



## MATERIALES METALICOS

### PROGRAMA ANALÍTICO

PLAN DE ESTUDIOS 2005

ORDENANZA CSU. N° 1027

OBLIGATORIA	●
ELECTIVA	
ANUAL	●
PRIMER CUATRIMESTRE	
SEGUNDO CUATRIMESTRE	
NIVEL / AÑO	II
HORAS CÁTEDRA SEMANALES	6

### OBJETIVO GENERAL

Conocer y comprender y evaluar las propiedades físicas, químicas, mecánicas y otras de los materiales metálicos.

Aplicar criterios para seleccionar adecuadamente los materiales necesarios para los diseños y construcciones mecánicas

### CONTENIDOS SINTÉTICOS

Introducción

- Materiales de ingeniería

• Metalurgia física

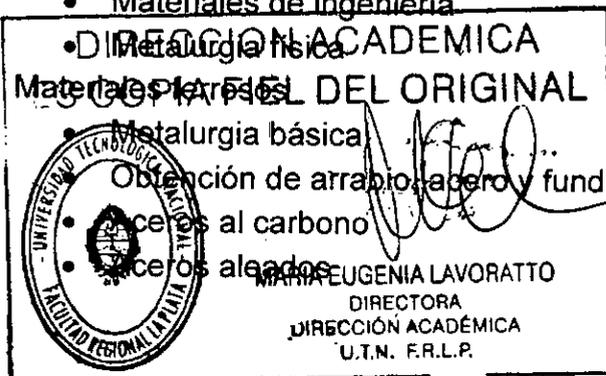
• Metalurgia química

• Metalurgia básica

• Obtención de arrabio, acero y fundición

• Aceros al carbono

• Aceros aleados





- Fundiciones

#### Materiales no ferrosos

- Aluminio y sus aleaciones
- Cobre y sus aleaciones
- Otros metales: zinc, estaño, magnesio, titanio
- Metales pesados
- Metales refractarios

#### Metalografía

- Técnicas metalográficas
- Estudio de estructuras metalográficas
- Estructuras de soldadura

#### Tratamientos térmicos

- Templabilidad de los aceros
- Cementación de los aceros
- Nitruración y carbonitruración
- Tratamientos de las aleaciones de aluminio y cobre
- Fallas de los tratamientos

#### Soldadura

- Distintos procesos de soldadura
- Clasificación de los procesos (AWS y DIN)
- Metalurgia de las soldaduras
- Clasificación de soldadores

#### Selección de materiales

Requerimientos para el mecanizado y el proceso de fabricación

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS y CONTENIDOS ANALÍTICOS

### UNIDAD TEMÁTICA 1a INTRODUCCION

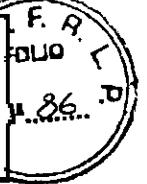
#### OBJETIVOS

Conocer en forma general los diversos materiales de uso en la Ingeniería destacando la diversidad de sus usos y aplicaciones.  
Estimular la apertura mental del alumno de la razón de la existencia de los distintos materiales en el mercado y su aplicación tecnológica destacando la posición de los materiales metálicos dentro de ellos

#### CONTENIDOS

a) Materiales de uso en ingeniería





Metálicos: definición de metal. Principales propiedades: mecánicas, eléctricas, magnéticas, densidad, corrosión

Plásticos: Definición, ventajas y limitaciones. Su campo de aplicación. Principales tipos.

Cerámicos: Definición, ventajas y limitaciones. Su campo de aplicación. Principales tipos.

Compuestos: Definición, ventajas y limitaciones. Su campo de aplicación. Principales tipo.

TIEMPO ASIGNADO 9 horas

## UNIDAD TEMÁTICA 1b INTRODUCCION

### OBJETIVOS

Brindar a los alumnos los conocimientos básicos de la metalurgia física para entender los fenómenos que se producen durante la solidificación, la deformación en frío y los cambios estructurales de los materiales metálicos y poder predecir el comportamiento mecánicos de los materiales.

