



# Orden del Día

**Sesión Extraordinaria**

Jueves 14 de Septiembre 2023, a las 19.00 hs.

Aprobar Plan de Estudios Carrera Ing. en Petróleo	5228
Aprobar Plan de Estudios Carrera Ing. Civil	5229
Aprobar Plan de Estudios Carrera Ing. Electrónica	5230

DICTAMEN N° 5228

VISTO

La RESCS-2023-641-UBA-REC (Capítulo A CÓDIGO.UBA I-18) que establece las normas para la gestión de creación y modificación de planes de estudio de grado en la Universidad de Buenos Aires.

La RESCS-2019-1716-UBA-REC (Capítulo B CÓDIGO.UBA I-1) que establece las normas correspondientes al Título académico de "Bachiller Universitario" en las carreras de grado de esta Universidad.

La RESCD-2018-1235--UBA-DCT\_FI que genera el Programa Plan 2020 con vistas a la actualización de la oferta educativa frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería.

La RESCD-2021-77-UBA-DCT\_FI que establece el Marco Curricular de los Planes de Estudio de las Carreras de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La RESCD-2021-78-UBA-DCT\_FI que aprueba las Asignaturas y Requisitos Comunes a las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La Resolución ME Resolución ME 1254/2018 Anexo XII, que norma las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación de Ingeniería en Petróleo.

La Resolución ME 1538/2021. que aprueba los estándares para las carreras de Ingeniería en Petróleo, y

CONSIDERANDO:

Que la propuesta elevada por la Comisión Curricular de la carrera Ingeniería en Petróleo cumple con las normativas correspondientes a la creación de nuevos planes de estudio de carreras vigentes.

Que el nuevo Plan de Estudio de la carrera Ingeniería en Petróleo permite que las graduadas y graduados cuenten con los saberes requeridos para el ejercicio profesional de acuerdo con lo establecido en las Actividades Reservadas al título.

Que en la elaboración de la propuesta se tuvieron presentes los requisitos ministeriales.

Que asimismo el presente Plan de Estudio responde a la normativa establecida por este Consejo Directivo para los planes de estudio de la FIUBA.

La opinión favorable de la Secretaría de Gestión Académica.

Los análisis realizados por la Secretaría de Planificación Académica y de Investigación.

Lo dispuesto por este Consejo Directivo en su sesión del 14 de septiembre de 2023 con XX votos afirmativos, de un total de XX consejeros presentes.

Por ello:

## EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

### Resuelve

Artículo 1.- APROBAR el Plan de Estudios de la Carrera Ingeniería en Petróleo.

Artículo 2.- SOLICITAR al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires la aprobación del texto ordenado del Plan de Estudio de la Carrera Ingeniería en Petróleo que figura como Anexo de la presente Resolución.

Artículo 3.- REGÍSTRESE. Comuníquese a la Dirección de Comunicación Institucional para su publicación en el sitio de Transparencia Institucional. Pase a la Secretaría de Planificación Académica de Investigación quien comunicará a la Secretaría de Gestión Académica, a las autoridades de la carrera y elevará a la Universidad de Buenos Aires para su consideración. Cumplido, archívese.

## ANEXO

### TEXTO ORDENADO

#### DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

##### 1. FUNDAMENTACIÓN

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería en Petróleo obedece a la necesidad de actualizar la oferta educativa de FIUBA frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería, según establece la Resolución Consejo Directivo N° 1235/18 que aprueba el proyecto denominado "Plan 2020". Éste contiene la estrategia académica general para las carreras de grado y posgrado de esta unidad académica con las definiciones estratégicas, políticas y reglas para la construcción de sus Planes de Estudio.

Entre las principales situaciones identificadas y a contemplar en las acciones del Plan 2020, y la actualización de la oferta académica de grado como parte de éste, se encuentran:

1. Carreras con alta exigencia horaria y alargamiento en la duración real
2. Oportunidades de mejora en el diseño y desarrollo curricular.
3. Oportunidades de mejora en el CBC.
4. Situación en el primer tramo de las carreras.
5. Demanda de nuevos conocimientos y competencias tanto duras como blandas, en el marco de la llamada 4ta. Revolución Industrial.
6. Preocupación creciente por el Impacto Social y Ambiental de la Ingeniería.
7. Necesidad de que más mujeres estudien, se gradúen y se desarrollen profesionalmente en carreras de Ingeniería.
8. Desarrollo de la Internacionalización de la Educación Superior.
9. Nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería.
10. Oportunidades para mejorar la articulación entre la investigación-desarrollo y la docencia.

A partir de ello, y entendiendo la Educación Superior (ES) como bien público, el desafío de la discusión en torno a la currícula constituyó también una oportunidad para pensar integralmente cómo diseñar una herramienta que logre que un ingresante pase a ser un egresado con el perfil deseado, contribuyendo con ello al ejercicio efectivo de ese derecho.

La Facultad de Ingeniería abordó en consecuencia la revisión de los planes de estudio de sus carreras de grado para mejorar la oferta académica con vistas a:

- disminuir el tiempo de graduación y facilitar la disminución de la distancia entre el tiempo teórico y el real de cursado de las carreras, mejorando los trayectos académicos de las y los estudiantes;
- incorporar nuevas temáticas que la innovación y los cambios tecnológicos transforman en básicas para todas las carreras en el contexto presente y futuro y que permiten dar respuesta a los requerimientos previsibles en el futuro cercano y adaptarse a los cambios que se sucedan;
- reforzar el desarrollo de capacidades centrales para los/as profesionales, tales como comunicación, desarrollo de relaciones interpersonales (con especial atención a las cuestiones de género y de no

discriminación), creatividad, capacidades para la investigación y el desarrollo, y para el trabajo interdisciplinario;

-optimizar la articulación de la enseñanza entre las distintas carreras de grado, así como entre éstas y la enseñanza de posgrado y las actividades de investigación, extensión y transferencia que se realizan en la FIUBA y en la UBA en general;

- promover la internacionalización.

En el proceso iniciado se definió la necesidad de sostener características compartidas en la estructura curricular de las distintas carreras, así como una base común en torno a las ciencias básicas, y establecer el otorgamiento de un título intermedio “Bachillerato Universitario en Ciencias de la Ingeniería” en un todo de acuerdo a lo establecido en RES CS 1716/19.

La creación del Bachillerato Universitario responde a la necesidad de acreditar formalmente los saberes adquiridos por las y los estudiantes en sus primeros años universitarios, y de promover la terminalidad de los estudios de grado. Si bien este título no habilita para el ejercicio profesional supone un reconocimiento a quienes completaron un trayecto formativo y cuentan con capacidades académicas que les permite colaborar y realizar tareas de apoyo en proyectos y actividades de carácter científico, tecnológico e ingenieril.

Asimismo, la instauración del título de Bachiller Universitario busca facilitar el reconocimiento internacional de un primer tramo de los estudios superiores, de acuerdo con las tendencias que se vienen desarrollando en el campo de la educación superior. De este modo, se espera promover la internacionalización, favorecer la firma de acuerdos con Universidades prestigiosas de distintas partes del mundo, facilitar la continuidad del cursado en el exterior y promover acuerdos de doble titulación.

En la búsqueda de los objetivos planteados en el proceso Plan 2020 se generaron además criterios para la redefinición de la carga horaria total de la carrera, su duración en cuatrimestres y la consideración de la carga horaria semanal propuesta. Se estableció la incorporación de por lo menos tres instancias (inicial, intermedia y final) de trabajo sobre proyectos y las características de la oferta de electivas y optativas. La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería en Petróleo responde a estas consignas establecidas por el Consejo Directivo.

Por otro lado, las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación Ingeniería en Petróleo fueron redefinidas por Resolución ME 1254/2018 Anexo XII. Asimismo, y a propuesta del CONFEDI, fueron aprobados los nuevos estándares para las carreras de Ingeniería en Petróleo correspondiendo a la carrera los establecidos en la Resolución ME 1538/2021.

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería en Petróleo se adecua a lo establecido en esas Resoluciones Ministeriales.

A partir de estos cambios y en función de los objetivos y pautas definidas en el marco del Plan 2020, la carrera redefinió contenidos obligatorios, electivos y optativos, cargas horarias asociadas, su organización en asignaturas, su articulación y correlatividades modificando la carga horaria total y la duración teórica real, de 4544 a 3856 hs distribuidas en 11 cuatrimestres. Con esta modificación la carga horaria por asignatura no supera los 8 créditos, correspondiendo a ello una carga horaria

semanal de clase no mayor a 8 horas. Asimismo, la carga horaria semanal promedio no supera los 24 créditos por cuatrimestre.

