



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*

## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Mecánica

**CARRERA:** Ingeniería Mecánica

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** Mecánica de los fluidos

Año Académico: 2023

Área: Térmica y fluidos

Bloque: Tecnologías básicas

Nivel: 4

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

### Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
96	128	4

### COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor/a Adjunto/a: Mg. Ing. Nicolás Carlos Duca - Ing. José Ernesto Alfonso

### FUNDAMENTACIÓN

El propósito de la asignatura es que el estudiante adquiera las herramientas básicas necesarias para la comprensión e identificación de los principales problemas que ocurren en la industria relacionados con fluidos y, al mismo tiempo, que el alumno pueda formar un criterio de análisis y cálculo para arribar a las posibles soluciones.

Se pretende que esta formación le permita al egresado generar soluciones de cálculo sólidas y concretas para resolver problemas reales dentro de márgenes técnicos y económicos razonables.



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

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.1.1 Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
CE5.1. Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas, respetando los criterios y metodologías prescriptos por las normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.				X

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

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería			X
CG9: Aprender en forma continua y autónoma			X



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

- Adquirir el manejo de las propiedades de los sistemas de fluidos en los procesos industriales para aplicarlos en el diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería.
- Aplicar los principios conservativos de la mecánica de fluidos en el diseño y desarrollo de turbomáquinas hidráulicas.
- Interpretar los procedimientos de la ingeniería básica en el proyecto de sistemas de cañerías.
- Utilizar metodologías de cálculo, diseño y simulación en la planificación de laboratorios relacionados con la mecánica de fluidos.

## **CONTENIDOS**

### **Contenidos mínimos**

- Estática de los fluidos.
- Propiedades físicas de los fluidos.
- Cinemática y dinámica de los fluidos.
- Leyes básicas aplicadas a los sistemas y a volúmenes de control.
- Análisis dimensional, semejanza y modelizaciones físicas.
- Análisis diferencial en el movimiento de los fluidos.
- Movimiento de los fluidos viscosos, no viscosos, compresibles e incompresibles.
- Flujos.
- Turbomáquinas hidráulicas.
- Cálculo y selección de equipamiento.

### **Contenidos analíticos**

#### **UNIDAD TEMÁTICA I: CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS**

Definición de fluido. Fluidos Newtonianos y no Newtonianos. Diagrama reológico tensiones-deformaciones, similitud con los sólidos elásticos. Ley de Newton de la viscosidad. Medio continuo. Densidad, peso específico, presión, módulo de compresibilidad, tensión superficial, presión de vapor. Ejercicios.

#### **UNIDAD TEMÁTICA II: ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS**

Presión en un punto del fluido. Ecuaciones básicas de la estática de los fluidos. Generalización de las ecuaciones para fluidos incompresibles y compresibles en campo de fuerzas másicas cualquiera. Fuerzas sobre superficies planas horizontales, verticales e inclinadas. Fuerzas sobre superficies curvas. Centro de empuje. Esfuerzos sobre tubos y cáscaras esféricas debido a la presión del fluido. Flotación. Estabilidad de los cuerpos flotantes y sumergidos. Equilibrio relativo. Aceleración lineal y rotación de fluidos. Ejercicios.

#### **UNIDAD TEMÁTICA III: CINEMÁTICA DE LOS FLUIDOS**

Definiciones de flujo. Flujo laminar y turbulento. Flujo a régimen permanente y no permanente; uniforme y no uniforme; rotacional e irrotacional; unidimensional,



bidimensional, y tridimensional. Líneas de corrientes, trayectorias, tubos de flujo. Estudio del movimiento de los fluidos. Método Euler y de Lagrange. Utilización del método Euler. Vectores velocidad, aceleración y torbellino. Potenciales de los vectores velocidad y aceleración. Deformaciones normales, tangenciales, y volumétricas de flujos. Circulación, teorema de Stokes. Velocidad inducida por el vector torbellino.