### CONTENIDOS

#### b) Metalurgia física

Estructura granular de los metales. Planos densos y no densos. Solidificación, tipo de cristales y fenómenos conexos: contracción, gases, tamaño de grano, diagramas de equilibrio: solubilidad total, parcial o nula. Difusión y segregación. Deformación plástica: mecanismos. Dislocaciones. Endurecimiento por deformación en frío. Recocido de recristalización: ciclo térmico, etapas y resultados. Variación de las propiedades mecánicas durante el proceso. Control del tamaño de grano en productos deformados plásticamente. Impurezas e Inclusiones: tipos, características y efecto

TIEMPO ASIGNADO 24 horas

## UNIDAD TEMÁTICA 2 MATERIALES FERROSOS

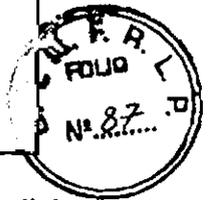
### OBJETIVOS:

Conocer el sistema de obtención de los aceros y fundiciones grises a partir del mineral de hierro, sus procesos de obtención y su procesamiento por forja y laminación. Ofrecer el conocimiento sobre los distintos tipos de fundiciones y sus propiedades mecánicas, sus usos y sus aplicaciones. Establecer la justificación técnica a partir de la metalurgia física y comprender las ventajas y limitaciones de cada uno de los distintos materiales ferrosos clasificandolos según las normas IRAM vigentes.

### CONTENIDOS

Fabricación de aceros: Convertidores LD y más modernos. Hornos eléctricos de arco. Vaciado de lingotes de acero. Defectos: rechupes, lingotismo, sopladuras, segregación de impurezas y defectos superficiales. Aceros calmados, semicalmados y efervescentes. Procesos de forja y laminación: conceptos generales. Aplicaciones. Fabricación de fundiciones de hierro.





El cubilote: tipos, características de la carga; control de su producción. Tipos de fundiciones por el grafito y por la matriz. Propiedades mecánicas y tecnológicas según dichos factores. Clasificación y normas. Fabricación de fundiciones a grafito esferoidal. Tipos, ventajas y limitaciones de cada una de ellas. Inoculación de las fundiciones de hierro. Moldeo de piezas sencillas. Moldes permanentes; vaciado de moldes consumibles, centrifugación de fundiciones grises. Aceros al carbono. Serie normalizada IRAM. Usos y aplicaciones. Aceros aleados. Serie normalizada IRAM. Usos y aplicaciones. Fundiciones. Serie normalizada IRAM. Usos y aplicaciones

TIEMPO ASIGNADO: 24 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 3 MATERIALES NO FERROSOS OBJETIVOS

Conocer el sistema de obtención de los materiales no ferrosos, sus procesos de obtención y su procesamiento. Ofrecer el conocimiento sobre los distintos tipos de materiales no ferrosos, sus propiedades mecánicas, sus usos y sus aplicaciones. Establecer la justificación técnica de cada uno de ellos a partir de la metalurgia física y comprender las ventajas y limitaciones de cada uno de los distintos materiales no ferrosos clasificándolos según las normas vigentes. Caracterizar los distintos materiales no ferrosos indicados en el contenido de la UT.

### CONTENIDOS

Aluminio puro. Usos, ventajas y limitaciones. Principales elementos de aleación: Cu, Si, Mg, Mn, Zn, Sn. Diagramas de equilibrio de las distintas aleaciones de aluminio. Aplicaciones en ingeniería mecánica. Normas. Cobre puro. Usos, ventajas y limitaciones. Principales elementos de aleación: Ni, Zn, Sn. Latones y Bronces ordinarios y aleados. Diagramas de fases, tipos, aplicaciones y Normas. Aleaciones de magnesio: tipos, ventajas y aplicaciones. Normas. Aleaciones de titanio: tipos, ventajas y aplicaciones Aleaciones base estaño. Diagramas de equilibrio; interpretación. Aleaciones base cinc. Diagramas de equilibrio; Interpretación de las aleaciones refractarias base Hierro, base Níquel y base Cobalto

TIEMPO ASIGNADO 24 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 4 METALOGRAFIA

#### OBJETIVOS

Brindar el conocimiento de las técnicas metalográficas para la observación macro y microscópica, sus alcances y limitaciones. Conocer y poder interpretar los resultados que brinda la metalografía y relacionarla con las propiedades mecánicas de las distintas fases y constituyentes presentes en cada una de ellas.