Si bien la carrera de Ingeniería en Petróleo es nueva en la Universidad de Buenos Aires, es imprescindible su renovación en el marco de las nuevas metodologías de enseñanza, los avances tecnológicos y el actual proceso global y local de “Transición Energética”; a esto se agrega la imperiosa necesidad de profesionales calificados que tiene el sector petrolero, con el objetivo de poner en valor los recursos hidrocarburíferos, imprescindibles para el desarrollo de nuestro país. En este sentido, formar Ingenieros/as en Petróleo en tiempos más cortos y fortaleciendo la enseñanza, con foco en el desarrollo de habilidades que perduren más allá de la fecha de graduación, son las principales motivaciones que rigen la actualización del plan de estudios.

## **2. DENOMINACIÓN DE LA CARRERA Y DEL TÍTULO**

Denominación de la carrera: INGENIERÍA EN PETRÓLEO

El título otorgado es el de INGENIERO/A EN PETRÓLEO

La carrera otorga el título intermedio de Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Petróleo, cuyas características y requisitos se desarrollan en el punto 11 de este documento.

## **3. MODALIDAD DE ENSEÑANZA**

La modalidad de la carrera es presencial.

## **4. REQUISITOS CONDICIONES DE INGRESO**

Para ingresar en la carrera, el/la estudiante deberá contar con el nivel secundario o equivalente completo o, en su defecto, cumplir con las condiciones establecidas por el Consejo Superior para los mayores de 25 años que no lo hubieran aprobado.

## **5. OBJETIVOS**

En el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), la FIUBA se propone formar profesionales de alta calidad académica, con conocimientos sólidos y actualizados, y con visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

Los/as profesionales FIUBA contarán con conocimientos teóricos, habilidades experimentales y procedimentales, conocimiento de criterios y reglas de procedimiento, capacidades de razonamiento y resolución de problemas de acuerdo con las reglas específicas de la profesión. Además, serán

capaces de manejar las herramientas y habilidades propias del hacer investigativo que contribuyen al desarrollo tecnológico.

Entre las competencias que la FIUBA se propone desarrollar en sus estudiantes, cabe señalar: espíritu emprendedor, y orientación a la acción y la prueba en entornos colaborativos y de alta incertidumbre; creatividad e innovación; interdisciplinariedad, habilidades para trabajar en grupos heterogéneos con profesionales de otras disciplinas para lograr un objetivo común en un marco de requerimiento de competencias y conocimientos diversos y complejos que exceden los propios de una carrera; trabajo en equipo y capacidad de liderazgo respetuoso y no discriminatorio; ética, compromiso político y responsabilidad social, incluyendo la capacidad de evaluar el impacto económico, social y ambiental a nivel local y global de cualquiera de las acciones tomadas a nivel técnico; conciencia ambiental, compromiso con la preservación, la mejora, el desarrollo y la regeneración de los elementos que integran el ambiente, el comportamiento respetuoso y generoso hacia el mismo y los conocimientos para evitar o minimizar los impactos reales o potenciales de los diseños y desarrollos tecnológicos y de su desempeño profesional y personal en el ambiente con una visión sostenible; conciencia social, compromiso para encarar de manera adecuada las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos; gestión de proyectos tanto de organización industrial como de desarrollo tecnológico y la gestión del cambio; habilidades científicas y tecnológicas generales; y habilidades lingüísticas, capacidad de comunicarse en forma oral y escrita de manera adecuada tanto en español como en inglés.

Es objetivo de la Carrera de Ingeniería en Petróleo formar Ingenieros/as en Petróleo que cuenten con los conocimientos científicos y técnicos requeridos para asumir con idoneidad y responsabilidad cívica, social y ambiental el amplio espectro de actividades vinculadas con las distintas etapas de un proyecto petrolero: desde los estudios técnico-económicos, los análisis del reservorio y el desarrollo del yacimiento, hasta el diseño, la construcción, la puesta en marcha, la operación y mantenimiento de las instalaciones del subsuelo y de superficie. Su campo de acción abarcará las actividades de exploración, perforación, producción, tratamiento, transporte, almacenamiento, transformación, comercialización, etc, de los hidrocarburos.

## **6. PERFIL DEL GRADUADO**

El perfil del graduado/a FIUBA se establece en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06), y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18).

Los/as graduados/as FIUBA serán profesionales de excelencia, capaces de desenvolverse profesionalmente de manera satisfactoria en distintos ámbitos y contextos: integrando organizaciones públicas o privadas, en actividades de investigación y desarrollo, en consultoría, desarrollando emprendimientos, entre otras actividades posibles.

Entre los rasgos que caracterizan a una persona graduada en FIUBA se pueden mencionar:

- Formación académica (científica y tecnológica) y profesional, sólida y actualizada que le permita interpretar y procesar los cambios de paradigmas, extender la frontera del conocimiento e intervenir en las políticas públicas, en particular en el marco de la “Transición

Energética”, implementando prácticas que, basadas en la innovación tecnológica, minimicen los efectos negativos sobre el medio, procurando un desarrollo sostenible.

- Competencia para seleccionar y utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas propias de su carrera, tanto para la actividad profesional de excelencia como para iniciarse en la docencia, la investigación y el desarrollo.
- Capacidad de diseñar, planificar, realizar, evaluar, mejorar y gestionar proyectos, y de generar e implementar soluciones a problemas profesionales complejos de naturaleza tecnológica, que sean acordes a los requerimientos del mundo actual y a las necesidades de la sociedad y del país, que les permita contribuir al desarrollo económico, ambiental y social con una perspectiva de accesibilidad y sustentabilidad.
- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.
- Competencias para desempeñarse con creatividad, actitud emprendedora y espíritu crítico, integrando y liderando equipos diversos.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo y el desarrollo profesional en contextos de cambios sociales y tecnológicos, en el marco del proceso actual de “Transformación Digital” en el mundo de los hidrocarburos.
- Competencias comunicacionales para desempeñarse en contextos interdisciplinarios, interculturales e internacionales; en redes virtuales y en dinámicas de trabajo grupal; utilizando tanto el español como el inglés.
- Predisposición a brindar, sin mezquindades, sus conocimientos, para que otros se formen, ya sean estudiantes, colegas, actores sociales, etc.

## **7. ALCANCES Y ACTIVIDADES RESERVADAS PARA LAS QUE HABILITA EL TÍTULO**

### **Actividades Profesionales Reservadas (Resolución ME N° 1254/2018 Anexo XII)**

1. Diseñar, calcular y proyectar la exploración y explotación de yacimientos de petróleo y gas, e instalaciones de tratamiento, transporte, almacenaje y transformaciones de petróleo y gas y sus derivados.
2. Dirigir y controlar la exploración, explotación e instalación de lo mencionado anteriormente.
3. Certificar el funcionamiento, la condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
4. Proyectar y dirigir lo referido a higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.

## **Alcances del Título de Ingeniero/a en Petróleo**

- Realizar estudios de factibilidad, modelización, control de gestión y evaluación de los procesos asociados al desarrollo de los yacimientos de hidrocarburos y a las instalaciones asociadas.
- Formular, planificar, ejecutar y evaluar proyectos públicos y privados de desarrollo en la temática de su competencia.
- Evaluar la sustentabilidad técnico-económica, social y ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción de hidrocarburos.
- Realizar evaluaciones, arbitrajes y peritajes referidos a las actividades, los procesos, las instalaciones, las condiciones de higiene y seguridad, y el impacto social y ambiental de las actividades de exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos.
- Participar en la definición de políticas públicas en el área de los hidrocarburos y en particular en lo referido al proceso de “Transición Energética”.
- Desarrollar estudios e implementaciones, en el marco de la “Transición Energética”, teniendo en cuenta la dependencia actual de los hidrocarburos, pero también los efectos ambientales que su explotación y su transformación en energía, generan.
- Desarrollar e implementar técnicas que permitan el aprovechamiento de los reservorios de hidrocarburos para energía geotérmica, almacenamiento de gas, reinyección de CO<sub>2</sub>, etc.
- Intervenir en asuntos de ingeniería legal, económica y financiera relacionados con las actividades detalladas en este Plan de Estudios.
- Planificar, dirigir, ejecutar y controlar, en equipos multidisciplinarios, proyectos a lo largo de toda la cadena de valor de los hidrocarburos, desde los reservorios hasta las etapas de transformación (plantas de procesamiento, transporte, almacenaje y transformaciones) del gas, del petróleo y sus derivados)
- Dirigir las tareas de operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, en todas las etapas de la exploración, producción, procesamiento y transformaciones de los hidrocarburos.
- Verificar el funcionamiento y el estado de yacimientos de petróleo y gas, y las instalaciones de tratamiento, transporte, almacenaje y transformaciones de dichos hidrocarburos
- Organizar y desarrollar actividades de formación en organizaciones diversas, sobre las temáticas mencionadas en las actividades reservadas.
- Realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico, sobre el campo de acción detallado por las actividades reservadas.