#### **UNIDAD TEMÁTICA IV: DINÁMICA DE LOS FLUIDOS**

Concepto de sistema y volumen de control. Deducción de las ecuaciones básicas utilizando el concepto de sistema y volumen de control. Ecuaciones integrales y diferenciales de continuidad, cantidad de movimiento y energía. Sistema de ecuaciones de Navier Stokes y su reducción a distintos casos particulares. Teorema generalizado de Bernoulli y su relación con el primer principio de la termodinámica. Aplicación al principio de funcionamiento de las Turbomáquinas.

#### **UNIDAD TEMÁTICA V: ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA**

Concepto y ventajas de su utilización. Variables y parámetros dimensionales más utilizados en mecánica de los fluidos. Números de Euler, Froude, Reynolds, Mach, y Weber. Teorema de Pi de Buckingham. Similitud y estudio de modelos. Aplicaciones varias.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VI: TURBOMÁQUINAS - BOMBAS CENTRÍFUGAS**

Principio de funcionamiento de las Turbomáquinas de flujo axial. Desarrollo del Teorema de las Turbomáquinas. Análisis de las Bombas Centrífugas. Curva de bomba teórica vs. curva de bomba real (Curva H-Q). Rendimiento hidráulico, volumétrico y mecánico. ANPA (altura neta de presión de aspiración) y su relación con la cavitación. Ecuaciones de semejanza de bombas. Superposición con la curva del sistema. Bombas en serie y paralelo.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VII: FLUJO INCOMPRESIBLE VISCOSO UNIDIRECCIONAL**

Flujo laminar. Aplicación a la lubricación, flujo en cañerías y canales. Flujo a régimen turbulento Factor de fricción, pérdida de carga. Aplicación a sistemas de cañerías en serie, paralelo y ramificadas. Cañerías de secciones no circulares. Pérdida de carga localizada debido a accesorios de cañerías y curvatura de cauces. Optimización de proyectos de cañerías. Utilización del método de los multiplicadores de Lagrange. Medición de fluidos. Medición de presión, velocidad, caudal. Ejercicios.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VIII: FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL**

Flujo no viscoso adiabático en cañerías de sección variable. Flujo isentrópico, toberas y difusores. Flujo viscoso adiabático en cañerías de sección constante. Flujo de Fanno. Flujo no viscoso con transferencia de calor en cañerías de sección constante. Flujo de Rayleigh. Flujo no viscoso adiabático con aporte de masa en cañerías de sección constante. Flujo general, viscoso, con transferencia de calor y aporte de masa en cañerías de sección variable. Resolución de las ecuaciones diferenciales con sistema computado. Ejercicios varios.

#### **UNIDAD TEMÁTICA IX: FLUJO A RÉGIMEN NO PERMANENTE EN CONDUCTOS CERRADOS**



Aplicación al caso de cierre y apertura de válvulas en cañerías a presión. Golpe de ariete. Ecuación de movimiento y de continuidad para tuberías elásticas. Velocidad del sonido corregida por elasticidad de la cañería. Simplificación de las ecuaciones diferenciales para llegar a la ecuación de Alievi. Determinación del tiempo característico del sistema y su relación con el cierre lento y cierre rápido de válvulas. Solución por el método de las características. Construcción de la grilla para el cálculo de una cañería simple con tanque y válvula en sus extremos.

#### UNIDAD TEMÁTICA X: FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO

Teorema del Potencial Complejo. Flujo potencial bidimensional. Flujos lineales, fuentes y sumideros, flujo con circulación. Teorema de Kutta- Youkoski. "Proa de Furman". Análisis de las ecuaciones de posición y velocidad sobre la proa. Determinación de perfil depresiones por ecuación de Bernoulli. Principio de sustentación en flujos con circulación. Cálculo de la sustentación por integración.

#### 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>	61	-	61
<b>Formación práctica</b>	35	.	35

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	6	-	Laboratorio de Química en Planta Piloto, sede Medrano
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	10	-	Clase
Proyecto y diseño	4	-	Clase
Otras: Ejercitación	15	-	Clase
Práctica supervisada	-	-	
<b>Total de horas</b>	35	-	

#### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El dictado de la materia transcurre a lo largo de tres etapas o estadios diferentes y cada uno de ellos colabora con un grado de ocurrencia distinto. Así, las clases dentro del aula



conforman un alto porcentaje de la actividad seguida por la elaboración de los trabajos prácticos y finalmente por las actividades de laboratorio.