#### CONTENIDOS





Técnicas metalográficas: Microscopía óptica y electrónica. Alcances y usos. Selección, extracción y preparación de muestras para macro y microscopía. Desbaste, pulido y ataque. Macroscopía: técnicas y aplicaciones. Análisis de resultados. Reactivos de ataque: Tipos, usos y aplicaciones. Técnicas de réplicas metalográficas. Usos y alcances. Estudio de estructuras metalográficas: fases, componentes, constituyentes y estructuras de los distintos diagramas de equilibrio correspondientes a las aleaciones de hierro, aleaciones de cobre y aleaciones de aluminio. Idem para los estados bruto de forja, fundición y laminación. Defectos estructurales. Medición del tamaño de grano e identificación de inclusiones. Aceros aleados y no aleados. Estructuras de soldadura: Estudio estructural de la zona soldada. Efecto de la temperatura de soldadura sobre las estructuras normales de aceros al Carbono y aleados; aleaciones de Aluminio y aleaciones de Cobre. Precipitación de compuestos de la solución sólida. Transformaciones eutécticas (Cu - Cu<sub>2</sub>O). Modificaciones estructurales de la zona fundida. Efecto sobre el tamaño de grano y cambios en el estado fisicoquímico de los constituyentes. Estructura de Widmanstaetten.

TIEMPO ASIGNADO 12 horas

## UNIDAD TEMÁTICA 5 TRATAMIENTOS TERMICOS

### OBJETIVOS

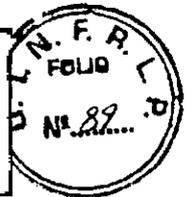
Brindar al alumnos los conocimientos de los procesos de tratamientos térmicos, los equipos, ciclos térmicos a ejecutar, causales que de ellos se derivan en los distintos materiales y correlacionarlos con las estructuras metalográficas que se obtienen y las propiedades mecánicas. Entender los fenómenos que se producen durante dichos tratamientos, los cambios estructurales que se producen en los materiales metálicos y poder predecir el comportamiento mecánicos de dichos materiales. Establecer sistemas de cálculo y prever posibles fallas y defectos de proceso tanto para el diseño como para el control de calidad

### CONTENIDOS

Introducción; Termometría: sistemas de medición y control de temperatura. Distintos tipos de hornos para tratamientos térmicos. Ciclos térmicos. Curvas TTT. Transformaciones isotérmicas y de enfriamientos continuo de la austenita Velocidad crítica de temple. Efecto de la velocidad de enfriamiento. Recocidos subcríticos, supercríticos e intercríticos. Normalizado. Temple y templabilidad Ciclo térmico - Transformación martensítica. Temperatura de temple. Medios de enfriamientos: Eficacia del medio de enfriamiento; influencia de la temperatura y del grado de agitación. Formas y tamaño de las piezas. Severidad de temple. Efectos de la terminación superficial. Tensiones del temple: causas y efectos. Templabilidad de los aceros: concepto de templabilidad. Curvas U de dureza. Determinación teórica de la templabilidad. Diámetro crítico real y diámetro crítico ideal. Ensayo Jominy. Curvas Jominy. Interpretación y usos. Bandas de templabilidad. Cálculos computarizados de templabilidad. Revenido: definición, ciclo térmico. Modificaciones estructurales del revenido. Propiedades mecánicas. Fragilidad del revenido a baja y a alta temperatura. Dureza Secundaria. Parámetros del revenido: Temperatura; tiempo, velocidad de enfriamiento, tamaño de piezas, etc. Efecto de los elementos de aleación en el



MARIA EUGENIA LAVORATTO  
 DIRECTORA  
 DIRECCIÓN ACADÉMICA  
 U.N. F.R.L.P.



temple y el revenido. Temple superficial por inducción, por llama y por uso del laser. Distintos tipos de recocidos de aplicación en las aleaciones no ferrosas. Solubilizado y envejecimiento natural y artificial. Variación de las propiedades mecánicas por la aplicación de los distintos tratamientos térmicos. Normas. Cementación de los aceros: objetivos; generalización. Característica de la capa cementada. Medida del espesor de capa. Tecnología de la cementación. Propiedades y usos. Nitruración y carbonitruración; Objetivos - generalización. Teoría de la nitruración. Ventajas. Características mecánicas. Procesos tecnológicos. Tratamientos de aleaciones de aluminio y cobre: temple y revenido de los Cu-Al; Recocido de los Cu-Ni; tratamientos de recocido de los bronce y latones. Solubilización y envejecimiento en aleaciones de aluminio. Tratamiento térmico de endurecimiento por precipitación. Fallas de los Tratamientos: fallas en los procesos de cementación y temple de los aceros (fisuras superficiales, fragilidad de la capa cementada, valores bajos de dureza, etc). Fallas de los tratamientos térmicos de recocido y normalizado (sobrecalentamientos, crecimiento de grano, quemado, decarburación, estructura Widmanstatten, etc).