## **8. ESTRUCTURA CURRICULAR DE LA CARRERA**

La estructura de la carrera comprende dos ciclos de formación:

- Ciclo Básico Común: 2 cuatrimestres.
- Segundo Ciclo: 9 cuatrimestres.

Se requiere haber aprobado el CBC para comenzar con el segundo ciclo.

La estructura del segundo ciclo contempla las asignaturas obligatorias de ciencias básicas, de las tecnologías básicas o ciencias de la ingeniería, de tecnologías aplicadas, y de ciencias y tecnologías complementarias, así como una oferta de asignaturas electivas. Entre las asignaturas obligatorias se incluyen tres proyectos integradores.

Estos proyectos son espacios curriculares que buscan fortalecer la formación profesional de las y los estudiantes a partir de la presentación de propuestas que exigen el involucramiento en prácticas preprofesionales mediante la resolución de problemas y/o el diseño y desarrollo de proyectos en situaciones reales o simuladas. Los mismos permiten tanto la movilización y articulación de los distintos contenidos aprendidos en distintas asignaturas como el desarrollo de habilidades, capacidades, saberes del oficio y competencias genéricas y específicas propias del trabajo profesional. En particular, constituyen instancias privilegiadas -aunque no únicas- para la incorporación de los contenidos transversales.

El **Proyecto Inicial** se desarrolla en la asignatura Introducción a la Ingeniería en Petróleo. Tiene como objetivos: estimular el interés del estudiantado y reforzar su motivación; brindar oportunidades para iniciar el desarrollo de las competencias genéricas y específicas propias de la ingeniería; y promover la comprensión del sentido de las ciencias básicas en los estudios y en la práctica de la ingeniería. Con este fin, debe incluir experiencias de aprendizaje de Ingeniería en Petróleo, que proporcionen un marco para la práctica profesional. En consecuencia, esta asignatura abarca una iniciación al pensamiento ingenieril y al desarrollo de habilidades y capacidades profesionales necesarias en las distintas etapas del diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería con un enfoque que contempla la sustentabilidad, la preocupación por el cuidado del ambiente y las personas, y el desarrollo de la sensibilidad frente a las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos. De este modo, permite dar cuenta de la función social de la ingeniería, de los distintos ámbitos de inserción profesional, así como de los distintos problemas y soluciones tecnológicas a lo largo del tiempo y sus proyecciones a futuro.

El **Proyecto Intermedio** se desarrolla en la asignatura Sustentabilidad de Proyectos de Hidrocarburos, la cual tiene un enfoque centrado en la práctica propia de la carrera más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la participación de las y los estudiantes, quienes trabajarán sobre los aspectos sociales, ambientales, legales y económicos de un proyecto de hidrocarburos, que otorguen sustentabilidad al mismo.

El **Trabajo Integrador Final (TIF)** permite un abordaje integral de una situación similar a la que podría encontrarse en algún aspecto significativo del ejercicio profesional o de la tarea de investigación y/o desarrollo científico-tecnológico, teniendo en cuenta el perfil específico de la carrera. El TIF puede asumir la modalidad de un Trabajo Profesional o de una Tesis. Este espacio curricular está compuesto por dos asignaturas: Trabajo Integrador Final I, de 4 (cuatro) créditos y Trabajo Integrador Final II, de 8 (ocho) créditos. En ambas asignaturas se promueve la integración de los distintos conocimientos aportados por la carrera en función de la situación problemática abordada, preferentemente en relación con contextos reales (organizaciones sociales, organismos del Estado, empresas, laboratorios, etc.) y contempla todas las dimensiones que sean relevantes para la situación abordada con una perspectiva de sustentabilidad económica, social y ambiental. En el TIF se integran y acreditan 192 (ciento noventa y dos) horas supervisadas de práctica profesional. De este modo, el TIF genera oportunidades para poner en práctica y desarrollar habilidades, capacidades y competencias genéricas y específicas propias de la profesión y del perfil de los y las graduados/as FIUBA en Ingeniería en Petróleo.

El siguiente cuadro sintetiza la estructura curricular que se desarrolla posteriormente:

	<b>Cantidad de Asignaturas</b>	<b>Carga Horaria (horas reloj)</b>	<b>Créditos</b>
<b>PRIMER CICLO DE LA CARRERA (CBC)</b>	6	608	38
<b>SEGUNDO CICLO DE LA CARRERA</b>	38	3248	203
Asignaturas Obligatorias	32	2832	177
Asignaturas Electivas/Optativas	4	224	14
Trabajo Integrador Final de Ingeniería en Petróleo (Trabajo Profesional o Tesis)	2	192	12
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>44</b>	<b>3856</b>	<b>241</b>

Los créditos son una unidad de medida de la dedicación académica del estudiantado. Se computan considerando 1 (un) crédito como equivalente a 16 (dieciséis) horas de clase. Además, se establece que la carga horaria adicional de estudio personal y trabajo académico fuera de clase que estimativamente las y los estudiantes deben dedicar a cada asignatura durante esas 16 semanas no puede superar la cantidad de horas presenciales establecidas para la asignatura. La carga horaria total de estudio que demanda la carrera debe considerar también las horas que el estudiantado dedica al estudio durante las semanas de exámenes finales que no están contabilizadas en el cuadro anterior.

### **Estructura de la carrera por años y régimen de correlatividades**

#### **PRIMER CICLO**

<b>Ciclo Básico Común</b>			
<b>Primer y segundo cuatrimestre</b>			
<b>Código</b>	<b>Asignaturas obligatorias</b>	<b>Carga Horaria Semanal</b>	<b>Carga Horaria Total</b>
24	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado	4	64
40	Introducción al Pensamiento Científico	4	64
66	Análisis Matemático A	9	144
62	Álgebra A	9	144
03	Física	6	96
90	Pensamiento Computacional	6	96
<b>Carga horaria total</b>		<b>38</b>	<b>608</b>

## SEGUNDO CICLO:

El cuadro siguiente muestra una de las posibles distribuciones de asignaturas en módulos cuatrimestrales. Esta distribución tiene en cuenta tanto las exigencias de asistencia a clase como las de estudio y trabajo personal, de manera de asegurar la factibilidad de un cursado regular y contribuir a la permanencia reduciendo la desvinculación académica por razones económicas, culturales y/o sociales.

Dentro del concepto de la flexibilidad curricular, cada estudiante podrá componer módulos cuatrimestrales de la manera que más se ajuste a sus intereses y posibilidades, cumpliendo con las correlatividades correspondientes.

Se incluye a continuación para cada asignatura, la carga horaria total y semanal, además de las asignaturas correlativas.

ASIGNATURAS	CRÉDITOS (Carga Horaria Semanal)	HORAS (Carga Horaria Total)	CORRELATIVAS
<b>TERCER CUATRIMESTRE</b>			
ANÁLISIS MATEMÁTICO II	8	128	CBC
FÍSICA DE LOS SISTEMAS DE PARTÍCULAS	6	96	CBC
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA EN PETRÓLEO	6	96	CBC
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>20</b>	<b>320</b>	
<b>CUARTO CUATRIMESTRE</b>			
ÁLGEBRA LINEAL	8	128	CBC
GEOLOGÍA GENERAL	6	96	CBC
QUÍMICA BÁSICA	6	96	CBC
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>20</b>	<b>320</b>	
<b>QUINTO CUATRIMESTRE</b>			
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
FLUIDODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
QUÍMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	96	Química Básica
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	

<b>SEXTO CUATRIMESTRE</b>			
INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE DATOS	3	48	Álgebra Lineal
ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN	6	96	Introducción a la Ingeniería en Petróleo
GEOFÍSICA	4	64	Física de los Sistemas de Partículas Introducción a la Ingeniería en Petróleo Geología General
MODELACIÓN NUMÉRICA	4	64	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
TERMODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas Química Básica
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>23</b>	<b>368</b>	
<b>SÉPTIMO CUATRIMESTRE</b>			
ELECTROTECNIA, MÁQUINAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	6	96	Electricidad y Magnetismo
ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
GEOLOGÍA DE LOS HIDROCARBUROS	6	96	Física de los Sistemas de Partículas Introducción a la Ingeniería en Petróleo Geología General
PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS DE RESERVORIOS	6	96	Termodinámica de los Hidrocarburos Geología General
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	
<b>OCTAVO CUATRIMESTRE</b>			
INGENIERÍA DE RESERVORIOS	8	128	Modelación Numérica Geología de los Hidrocarburos Propiedades de la Roca y los Fluidos de Reservorios
PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS I	4	64	Introducción a la Ingeniería en Petróleo Geología General Fluidodinámica de los Hidrocarburos
PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN YACIMIENTO	6	96	Química de los Hidrocarburos Termodinámica de los Hidrocarburos Fluidodinámica de los Hidrocarburos
SUSTENTABILIDAD DE PROYECTOS DE HIDROCARBUROS	8	128	Economía y Organización 130 Créditos
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>26</b>	<b>416</b>	
<b>NOVENO CUATRIMESTRE</b>			
INTERPRETACIÓN DE REGISTRO DE POZOS	4	64	Geología de los Hidrocarburos Geofísica Propiedades de la Roca y los Fluidos de Reservorios Perforación e Intervención de Pozos I

PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS II	4	64	Perforación e Intervención de Pozos I Estática y Resistencia de Materiales
PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS	4	64	Electrotecnia, Máquinas e Instalaciones Eléctricas Propiedades de la Roca y los Fluidos de Reservorios Perforación e Intervención de Pozos I
PROYECTO DE INSTALACIONES DE SUPERFICIE	8	128	Electrotecnia, Máquinas e Instalaciones Eléctricas Estática y Resistencia de Materiales Procesamiento de Hidrocarburos en Yacimiento
ELECTIVAS	4	64	
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	
<b>DÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
ESTIMULACIÓN DE FORMACIONES	4	64	Perforación e Intervención de Pozos II
INGENIERÍA DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES	4	64	Ingeniería de Reservorios
RECUPERACIÓN SECUNDARIA Y ASISTIDA DE PETRÓLEO	4	64	Ingeniería de Reservorios Química de los Hidrocarburos
TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO I	4	64	Ingeniería de Reservorios Probabilidad y Estadística Producción de Hidrocarburos Sustentabilidad de Proyectos de Hidrocarburos Proyecto de Instalaciones de Superficie
ELECTIVAS	6	96	
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>22</b>	<b>352</b>	
<b>UNDÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS	4	64	Química de los Hidrocarburos Termodinámica de los Hidrocarburos
TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS	4	64	Estática y Resistencia de Materiales Fluidodinámica de los Hidrocarburos Termodinámica de los Hidrocarburos
TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO II	8	128	Trabajo Integrador Final de Ing en Petróleo I
ELECTIVAS	4	64	
<b>Total Cuatrimestre</b>	<b>20</b>	<b>320</b>	
<b>TOTAL CRÉDITOS Y HORAS SEGUNDO CICLO</b>	<b>203</b>	<b>3248</b>	

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>			
<b>ASIGNATURAS</b>	<b>CRÉDITOS (Carga Horaria Semanal)</b>	<b>HORAS (Carga Horaria Total)</b>	<b>CORRELATIVAS</b>
MODELADO DE RESERVORIOS	4	64	Ingeniería de Reservorios
METODOS EOR PARA RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO	4	64	Ingeniería de Reservorios
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN OFFSHORE	4	64	Ingeniería de Reservorios Producción de Hidrocarburos Sustentabilidad de Proyectos de Hidrocarburos
INTRODUCCIÓN A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	4	64	120 Créditos
ENERGÍAS RENOVABLES	4	64	120 Créditos
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	4	64	120 Créditos
FUENTES CONVENCIONALES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	4	64	120 Créditos
TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	4	64	120 Créditos
GERENCIAMIENTO DE LA CALIDAD	4	64	Economía y Organización
CAPITAL HUMANO Y COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL	4	64	Economía y Organización
COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	4	64	Economía y Organización
EMPREDIMIENTOS EN INGENIERÍA	4	64	Economía y Organización
INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	3	48	Probabilidad y Estadística Introducción a la Ciencia de Datos
ANÁLISIS DE DATOS	3	48	Probabilidad y Estadística Introducción a la Ciencia de Datos
APRENDIZAJE DE MÁQUINA	3	48	Introducción a la Inteligencia Artificial Análisis de Datos
APRENDIZAJE DE MÁQUINA PROFUNDO	3	48	Introducción a la Inteligencia Artificial Análisis de Datos

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN	3	48	Introducción a la Inteligencia Artificial Análisis de Datos
--	---	----	--

**ASIGNATURAS DE OTRAS FACULTADES:** Los estudiantes podrán cursar asignaturas en otras Facultades de la Universidad de Buenos Aires, otras Universidades del país o del extranjero, previo acuerdo con la Comisión Curricular Permanente de la Carrera de Ingeniería en Petróleo. Esta última propondrá las equivalencias que pudieran corresponder o el número de créditos a otorgar en cada caso.

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS AFINES:** Los estudiantes podrán realizar actividades que complementen su formación con acuerdo previo de la Comisión Curricular Permanente de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, las que serán acreditadas de acuerdo a la normativa vigente.

## 9. REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

Para obtener el título de Ingeniero/a en Petróleo, se requieren 241 (doscientos cuarenta y un) créditos y el cumplimiento de los requisitos que se especifican a continuación.

De los 241 (doscientos cuarenta y un) créditos, treinta y ocho (38) corresponden al Primer Ciclo de la Carrera y 203 (doscientos tres) al Segundo Ciclo. En este último ciclo, los créditos se distribuyen del siguiente modo.

- Un total de 177 (ciento setenta y siete) créditos correspondientes a la aprobación de las asignaturas obligatorias comunes para todos los estudiantes de la carrera.
- Un total de 14 (catorce) créditos en asignaturas electivas de libre elección por parte de los/as estudiantes. Los docentes a cargo del Trabajo Profesional, la Dirección de Tesis y/o la Comisión Curricular Permanente de la Carrera podrán recomendar la aprobación de una o más asignaturas específicas relacionadas con la temática del Trabajo Integrador Final. Hasta 8 (ocho) créditos por asignaturas electivas podrán ser obtenidos mediante la aprobación de asignaturas optativas. Hasta un máximo de 4 (cuatro) créditos por asignaturas electivas podrán ser cubiertos por la realización de actividades académicas afines.
- Un total de 12 (doce) créditos otorgados por las asignaturas Trabajo Integrador Final I y II (sea en su formato Trabajo Profesional o Tesis).

### Idioma Inglés

Para obtener el título de Ingeniero/a en Petróleo, el/la estudiante debe alcanzar el siguiente grado de dominio del idioma inglés:

- capacidad de utilizar el idioma inglés para desenvolverse en forma apropiada dentro del campo de especialización de la carrera (redacción de textos, comprensión lectora y comunicación oral).

Dicha capacidad se determinará mediante pruebas de nivel en la que se asignará una calificación cualitativa (Aprobado/Desaprobado).

Los/ las estudiantes podrán acceder a los cursos preparatorios no obligatorios y no arancelados que a tal efecto ofrece la Facultad.

### **Práctica profesional**

El/la estudiante deberá incluir en Trabajo Integrador Final I y II el desarrollo de actividades preprofesionales que impliquen y le permitan acreditar 192 (ciento noventa y dos) horas de actividad a nivel profesional. Estas actividades requerirán supervisión tanto desde la carrera, como de un/a orientador/a en la institución o proyecto en el cual desarrolle las actividades el/la estudiante, de acuerdo con el Reglamento vigente y con lo establecido en el Anexo III Criterios de Intensidad de la Formación Práctica de la Resolución Ministerial 1538/2021.

## **10. CARGA HORARIA TOTAL DE LA CARRERA Y DURACIÓN TEÓRICA EN AÑOS**

La modalidad de la carrera es presencial. La duración total es de 3856 (tres mil ochocientos cincuenta y seis) horas reloj distribuidas a lo largo de 11 (once) cuatrimestres. La cantidad de cuatrimestres se estima para estudiantes de dedicación completa al estudio, por lo que la duración teórica de la carrera es de 5,5 (cinco y medio) años.

## **11. BACHILLER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - TRAYECTO PETRÓLEO**

### **Perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería-Trayecto Petróleo**

El perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería FIUBA - Trayecto Petróleo, en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), constituye un conjunto integrado de rasgos que se consideran esperables en quienes obtienen el título de pregrado:

- Formación académica básica y actualizada que les permita comprender los problemas y soluciones en cuyo tratamiento participe.
- Capacidad de participar en proyectos y problemas de naturaleza tecnológica, colaborando con los/as profesionales responsables e incorporándose a puestos de formación en la actividad profesional.
- Formación integral que les permita un desempeño laboral de acuerdo con principios éticos, responsabilidad y compromiso social.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo.
- Capacidades de interacción en el ámbito de trabajo.

### **Alcances del título**

Las personas que obtengan el título de Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Petróleo cuentan con conocimientos básicos sobre distintas disciplinas propias de la ingeniería que les permite:

- actuar en instituciones públicas y privadas como auxiliares en diversas tareas de apoyo a profesionales de la ingeniería respectiva;
- ayudar en la ejecución y control de problemas de ingeniería pertinentes;
- participar de proyectos y problemas de naturaleza tecnológica bajo supervisión de un/a profesional responsable;

- colaborar con los/as profesionales responsables en el desarrollo de proyectos y problemas de naturaleza científico-tecnológica;
- integrar equipos de trabajo en organizaciones y/o áreas tecnológicas e ingenieriles.