El detalle de cada uno de ellos se define a continuación:

### ***Actividad en el curso***

La actividad dentro del curso se basa en una metodología expositiva-participativa con exposiciones teórico-prácticas y ejemplos de aplicación. Normalmente, las clases comienzan con el marco teórico de la unidad a tratar seguida de las deducciones que resultan en las ecuaciones de aplicación. La interpretación del sentido físico de las ecuaciones se vincula con la teoría desarrollada para una mejor comprensión.

A continuación, se procede con la ejercitación apropiada con complejidad básica que permita al alumno familiarizarse con el uso de las ecuaciones, sus unidades y los márgenes o rangos de validez. En una segunda instancia se continúa con la elaboración de ejercicios de mayor complejidad conceptual. La resolución de esta ejercitación se hace al frente, en un marco de exposición por parte del docente y participación por parte de los alumnos a fin de guiar sus interpretaciones y enseñar a vincular la teoría con la práctica. Estos ejercicios deben seleccionarse de forma tal que el alumno encuentre dudas y profundice los conceptos teóricos para garantizar un correcto aprendizaje. En lo posible, la complejidad matemática no debe superar la complejidad de aplicación de la teoría a fin de asegurar el vínculo entre lo aprendido y su aplicación futura.

Como tercera y última instancia, se proponen ejercicios de complejidad alta en el plano teórico y en el matemático, recurriendo también al conocimiento de materias anteriores y en curso (articulación horizontal y vertical), y finalmente a la implementación de trabajos prácticos específicos de cada unidad.

Las actividades en el curso se apoyan en recursos didácticos tales como planillas de cálculo, PowerPoint de temas específicos, videos, transparencias y muestra de algunos softwares específicos para analizar resultados. Este material se reparte al alumno previo al comienzo de cada unidad vía correo electrónico. Luego, este material puede formar parte de sus apuntes al completarlo con las exposiciones en el frente.

El resto de la información también se le suministra vía digital.

### ***Actividades de TP y consultas fuera de clases***

La elaboración de los Trabajos Prácticos es un elemento de primera medida de la calidad y profundidad del aprendizaje de los alumnos que los guía en la forma de estudiar y permite profundizar aquellos conceptos que no han adquirido correctamente.



Esta etapa transita en gran medida fuera del aula y aún cuando el vínculo con el docente ante dudas simples o de mediana complejidad puede hacerse vía digital, para no frenar el avance del estudio, en cada clase se abre un espacio de consultas de TP's en el que se comparten las dudas y se resuelven aquellos ejercicios que presentaron dificultad.

Por cada unidad temática (a excepción de las últimas dos), se le entrega a los alumnos una guía de Trabajos Prácticos, que lleva el nombre de la unidad, en la que se presentan ejercicios que obligan a aplicar la teoría estudiada para poder plantear correctamente las ecuaciones y llegar a la solución del problema. Una breve descripción de los ejercicios se detalla a continuación:

**1. TP UT1 - características y propiedades de los fluidos**

Los ejercicios están destinados a aplicar los efectos de las tensiones de corte viscoso en distintas geometrías y en el cálculo de viscosímetros ideales.

**1. TP UT2 - estática de los fluidos**

La ejercitación apunta al cálculo de fuerzas sobre superficies, presión en manómetros de tubo en "U", presiones absolutas y relativas.

**1. TP UT3 - cinemática de los fluidos**

En estos ejercicios se calculan las líneas de corriente y trayectorias a partir del campo vectorial de velocidades y se aplica la ecuación de Bernoulli en flujos ideales, en el cálculo del tubo pitot y en la determinación de las presiones estáticas, dinámicas y de estancamiento.

**1. TP UT4 - dinámica de los fluidos**

Los ejercicios de esta unidad son de aplicación del teorema de transporte de Reynolds para ternas inerciales y no inerciales. Se calculan también fuerzas sobre uniones bridadas, codos en cañerías y boquillas.

**1. TP UT5 - análisis dimensional y semejanza**

Los ejercicios comprenden empujes sobre modelos a escala, Reynolds en modelos semejantes a escala, empuje en cuerpos sumergidos en una corriente de fluido. Factor de forma.