TIEMPO ASIGNADO 27 horas

## UNIDAD TEMÁTICA 6 SOLDADURA

### OBJETIVOS

Brindar los conocimientos de los distintos procesos de soldadura, su equipamiento, sus alcances y sus limitaciones. Aplicar el conocimiento adquirido de la metalurgia física y el tratamiento térmico en el comportamiento estructural de los materiales soldados. Analizar y evaluar el comportamiento de soldabilidad de los distintos materiales y correlacionarlos con los procesos, las estructuras y el comportamiento mecánico. Conocer y determinar el procedimiento de soldadura y evaluar la capacidad de los soldadores para la realización de las tareas

### CONTENIDOS

Alteraciones físicas del material durante los procesos de soldaduras. Distintos procesos de soldadura: Método oxiacetilénico, por arco, a tope, por resistencia, arco sumergido, bajo escoria, alta frecuencia, TIG, MAG etc.. Metalurgia de las soldaduras: Diversos aspectos de la sociabilidad: modificación de la zona fundida y del metal base. Propiedades mecánicas. Modificaciones fisicoquímicas por efecto de la soldadura. Determinación del procedimiento de soldadura y evaluación de soldadores: según Normas vigentes IRAM-IAS 500-164 y 500-64 respectivamente.

TIEMPO ASIGNADO 12 horas

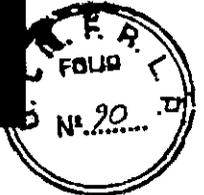
## UNIDAD TEMÁTICA 7 SELECCIÓN DE MATERIALES

### OBJETIVOS

Brindar el conocimiento para establecer un procedimiento sistemático para la selección de materiales según sus usos y su racionalización

### CONTENIDOS





Selección de materiales: Racionalización y usos de los materiales. Aceros al Carbono y aleados. Selección de aceros para uso en herramientas de corte, aceros de construcción mecánica, de corte libre, para resortes y ballestas y para usos especiales

TIEMPO ASIGNADO 12 horas

Cantidad de horas de la Cátedra: 192

Cantidad de horas de teoría: 174

Cantidad de horas de práctica:

Formación experimental:- 16

Resolución de problemas de ingeniería:- 2

Actividades de proyecto y diseño:-

Cantidad de semanas:32

## BIBLIOGRAFÍA

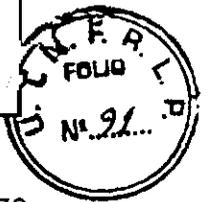
### OBLIGATORIA

1. Templabilidad - J.J. Maroni- Editorial Librería Mitre.1976
2. Materiales para ingeniería- L.H.Van Vlack. 1973
3. Tratamiento Térmico de los Aceros - J.Apraiz Barreiro .1983
4. Fundamento de prácticas metalográficas - G.L Khel. 1968
5. Fundiciones - J. Apraiz Barreiro.1978.
6. Introducción a la metalurgia de la soldadura -Editorial Geminis SRL. 1985
7. Introducción a la metalurgia física - S.Avner 1992
8. Materiales Metálicos – Solidificación, diagramas, transformaciones Pero-Sanz-1994
9. El aluminio y sus aleaciones – Frank King. 1990
10. Tratamientos térmicos de los metales -Pere Molera Sotá – Editorial Productiva
11. Ciencia e Ingeniería de los Materiales Pero-Sanz 1992

### COMPLEMENTARIA

12. Metalografía y T. Térmico de los metales - Ya. M Lajtin –MIR. 1977.
13. Propiedades Mecánicas de los Metales - J.G. Tweeddale. 1979
14. Aceros para construcciones mecánicas - Hoja de características - Inst. Arg. Siderurgia1981  
SAE Handbook (inglés). 1990
15. Normas IRAM-IAS
16. Metalografía Microscópica - Sturla-Castellano. 1951  
Las soldaduras - D. Seferian -Ediciones URMQ 1971
17. Materiales para ingeniería y su aplicación (R. Elinn-P. Trojan) 1979
18. Metalurgia mecánica - G.E. Dieter. 1967.
19. Metalografía Práctica - F.A. Carvalho 1972
20. Principios de metalurgia física - S E Red-Hill –1971
21. Fallas de los Tratamientos Térmicos - Lindenvald 1972