### **Carga horaria para la obtención del título**

El Bachillerato Universitario se otorga al cumplimentar 1700 horas del Plan de Estudio.

### **Contenidos exigibles**

De acuerdo con lo establecido por la Res CD 741/22, dentro de las 1700 horas exigidas para obtener el título, se encuentra la asignatura Introducción a la Ingeniería en Petróleo.

## **12. CICLO LECTIVO A PARTIR DEL CUAL TENDRÁ VIGENCIA**

El presente plan se pondrá en vigencia a partir del primer cuatrimestre posterior a su aprobación por parte del Consejo Superior de la UBA.

## **13. CONTENIDOS MÍNIMOS ASIGNATURAS OBLIGATORIAS Y ELECTIVAS**

### **PRIMER CICLO**

#### **ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

##### ***Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado***

1. La sociedad: conceptos básicos para su definición y análisis. Sociedad y estratificación social. Orden, cooperación y conflicto en las sociedades contemporáneas. Los actores sociopolíticos y sus organizaciones de representación e interés, como articuladores y canalizadores de demandas. Desigualdad, pobreza y exclusión social. La protesta social. Las innovaciones científicas y tecnológicas, las transformaciones en la cultura, los cambios económicos y sus consecuencias sociopolíticas. La evolución de las sociedades contemporáneas: el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, las variaciones demográficas y las modificaciones en el mundo del trabajo, la producción y el consumo.

2. El Estado: definiciones y tipos de Estado. Importancia, elementos constitutivos, origen y evolución histórica del Estado. Formación y consolidación del Estado en la Argentina. Estado, nación, representación, ciudadanía y participación política. Estado y régimen político: totalitarismo, autoritarismo y democracia. Las instituciones políticas de la democracia en la Argentina. El Estado en las relaciones internacionales: globalización y procesos de integración regional.

3. Estado y modelos de desarrollo socioeconómico: el papel de las políticas públicas. Políticas públicas en economía, infraestructura, salud, ciencia y técnica, educación, con especial referencia a la universidad.

##### ***Introducción al Pensamiento Científico***

1. Modos de conocimiento: Conocimiento tácito y explícito. Lenguaje y metalenguaje. Conocimiento de sentido común y conocimiento científico. Conocimiento directo y conocimiento inferencial.

Ciencias formales y fácticas, sociales y humanidades. Ciencia y pensamiento crítico. Tipos de enunciados y sus condiciones veritativas. El concepto de demostración. Tipos de argumentos y criterios específicos de evaluación.

2. Historia y estructura institucional de la ciencia: El surgimiento de la ciencia contemporánea a partir de las revoluciones copernicana y darwiniana. Cambios en la visión del mundo y del método científico. Las comunidades científicas y sus cristalizaciones institucionales. Las formas de producción y reproducción del conocimiento científico. Las sociedades científicas, las publicaciones especializadas y las instancias de enseñanza.

3. La contrastación de hipótesis: Tipos de conceptos y enunciados científicos. Conceptos cuantitativos, cualitativos, comparativos. Enunciados generales y singulares. Enunciados probabilísticos. Hipótesis auxiliares, cláusulas ceteris paribus, condiciones iniciales. Asimetría de la contrastación y holismo de la contrastación.

4. Concepciones respecto de la estructura y el cambio de las teorías científicas: Teorías como conjuntos de enunciados. El papel de la observación y la experimentación en la ciencia. Cambios normales y cambios revolucionarios en la ciencia. El problema del criterio de demarcación. El problema del progreso científico. El impacto social y ambiental de la ciencia. Ciencia, tecnología, sociedad y dilemas éticos.

### **Análisis Matemático A**

UNIDAD 1. Funciones y números reales

Funciones: Definición. Descripción de fenómenos mediante funciones. Funciones elementales: lineales, cuadráticas, polinómicas, homográficas, raíz cuadrada. Gráficos de funciones. Composición de funciones y función inversa. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones trigonométricas. Números reales. La recta real. Números irracionales. Axiomas de cuerpo. Supremo e ínfimo. Completitud de los números reales.

UNIDAD 2. Sucesiones. Definición. Término general. Noción de límite. Cálculo de límites. Propiedades. Álgebra de límites. Indeterminaciones. Sucesiones monótonas. Teorema sobre sucesiones monótonas. El número e. Subsucesiones. Sucesiones dadas por recurrencia.

UNIDAD 3. Límite y continuidad de funciones. Límites infinitos y en el infinito. Límite en un punto. Límites laterales. Límites especiales. Asíntotas horizontales y verticales. Continuidad. Definición y propiedades. Funciones continuas y funciones discontinuas. Teoremas de Bolzano y de los Valores intermedios.

UNIDAD 4. Derivadas. Recta tangente. Velocidad. Definición de derivada. Reglas de derivación. Regla de la cadena. Función derivada. Funciones derivables y no derivables. Derivada de la función inversa. Continuidad de funciones en intervalos cerrados. Extremos absolutos. Teorema de Fermat. Teoremas de Rolle y de Lagrange o del Valor Medio. Consecuencias del Teorema del Valor Medio. Teorema de Cauchy. Regla de L'Hopital.

UNIDAD 5. Estudio de funciones y optimización. Crecimiento y decrecimiento de funciones. Extremos locales. Asíntotas oblicuas. Concavidad y convexidad. Construcción de curvas. Cantidad de soluciones de una ecuación. Desigualdades. Problemas de optimización. Teorema de Taylor. Polinomio de Taylor. Expresión del resto. Problemas de aproximación de funciones.

UNIDAD 6. Integrales. Definición de integral. Propiedades de la integral. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Cálculo de primitivas. Métodos de sustitución y de integración por partes. Área entre curvas. Ecuaciones diferenciales.

UNIDAD 7. Series. Término general y sumas parciales. Series geométricas y series telescópicas. Criterios de convergencia. Series de potencia.

### **Álgebra A**

Unidad 1. Conjuntos, complejos y polinomios. Noción de conjuntos. Operaciones de conjuntos (complemento, unión e intersección). Números complejos. Representación de complejos en el plano. Operaciones. Forma binómica, polar y exponencial. Conjugación y simetrías. Traslaciones, homotecias y rotaciones. Polinomios con coeficientes en  $\mathbb{R}$  y en  $\mathbb{C}$ . Grado de un polinomio. Operaciones. Algoritmo de división. Teorema fundamental del álgebra. Raíces y descomposición factorial.

Unidad 2. Álgebra vectorial. Puntos y vectores en  $\mathbb{R}^n$ . Operaciones, producto escalar y su interpretación geométrica. Norma. Rectas y planos. Noción de combinación lineal, dependencia lineal y de subespacio generado por vectores. Ángulo entre vectores. Producto vectorial. Distancia de un punto a un subespacio. Proyecciones y simetrías sobre rectas y planos.

Unidad 3. Sistemas lineales. Álgebra matricial y determinante. Sistemas de ecuaciones lineales. Resolución. Interpretación del conjunto de soluciones como intersección de planos y rectas. Matrices en  $\mathbb{R}^{n \times m}$ . Suma y producto. Eliminación de Gauss-Jordan. Determinante. Matriz inversa. Interpretación geométrica de la acción de una matriz de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$  sobre el cuadrado y el cubo unitario respectivamente.

Unidad 4. Funciones lineales. Funciones lineales entre vectores, su expresión funcional  $y = T(x)$  y su expresión matricial  $y = Ax$ . Imagen y pre imagen de un conjunto por una transformación lineal. Núcleo. Transformaciones sobre el cuadrado unitario. Interpretación geométrica del determinante. Transformación inversa.

Unidad 5. Introducción a las cónicas. Ecuaciones canónicas de las cónicas en coordenadas cartesianas. Elementos principales (focos, centro, vértices, semiejes, excentricidad). Representación geométrica.

### **Física**

1. Magnitudes físicas. Magnitudes escalares y vectoriales: definición y representación gráfica. Operaciones con vectores: suma, resta, multiplicación por un escalar, producto escalar y producto vectorial. Sistema de coordenadas cartesianas. Versores. Expresión de un vector en componentes cartesianas. Proyecciones de un vector. Análisis dimensional.

2. Estática. Fuerzas. Momento de una fuerza. Unidades. Cuerpos puntuales: resultante y equilibrante. Cuerpos extensos: centro de gravedad, resultante y momento neto. Condiciones de equilibrio para cuerpos extensos. Cuerpos vinculados. Reacciones de vínculo. Máquinas simples.

3. Hidrostática. Densidad y peso específico. Concepto de presión. Unidades. Concepto de fluido. Fluido ideal. Presión en líquidos y gases. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Teorema fundamental de la hidrostática. Experiencia de Torricelli. Presión absoluta y manométrica. Teorema de Arquímedes. Flotación y empuje. Peso aparente.

