (teoría).
10	Examen	Examen
11	Tratamientos con enfriamiento lento	Aplicación de curvas Jominy en la selección de materiales (cont.)
12	Tratamiento de temple	
13		
14	Revenido	
15	1° parcial	1er Parcial
16	Examen	Examen
17	Receso	Receso
18	Receso	Receso
19	Examen	Examen
20	Temple por inducción	Tratamientos isotérmicos. Uso de curvas TTT.
21	Temple a la llama	
22	Feriado UTN	Feriado UTN
23	Cementación sólida y líquida	Cementación. Ejercicios de aplicación.
24	Cementación gaseosa	
25	Nitruración	Revenido. Ejercicio de aplicación
26	Carbonitrurado	Tratamientos térmicos simples: Normalizado. Revenido. Temple. Revenido. Preparación de probetas. Observación al microscopio.
27	Examen	
28	Tratamiento térmico de las fundiciones de hierro	
29	Tratamiento térmico de los aceros inoxidables	
30	Tratamiento térmico de los aceros de herramientas	
31	Consultas	Consultas
32	2° parcial	2do Parcial
	Examen	Examen
	Examen	Examen

.....
Firma y aclaración del titular de cátedra
o responsable del equipo docente
Marzo 2017