- 22. Química General para Ingeniería - Dra. A Jubert-Dr E. Donati (CEILP). 1990
- 23. Tratamiento Térmicos y termoquímicos de los aceros y fundiciones - A. Sturla 1973
- 24. Metalurgia Física para Ingenieros -Albert Guy (ingles-castellano) .1967.  
Temas de Metalurgia y Materiales II Ing R, Werber -Ediciones de la Reconquista. 1994
- 25. Ciencia de Materiales para Ingenieros. James Shackelford. 1995. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales W. Smith -Mc Graw Hill 1993  
Guía de la fundición - Centro Técnico de la Fundición - 1977
- 26. Curso de soldadura para soldadores, técnicos y personal de mantenimiento -Dr. Ing José L. Otegui UN Mar del Plata nov/89

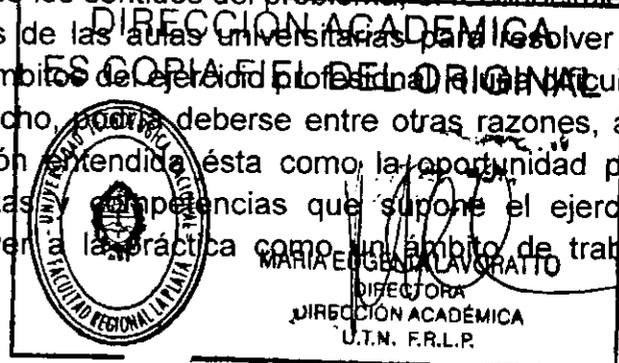
## CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

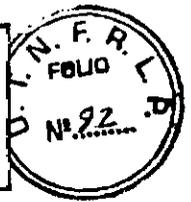
### DESCRIPCIÓN Y MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

La asignatura Materiales Metálicos, ubicada en la Facultad Regional La Plata en el 2do. Nivel de enseñanza, surge en el Plan de Estudio del año 1995 como la unión de dos materias correspondientes al Plan de Estudio anterior. Ellas eran Conocimiento de Materiales y Metalografía y Tratamientos Térmicos las cuales se desarrollaban respectivamente en 4 y 6to. Año de la carrera de Ingeniería Mecánica. Por otra parte esta asignatura se encuentra ubicada dentro del Area Mecánica presentándose como correlativa de la asignatura Química la cual se encuentra ubicada en el 1er. Nivel de dicha carrera. Asimismo Materiales Metálicos aporta su correlatividad para las siguientes asignaturas de Nivel mayor: Mediciones y Ensayos, Ingeniería Mecánica III, Elementos de Máquinas, Tecnología de Fabricación, Tecnología del Frío, Control Numérico de Máquinas Herramientas y Diseño Mecánico de Cañerías.

Con respecto a la infraestructura cabe indicar que la Facultad cuenta con un laboratorio equipado para metalografía y depósito de muestras y dos muflas eléctricas. Si bien en el mismo pueden prepararse ciertas muestras para el uso docente, por las dimensiones del laboratorio los alumnos no tienen mayor posibilidad de acceder a el, lo que obliga a dictar ciertas clases de tipo Seminario y mostrar los resultados obtenidos.

En las instituciones de educación superior, el problema de la relación teórica-práctica en la formación de los profesionales se ha vuelto un lugar común. Este problema en realidad no es conceptualizado siempre de la misma manera, sino que se articula en torno a suposiciones y valoraciones diferentes sobre los aspectos que darían cuenta del mismo. Se podría señalar que un rasgo común a estos planteos es la valoración cada vez mayor del lugar de "la práctica" en la formación de profesionales. Este constituiría uno de los sentidos del problema, el reconocimiento de la falta de preparación de muchos egresados de las aulas universitarias para resolver los problemas que se le presentan en sus primeros ámbitos de ejercicio profesional. Este hecho, podría deberse entre otras razones, a la escasez de espacios de práctica en la formación entendida ésta como la oportunidad para desarrollar en instancias formativas las destrezas y competencias que supone el ejercicio profesional. Desde otra perspectiva se podría ver la práctica como un ámbito de trabajo





privilegiado tanto para el acceso como para el afianzamiento del conocimiento, es decir la práctica como el lugar privilegiado de acceso al conocimiento. La unificación del desarrollo teórico-práctico de las asignaturas resulta un factor determinante a igual que la integración de las materias que conforman el Área en sus programas analíticos de teoría y práctica, debiéndose establecer para ello el conocimiento previo necesario en cada caso y una adecuada coordinación.