4. Cinemática en una dimensión. Modelo de punto material o partícula. Sistemas de referencia y de desplazamiento, distancia, trayectoria. Velocidad media, instantánea y rapidez. Unidades. Aceleración media e instantánea. Movimiento rectilíneo. Gráficos  $r(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ . Interpretación gráfica de la velocidad y la aceleración.

5. Cinemática en dos dimensiones. Movimiento vectorial en el plano: coordenadas intrínsecas, aceleración tangencial, normal y total. Tiro oblicuo. Movimiento circular: periodo y frecuencia, velocidad y aceleración angular. Movimiento relativo.

6. Dinámica. Interacciones: concepto de fuerza. Clasificación de las fuerzas fundamentales. Leyes de Newton. Peso y masa. Diagrama de cuerpo libre. Fuerzas de contacto (normal y rozamiento), elástica y gravitatoria. Sistemas inerciales y no inerciales. Fuerzas ficticias: de arrastre y centrífuga. Aplicaciones de la dinámica a sistemas de uno o varios cuerpos vinculados. Peralte, péndulo cónico, movimiento oscilatorio armónico, péndulo simple, masa-resorte.

7. Trabajo y energía. Energía cinética. Trabajo de fuerzas. Potencia. Teorema del trabajo y la energía cinética. Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial, gravitatoria y elástica. Teorema de la conservación de la energía mecánica. Aplicación.

### **Pensamiento computacional**

Resolución de problemas utilizando pensamiento computacional. Algoritmos como mecanismos de resolución de problemas. Algoritmos y programas. Programación en un lenguaje multiparadigma. Variables, expresiones, tipos de datos. Funciones y programación modular. Abstracción. Tipos de datos básicos, datos estructurados. Estructuras de control. Manejo básico de archivos de texto y formatos de intercambio de datos. Uso de funciones predefinidas y bibliotecas, y elección adecuada del tipo de datos, para la resolución de problemas.

## **SEGUNDO CICLO**

### **ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

#### ***ANÁLISIS MATEMÁTICO II***

Funciones escalares y vectoriales de una o más variables: representaciones geométricas típicas, límite y continuidad.

Derivadas direccionales y parciales. Diferenciabilidad: matriz jacobiana, gradiente.

Composición de funciones. Funciones definidas en forma implícita.

Polinomio de Taylor. Extremos libres y condicionados.

Curvas. Integrales de línea: independencia del camino, función potencial. Integrales múltiples.

Cambio de variables en integrales múltiples.

Superficies. Integrales de superficie. Teoremas de Green, de Stokes y de Gauss. Ecuaciones diferenciales de primer orden.

#### ***FÍSICA DE LOS SISTEMAS DE PARTÍCULAS***

Mediciones e incertezas. Introducción al proceso de medición. Método general para el tratamiento de incertezas en funciones de dos o más variables. Unidades y análisis dimensional. Técnicas experimentales asociadas a la Mecánica de la Partícula: leyes del movimiento.

Sistemas de partículas (SP). Movimiento del centro de masa de un SP: aislado o sujeto a fuerzas externas. Momento cinético de una partícula y de un SP. Conservación del L. Energía cinética de SP. Energía Potencial de SP. Conservación de la energía. Energía total de un SP sujeto a fuerzas externas. Energía mecánica interna de un SP. Colisiones.

Introducción a la fluidodinámica: Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli para fluidos ideales régimen permanente.

Cuerpo rígido (CR). Concepto de rigidez. Estática de un CR, tipos de vínculos, condiciones de equilibrio. Movimiento de un CR. Ejes principales de inercia. Momento cinético de un CR. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuación de movimiento para la rotación de un CR. Energía cinética de rotación de un CR. Concepto de rototraslación.

Movimiento ondulatorio. Descripción del movimiento ondulatorio y ecuación general. Clasificación de ondas mecánicas. Ondas unidireccionales: elásticas, de presión en un gas, transversales en una cuerda o varilla. Concepto de frente de onda. Efecto Doppler. Intensidad del sonido y nivel de intensidad. Superposición de ondas y resonancia.

### **INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA EN PETRÓLEO**

Perfil del/de la Ingeniero/a de la UBA. El campo de acción de los Ingenieros en Petróleo.

Trabajo de diseño/resolución de problemas ingenieriles en torno a proyectos situados. Abordajes que problematizan la sustentabilidad socioambiental, perspectivas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos. Estrategias de trabajo colectivo y cooperativo. Desarrollo del pensamiento ingenieril: análisis de situaciones, toma de decisiones fundamentadas, elaboración de propuestas. Trabajo con fuentes de información diversas.

Medición: magnitudes físicas y unidades. Representación cartográfica (o lo que sea mejor): método de proyección, sistema de coordenadas, marco de referencia.

Fuentes de energía primaria y secundaria. Matriz Energética. Los fluidos de los reservorios: Petróleo, Gas Natural, Agua de Formación.

La cadena de valor de los hidrocarburos (upstream, midstream, downstream).

Historia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía en el pasado y su proyección al futuro. Impactos geopolíticos, sociales, ambientales y económicos del desarrollo de los hidrocarburos. Los hidrocarburos en el proceso de Transición Energética. Desafíos y compromisos. El caso particular de la Argentina. Estructura del sector hidrocarburífero.

Innovación tecnológica y nuevas fronteras hidrocarburíferas.

### **ÁLGEBRA LINEAL**

Espacios Vectoriales. Bases y dimensión. Coordenadas y matrices de cambio de coordenadas. Operaciones entre subespacios. Subespacios fundamentales de una matriz y sistemas de ecuaciones lineales.

Transformaciones lineales. Representaciones matriciales. Proyecciones y simetrías oblicuas.

Espacios euclídeos. Ángulo, norma y distancia. Bases ortonormales. Proyección ortogonal y mejor aproximación. Problemas de mínimos cuadrados. Modelo de regresión lineal.

Autovalores y autovectores. Diagonalización de matrices. Forma canónica.

Matrices hermíticas y unitarias. Rotaciones y Simetrías. Teorema espectral para matrices hermíticas. Descomposición en valores singulares y sus aplicaciones.

### **GEOLOGÍA GENERAL**

Origen y evolución de la Tierra, estructura interna, terremotos y ondas sísmicas. Composición química, tipos de corteza terrestre, deriva continental y tectónica de placas. Mineralogía básica.

Elementos de óptica. Descripción de minerales y rocas en muestra de mano y lupa, y al microscopio petrográfico. Formación y tipos de rocas ígneas. Rocas metamórficas, tipos y procesos. Rocas

sedimentarias, meteorización, erosión, transporte y depositación. Tipos de rocas sedimentarias. Propiedades de las rocas sedimentarias: porosidad, permeabilidad, compresibilidad y saturación de fluidos. Estructuras sedimentarias. Facies sedimentarias. Ambientes sedimentarios. Hidrología, cuencas hídricas, aguas subterráneas y niveles freáticos. Cuencas de drenaje pluvial, inundaciones, contaminación. Geología estructural, esfuerzo y deformación de las rocas, tipos de pliegues y fallas. Estilos estructurales. Introducción a las cuencas sedimentarias. Mapeo topográfico y geológico, reconstrucción de estratos, el problema de los tres puntos. Perfiles geológicos. Teorías sobre el origen y evolución del petróleo. Trampas petroleras, roca madre, reservorio y sello, migración. Conceptos de sismica de reflexión y de perfiles geofísicos de pozos. Geología regional y evolución geológica de Argentina. Principales cuencas petroleras, y acuíferos de agua potable de Argentina.

### **QUÍMICA BÁSICA**

Clasificación de los sistemas materiales. Sustancias puras y mezclas. Teorías atómicas y moleculares modernas. Tabla periódica de los elementos. Magnitudes atómicas y moleculares. Uniones químicas. Compuestos inorgánicos y orgánicos. Gases, líquidos y sólidos. Diagramas de fase. Reacciones químicas y estequiometría. Soluciones, solubilidad y acidez/basicidad. Equilibrio químico. Electroquímica.

### **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**

Electrostática: Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo electrostático. Distribuciones discretas y continuas. Flujo del campo. Ley de Gauss. Trabajo y diferencia de potencial. Conductores en equilibrio. Capacidad. Capacitores. Dieléctricos. Ley de Gauss en medios materiales dieléctricos. Fenómenos eléctricos no dependientes del tiempo: Fuerza electromotriz. Corriente eléctrica. Resistencia eléctrica. Ley de Ohm. Circuitos de corriente continua. Leyes de Kirchhoff. Potencia y efecto Joule.

Interacciones magnéticas: Fuerza Lorentz. Ley de Biot-Savart. Ley de Ampere. Momento dipolar magnético. Torque sobre un dipolar magnético. Materiales Magnéticos. Ley de Ampere en materiales magnéticos.