**1. TP UT6 - turbomáquinas - bombas centrífugas**

Ejercitación de semejanza de bombas para cambios en el diámetro de rodete, número de revoluciones y densidad del fluido. Se plantean ejercicios basados en cálculos para mejora de las condiciones de ductos

**1. TP UT7 - flujo incompresible viscoso unidireccional**

Ejercitación destinada al cálculo de sistemas de cañerías reales, sistemas de bombeo con cañerías de diferentes diámetros y en paralelo. Determinación del ANPA con uso de la curva de bomba. Se resuelven problemas reales con soluciones que se basan en la



teoría expuesta en clase. En algunos ejercicios se le propone al alumno el diseño del sistema de bombeo y la determinación de punto de operación.

**1. TP UT8 - flujo compresible unidimensional**

Problemas de aplicación en toberas convergentes – divergentes combinados con flujos de fanno, Rayleigh e isotérmico. Algunos ejercicios obligan a la modificación de las variables para evitar condiciones de bloqueo en ciertos puntos de la instalación. Se vinculan los resultados con el funcionamiento de las PSV.

**1. TP UT9 - flujo a régimen no permanente en conductos cerrados**

Si bien no hay una ejercitación que el alumno desarrolle en forma individual, se resuelven en clase distintos problemas y en conjunto se desarrolla un problema para la aplicación y trazado de la grilla del proceso del método de las características.

**1. TP UT10 - flujo incompresible no viscoso**

Sin TP ya que la unidad sólo se estudia desde el punto de vista teórico.

**Actividades de Laboratorio**

La actividad de laboratorio está direccionada a la verificación de los fenómenos más representativos que se estudiaron en el curso mediante equipamiento sencillo, de forma tal que el alumno verifique aquellas teorías estudiadas y saque conclusiones de sus observaciones. La actividad de Laboratorio forma parte del programa de la materia y sus clases están consideradas dentro del Cronograma de cada año como “Lab-1” y “Lab-2”.

Los trabajos en Laboratorio comprenden:

**Lab-1:** Prácticas de Viscosidad, Visualización de flujo Laminar y Turbulento (tubo de Reynolds), Tubo Pitot y Venturi.

**Lab-2:** Pérdida de carga en cañerías y accesorios, Ensayo de Bombas, Tobera Convergente – Divergente para flujos compresibles.

Estas actividades se llevan adelante en la Planta Piloto perteneciente a la carrera de Ingeniería Química, ubicada en el Subsuelo de la sede Medrano.

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

**Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)**

La evaluación consiste en la resolución de problemas combinando conocimientos teóricos y habilidades de cálculo. Se toman dos (2) parciales escritos, uno por cada cuatrimestre, y a la clase siguiente se entregan los resultados con la explicación de cada ejercicio.





### **Requisitos de regularidad**

Para cumplir con la regularidad se requiere un 75% de asistencia a la cursada, la aprobación de los dos (2) parciales con nota igual a seis (6) o superior y tener los trabajos prácticos y de laboratorio aprobados.

### **Requisitos de aprobación directa**

Para cumplir con la aprobación directa se requiere un 75% de asistencia a la cursada, la aprobación de los dos (2) parciales con ocho (8) o más y los trabajos prácticos y de laboratorio aprobados. Sólo se podrá recuperar uno de los dos parciales, que deberá tener calificación de ocho (8) o más.

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

Durante el dictado de las clases y principalmente en las primeras cuatro unidades el trabajo se apoya continuamente sobre las materias de la articulación vertical. Es permanente el vínculo con conceptos de *Física I* (primer nivel) en fuerzas de rozamiento, concepto de momento, centros de presión, baricentros, etc.; en la habilidad obtenida en *Análisis Matemático I y II* (primer y segundo nivel) para conceptualizar una ecuación diferencial y poder integrarlas reconociendo y definiendo correctamente sus variables; en *Mecánica Racional* (tercer nivel) para comprender el funcionamiento de bombas y turbinas considerando la variación de la cantidad de movimiento como elemento de intercambio de energía; y en *Estabilidad I* (segundo nivel), *Estabilidad II* (tercer nivel) y *Termodinámica* (tercer nivel) para hacer referencia al balance de fuerzas y de energías.