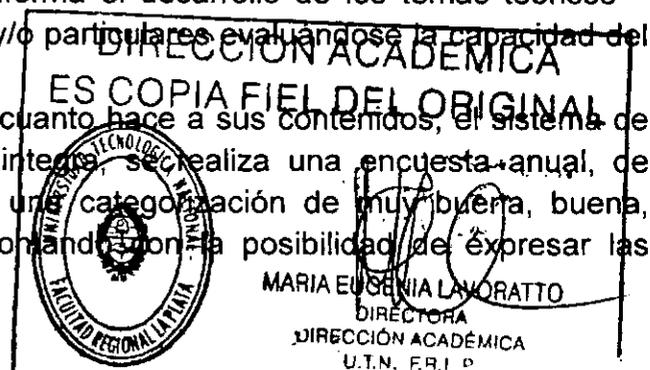
En este contexto, el objetivo de la enseñanza es darle al alumno la capacitación que le permita incorporar conocimientos, elaborarlos, correlacionarlos así como investigar, deducir y crear a partir de ellos, sin perder de vista que la adquisición de los nuevos conocimientos para los alumnos de la ingeniería esta destinada a la aplicación de ellos en un objetivo determinado o a su utilización a fin de producir nuevos productos o mejorar los existentes, es decir producir tecnología. Por ello, el conocimiento de los materiales que deben incorporar en un año con 6 horas semanales, hace necesario que se deban escoger temas que sean representativos en cuanto a su posterior aplicación en fábricas o empresas preferentemente zonales y en la labor futura profesional. En función de lo expuesto, se hace necesario destacar la pauta básica para la enseñanza de grado de la ingeniería en el sentido de que " cada asignatura debe ser considerada como un todo abandonando la diferenciación entre la teoría y la práctica".

## EVALUACIÓN

La evaluación del proceso, de los conocimientos, de lo que sabe o no sabe el alumno es fundamental, pero el alumno aparece aquí como único protagonista. Sin embargo se entiende que debemos considerar las condiciones contextuales. Se pretende comparar resultados haciendo abstracción de las situaciones desiguales. La evaluación debe incluir los efectos laterales, los imprevistos que se deriven de las acciones educativas. La evaluación se la considera cualitativa y cuantitativa y debe ser compatible con el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Apoyado en estas premisas se ha montado un sistema de evaluación diferente para los exámenes parciales y finales. En los primeros de ellos, se toman tres (3) parciales al año con sus correspondientes recuperatorios mediante el sistema de preguntas teóricas - prácticas con libro abierto, que ha demostrado ser eficiente. Por un lado el alumnado realiza un aprendizaje de utilización de los distintos textos que conforman la bibliografía dada, lo que induce a un acostumbramiento en la búsqueda de los temas tratados en diferentes textos por distintos autores. Por otro, al ser los temas elegidos básicos y conceptuales para la continuidad del desarrollo de los temas futuros, obliga al alumno a autoevaluarse con miras al futuro inmediato del curso. Respecto de la evaluación final se conforma el desarrollo de los temas teóricos - prácticos en forma integral sobre casos generales y/o particulares evaluándose la capacidad del razonamiento, el conocimiento y su aplicación.

Con respecto a la evaluación de la asignatura, en cuanto hace a sus contenidos, el sistema de evaluación utilizado y el plantel docente que la integra, se realiza una encuesta anual, de carácter anónimo, donde el alumno expresa, en una categorización de muy buena, buena, regular y mala, su opinión sobre el particular, con la posibilidad de expresar las



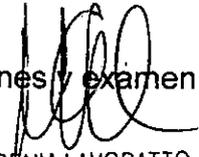


264-10  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Facultad Regional La Plata**



razones de su dictamen. El análisis y el resultado de ella son de suma importancia para el mejoramiento del dictado de la misma.  
Instrumentos y modalidad de la evaluación  
Realización de 3 parciales anuales con sus respectivas recuperaciones y examen final

DIRECCION ACADEMICA  
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL



MARIA EUGENIA LAHORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN ACADEMICA  
U.T.N. F.R.L.P.