Campos electromagnéticos dependientes del tiempo: Inducción electromagnética. Regla del flujo. Ley de Lenz. Inducción mutua y autoinducción.

Corrientes dependientes del tiempo: Circuitos en régimen transitorio. Circuitos en régimen permanente sinusoidal. Potencia. Resonancia.

Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de ondas.

### **FLUIDODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS**

Propiedades de los fluidos. Hidrostática.

Conceptos y ecuaciones fundamentales del movimiento de los fluidos. Conservación de la masa. Balance de la cantidad de movimiento. Conservación de la energía mecánica. Ley de Bernoulli.

Régimen de flujo: laminar, intermedio y turbulento. Número de Reynolds y Diagrama de Moody. Pérdida por fricción en cañerías.

Flujo incompresible. Fluidos newtonianos y no newtonianos.

Bombas: principios de funcionamiento. Tipos. Curvas características. ANPA.

Flujo compresible. Número de Mach. Flujo sónico. Politrópicas. Curvas PVT.

Compresores: principios de funcionamiento. Tipos. Termodinámica de la compresión.

Flujo en orificios. Flujo flash. Flujo ahogado. Cavitación.

Flujo Multifásico. Modelos y mapas de flujo. Slugs.  
Aplicaciones a los fluidos de yacimiento.

### **PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA**

Experimentos aleatorios. Espacios de probabilidad. Probabilidad condicional e independencia. Regla de Bayes. Modelos discretos y modelos continuos.

Variables y vectores aleatorios. Distribución conjunta, distribuciones marginales e independencia de variables aleatorias. Transformaciones de variables aleatorias. Simulación de variables aleatorias. Momentos. Coeficiente de correlación lineal. Recta de regresión. Distribuciones condicionales. Función de regresión. Predicción y esperanza condicional.

Ensayos de Bernoulli: distribuciones de Bernoulli, Binomial, Geométrica y Pascal. Distribución Multinomial. Procesos de Poisson: distribuciones de Poisson, Exponencial y Gamma.

Ley de los grandes números. Teorema Central del Límite.

Muestras aleatorias. Familias paramétricas. Estimación de parámetros. Test de Hipótesis. Función de potencia. Test de Bondad de Ajuste. Intervalos de confianza. Enfoque Bayesiano. Distribución a posteriori, estimadores bayesianos, predicción.

### **QUÍMICA DE LOS HIDROCARBUROS**

Hidrocarburos: definición, clasificación, isómeros, propiedades.

Mezclas de hidrocarburos. Equilibrio líquido-vapor. Diagrama de fases.

Petróleo: Composición química. Propiedades. Caracterización. Contaminantes. Procesos en yacimiento

Gas Natural: Composición química, Propiedades. Contaminantes. Procesos en yacimiento.

Agua de formación: Composición química. Sales. Incrustaciones y corrosión. Bacterias. Tratamiento.

Agua de fractura: fuentes, tratamiento, disposición, reúso.

Introducción a los procesos de industrialización de los hidrocarburos.

### **INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE DATOS**

Introducción a la Ciencia de Datos. Conceptos y aplicaciones para las distintas ramas de la Ingeniería. Tratamiento computacional de grandes cantidades de datos. Análisis exploratorio de datos. Visualización de la información. Tareas de pre-procesamiento de datos. Procesos analíticos de datos. Graficación. Toma de decisiones a partir del análisis de datos masivos. Comunicación de resultados. Nociones de inteligencia artificial. Aprendizaje automático. Fundamentos e Implementación. Datos no estructurados: textos e imágenes.

### **ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN**

Organización: Introducción a las organizaciones y su evolución. Enfoque Sistémico. Planeamiento Estratégico. Dimensionamiento Físico y Económico. Localización. Diseño Organizacional. Áreas clave de las empresas. Control de Gestión. Ingeniería en la producción de bienes y servicios. Diseño de Procesos. Logística, Compras, Gestión de Calidad, Mantenimiento. Planeamiento y control de la producción: distintos modelos. Emprendedurismo con base tecnológica.

Economía de la Empresa: Registros contables. Balance y Cuadro de Resultados. Costos. Costos fijos y variables. Sistemas de Costeo. Costeo de servicios. Costeo por actividad. Análisis marginal. Gestión Presupuestaria. Introducción a la Evaluación Económica de Proyectos. Conceptos básicos (TIR, VAN).

Herramientas de Gestión Profesional: Negociación Estratégica. Presentaciones Eficaces. Metodologías ágiles.

### **GEOFÍSICA**

Introducción a herramientas metodológicas propias de las ciencias naturales. Introducción a los métodos de exploración del subsuelo. Prospección sísmica. Sismología. Los métodos potenciales. Conceptos básicos. Sísmica de refracción. Sísmica de reflexión 2D, 3D y 4D. Correcciones estática y dinámica. Adquisición e interpretación de datos geofísicos. Sísmica de pozo. Perfil sísmico vertical. Interpretación estructural y estratigráfica en 2D y 3D. Estudios de caso de exploración del subsuelo y de caracterización sísmica. Atributos de caracterización sísmica. Inversión de traza. Indicadores indirectos de hidrocarburos. Modelado geofísico del reservorio. Microsísmica. Monitoreo de sismicidad inducida.

### **MODELACIÓN NUMÉRICA**

Errores y representación numérica: análisis de las incertidumbres propias del manejo de datos numéricos y de las incertidumbres originadas en las limitaciones de las representaciones numéricas en las computadoras. Propagación de errores. Redondeo y errores de truncamiento. Estabilidad matemática y numérica.

Métodos de resolución de ecuaciones algebraicas lineales y no lineales de muchas variables por métodos directos e iterativos: análisis de varios métodos, sus ventajas e inconvenientes; elección del método más adecuado.

Aproximación de funciones mediante ajuste por cuadrados mínimos e interpolación polinomial por diferencias divididas. Interpolación de Tchebycheff.

Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden 1 y de orden N. Sistemas de EDO. Introducción al problema matemático y su vinculación con problemas de ingeniería. Formas clásicas de obtener soluciones analíticas para el caso de coeficientes constantes. Métodos numéricos para resolver EDO: coeficientes constantes y coeficientes variables.

Diferenciación Numérica . Resolución numérica de problemas de valores iniciales de primer orden: Métodos explícitos e implícitos. Consistencia y Estabilidad. Problemas de valores de contorno en derivadas totales. Clasificación de condiciones de contorno: Dirichlet y Neumann. Resolución numérica mediante el método de las diferencias finitas.

Integración numérica mediante método de Romberg y cuadratura de Gauss.

### **TERMODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS**

Modelos matemáticos de comportamiento de fluidos puros y mezclas de hidrocarburos. Presiones de Convergencia. Constante de equilibrio líquido – vapor. Equilibrios bifásicos y trifásicos de mezclas de hidrocarburos.

Agua en equilibrio con el gas natural: saturación de agua y formación de hidratos.

Primer principio de la termodinámica. Variables termodinámicas: energía interna, entalpía, entropía. Calor y trabajo. Conservación de la masa y la energía y su aplicación a instalaciones petroleras.

Termofísica de los hidrocarburos.

Termoquímica. Calores de formación y reacción. Modificación de los mismos con la presión, la temperatura y el estado de agregación.

Combustión: combustibles; poderes caloríficos superior e inferior; estequiometría; exceso de aire; explosividad; emisiones.

Segundo principio de la termodinámica, Concepto de entropía y ciclos térmicos. Rendimientos. Ecuaciones fundamentales de la termodinámica. Gráficos termodinámicos.

### ***ELECTROTECNIA, MÁQUINAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS***

Instalaciones eléctricas industriales, logísticas y de servicios; sus componentes y objetivos, mirada integral de una instalación de potencia, generación y consumos. Circuitos de corriente alterna monofásicos y trifásicos. Máquinas eléctricas; Transformadores. Motores eléctricos en general. Motores monofásicos. Motores asincrónicos trifásicos. Criterios de selección, sistemas de arranque y variación de velocidad. Máquina sincrónica. Generadores. Instalaciones eléctricas industriales. Protecciones eléctricas, Instalaciones de Puesta a Tierra. Movilidad eléctrica. Energías renovables.

### ***ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES***

Estructuras para construcciones industriales y de servicios, compuestas por diferentes materiales y con diferentes tecnologías. Estática y cinemática de las estructuras. Esfuerzos y tensión en estructuras. Concepto de tensión y deformación. Propiedades de los materiales. Estados de sollicitación: axil, torsión, flexión, flexión compuesta, corte. Sollicitaciones combinadas. Pandeo.