Para el resto de las unidades, si bien se mantiene el vínculo con las materias de la articulación vertical, aparecen los nexos con las materias de la articulación horizontal como *Tecnología del Calor* (cuarto nivel) en temas de energías de gases y turbinas o análisis numérico para poder estudiar el Flujo Bifásico sin fricción.

En todo momento, la aclaración de conceptos y la prueba de los conocimientos por parte del docente son puestos a prueba para que los alumnos encuentren nexos entre conceptos estudiados y su verdadera aplicación. Normalmente los alumnos refuerzan sus conocimientos y terminan de redondear sus ideas al abordar diversos temas de fluidos y buscar sus paralelos con conceptos elementales.



### CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
1	Unidad N°1: Propiedades de los Fluidos	Presencial
2	Unidad N°1: Propiedades de los Fluidos	Presencial
3	Unidad N°2: Estática de los Fluidos	Presencial
4	Unidad N°2: Estática de los Fluidos	Presencial
5	Unidad N°2: Estática de los Fluidos	Presencial
6	Unidad N°3: Cinemática de los fluidos	Presencial
7	Unidad N°3: Cinemática de los fluidos	Presencial
8	Unidad N°3: Cinemática de los fluidos	Presencial
9	Unidad N°4: Dinámica de los Fluidos	Presencial
10	Unidad N°4: Dinámica de los Fluidos	Presencial
11	Unidad N°4: Dinámica de los Fluidos	Presencial
12	Unidad N°4: Dinámica de los Fluidos	Presencial
13	Unidad N°4: Ecuaciones de Navier-Stokes	Presencial
14	Unidad N°5: Números Adimensionales	Presencial
15	Unidad N°5: Números Adimensionales	Presencial
16	<b>1° Parcial</b>	Presencial
17	Unidad N°6: Bombas Centrífugas / Semejanza	Presencial
18	Unidad N°7: Flujos incompresible viscosos / Bombas	Presencial
19	Unidad N°7: Flujos incompresible viscosos / Bombas	Presencial
20	Unidad N°7: Flujos incompresible viscosos / Bombas	Presencial
21	Unidad N°7: Flujos incompresible viscosos / Bombas - <b>Laboratorio 1</b>	Presencial
22	Unidad N°8: Flujos Compresibles Unidimensionales	Presencial
23	Unidad N°8: Flujos Compresibles Unidimensionales	Presencial
24	Unidad N°8: Flujos Compresibles Unidimensionales	Presencial
25	<b>Recuperatorio 1°</b>	Presencial
26	Unidad N°8: Flujos Compresibles Unidimensionales	Presencial
27	Unidad N°9: Flujo a régimen no permanente	Presencial
28	Unidad N°9: Flujo a régimen no permanente	Presencial
29	<b>Laboratorio 2</b>	Presencial
30	Unidad N°10: Flujo incompresible no viscoso Bidimensional	Presencial
31	Unidad N°10: Flujo incompresible no viscoso Bidimensional	Presencial
32	<b>2° Parcial</b>	Presencial



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*

### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Streeter, Victor L. (2000). *Mecánica de los fluidos*. McGraw Hill. Santafé de Bogotá.  
Potter, David; Wiggert, Bassem Ramadan (2012). *Mecánica de los Fluidos*. Cengage.  
Mott, Robert (2015). *Mecánica de los fluidos*. Pearson  
White, Frank (2004). *Mecánica de los fluidos*. McGraw-Hill  
García, Reza (1998). *Flujo de fluidos en válvulas y accesorios*. McGraw-Hill. México.  
Shames (1995). *Mecánica de los fluidos*. McGraw-Hill

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Mataix (1986). *Mecánica de los fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Castillo. Madrid.  
Giles (1989). *Introducción a la Mecánica de los Fluidos*. McGraw Hill. Madrid.  
Mott, Robert (1996). *Mecánica de los Fluidos Aplicada*. Pearson  
Streeter, Victor L. (1978). *Fluid Transients*. McGraw Hill.