### ***GEOLOGÍA DE LOS HIDROCARBUROS***

Análisis integral del sistema petrolero. Cuadro de eventos. Geoquímica y microbiología de los hidrocarburos. Paleoambientes depositacionales en superficie y en subsuelo. Taxonomía de reservorios. Análisis de propiedades de rocas reservorios clásticas, no clásticas y fracturadas. Petrofísica. Análisis de coronas. Caracterización de rocas de grano fino en el contexto del reservorio no convencional. Diagénesis y fluidos en las cuencas. Estratigrafía y correlación de pozos. Estratigrafía secuencial aplicada a los reservorios y al análisis de cuencas. Geología estructural (2D y 3D) y análisis de trampas. Introducción a la Geomecánica. Adquisición de datos geológicos. Interpretación cualitativa de registros de pozo. Mapeo del subsuelo. Cálculo de volumen. Introducción al manejo de proyectos onshore. Estimación de recursos y reservas de hidrocarburos. Matriz energética.

### ***PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS DE RESERVORIOS***

Extracción de muestras de roca. Porosidad. Permeabilidad. Compresibilidad. Saturación de fluidos. Mojabilidad. Presiones capilares. Permeabilidad efectiva y relativa. Presión y temperatura en el reservorio. Medición de datos experimentales, equipamiento.

Diagrama de fases: gas seco, húmedo y con condensación retrógrada; petróleo negro y volátil. Evoluciones en reservorio e instalaciones de producción. Estudio a masa constante y a volumen constante. Liberación diferencial. Ensayo de separación. Parámetros PVT de sistemas de petróleos negros: gas en solución, presión de burbuja, factor de volumen del petróleo y del gas. Densidad y viscosidad del crudo. Parámetros PVT de sistemas gas-condensado: presión de rocío, líquido condensado, factor de volumen del condensado, factor de compresibilidad bifásico. Densidad y viscosidad del fluido de reservorio. Medición de las propiedades. Toma de muestra: muestreo en fondo de pozo y en superficie. Aplicación de los datos PVT en cálculos de ingeniería de yacimientos y producción. Modelos de simulación termodinámica de parámetros PVT.

### ***INGENIERÍA DE RESERVORIOS***

Conceptos básicos: rol del ingeniero de reservorios. Cálculo del petróleo "in-situ". El factor de recuperación. Flujo monofásico y multifásico estacionario: ecuación de Darcy. Estimación de caudales

de producción utilizando la ecuación de Darcy. Clasificación de reservorios. Empujes. Modelización matemática para estimar la recuperación primaria de yacimientos de petróleo y gas. Balance de Materia. Índice de productividad. Curvas IPR. Análisis de curvas de declinación. Estimación de Recursos y reservas.

Flujo monofásico no estacionario: ecuación de difusividad. Soluciones analíticas para casos particulares. Aplicación a la interpretación de ensayos de pozo draw-down y build-up: estimación de transmisibilidad, daño y presión estática. Aplicación al modelado de acuíferos: método de Hurst-Van Everdingen. Soluciones numéricas de la ecuación de difusividad aplicando diferencias finitas. Métodos implícitos y explícitos, estabilidad. Simulación numérica del flujo monofásico de petróleo hacia un pozo.

### ***PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS I***

Equipos y herramientas. El equipo de torre rotativo (Perforación, Workover, Pulling). Columna perforadora. Elementos auxiliares. Trépanos. Fluidos de Perforación. Funciones. Clasificación. Propiedades de la inyección. Circuitos de inyección. Control de sólidos. Daño de formación. Origen. Litología. Tipos de daño. Migración de finos. Emulsiones. Fluidos de terminación. Depósitos en la formación y/o tubing. Prevención.

Perforación Rotativa. Parámetros. Paso y velocidad de rotación, velocidad jet. Entubación. Las cañerías de revestimiento (casing), clasificación. Programas de entubación, cálculo de la sarta de cañería. Instalaciones de la boca de pozo. Tubing. Tipos de aceros. Roscas. Normas. Resistencia tensión, compresión, presión interna y externa. Esfuerzos biaxiales. Movimientos durante maniobras. Planificación de las operaciones de perforación e intervención de pozos; estimación de recursos (humanos, tecnológicos y económicos).

### ***PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN YACIMIENTO***

Procesamiento de Gas Natural: objetivos y especificaciones. Componentes y contaminantes. Procesos y equipos. Captación y separación primaria. Compresión. Deshidratación. Plantas de Ajuste de Punto de Rocío. Recuperación de Gasolina. Estabilización de Gasolina y Condensado. Separación de Etano y GLP. Endulzamiento. Remoción de Mercurio. Estudio de Casos de Procesamiento de Gas Natural. Análisis de alternativas y optimización. Problemas operativos y acciones correctivas.

Tratamiento de Petróleo: objetivos y especificaciones. Emulsiones petróleo-agua. Plantas de tratamiento de crudo. Procesos y equipos. Deshidratación. Desalado. Estudio de Casos de Tratamiento de Petróleo. Análisis de alternativas y optimización. Problemas operativos y acciones correctivas.

Tratamiento de Agua de Formación: destinos y especificaciones. Plantas de tratamiento de agua. Sistemas cerrados y abiertos. Secuencia de tratamiento: primario, secundario, terciario, biológico. Productos químicos. Plantas de inyección de agua. Estudio de Casos de Tratamiento de Agua de Formación. Análisis de alternativas y optimización. Problemas operativos y acciones correctivas.

Efluentes líquidos y gaseosos de las plantas de procesamiento de hidrocarburos en yacimiento. Eficiencia energética. Huella de carbono.

Selección de los principales equipos de proceso: separadores, hornos, calentadores, intercambiadores de calor, torres de destilación, torres de absorción, torres de adsorción, compresores, bombas, desaladores, tratadores térmicos, etc.

Seguridad de procesos. Identificación, análisis y evaluación de peligros y riesgos. Sistemas de gestión de seguridad de procesos.

### ***SUSTENTABILIDAD DE PROYECTOS DE HIDROCARBUROS***

Formulación y gestión de los aspectos claves de sostenibilidad de un proyecto de hidrocarburos, aplicados a casos específicos.

Sistemas de gestión: diseño, implementación, supervisión y control.

Aspectos Legales: Diseño y jerarquía constitucional. Conjunto de derechos y garantías. Sistema de Derechos Humanos. Organización institucional del poder en Argentina. División de poderes. Régimen jurídico de los hidrocarburos. Concesiones de exploración y explotación. Programas de estímulo. Lineamientos para un Plan de Transición Energética. Contrataciones de obra, suministros y servicios. Derecho del trabajo, comercial y arbitral. Ejercicio profesional de la Ingeniería en Petróleo

Aspectos Ambientales: Introducción al medio ambiente y a la ecología. Ecosistemas. Marco normativo de protección ambiental. Distribución de competencias entre Nación, provincias y municipios. Prevención y remediación de la contaminación. Gestión de residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas. Desarrollos económico y tecnológico; sustentabilidad. Modelos de Desarrollo. Conferencias globales ambientales. Cambio climático. Descarbonización. Eficiencia Energética. Impactos socioambientales. Gestión del riesgo, vulnerabilidad social. Riesgos emergentes. Sistemas de Gestión Ambiental.

Aspectos Económicos: Evaluación económica. Diferentes etapas. Estudio de mercado. Precios y actores. Cálculo del valor de un área. Ciclo de vida de un proyecto hidrocarburífero. Estudio de escenarios. Ecuación de flujo de caja. Inversiones, costos operativos. Aspectos impositivos y financieros. Identificación de actores relevantes del camino crítico de un proyecto de hidrocarburos. Incidencia de las políticas públicas y de la regulación sectorial.

### ***INTERPRETACIÓN DE REGISTROS DE POZOS***

Principios y aplicaciones de Registros de Pozos. Objetivos. Propiedades petrofísicas. Adquisición de Datos. Directos: Ensayos petrofísicos de laboratorio básicos y especiales con su aplicación en la interpretación de las propiedades petrofísicas. Indirectos: Perfiles a pozo abierto, entubado y durante la perforación. Registros eléctricos, radioactivos, acústicos, resonancia magnética, imágenes de pozo y evaluadores de formación.

Interpretación de perfiles (datos indirectos). Carga, edición, normalización y correcciones ambientales. Modelos de arcillosidad, de porosidad, saturación de fluidos y permeabilidad.

Ajuste de los modelos de propiedades petrofísicas con datos directos.

Determinación de espesores, cut-offs y cálculo de volúmenes in situ para estimación de recursos.

### ***PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS II***

Régimen de flujo, velocidad anular, caudales. Interrelación de los parámetros hidráulicos y su influencia sobre la perforación. Optimización de la perforación. Distribución de la energía consumida. Cementaciones primarias. Diseño de lechadas, aditivos, cálculo de una cementación. Cementaciones múltiples. Cementación correctiva, aislaciones auxiliares. Obturación de capas. Cementaciones a presión. Otros tipos de obturación.

Casos Especiales de la Perforación. Presiones anormales. Surgencias y su control. Sistemas de seguridad de boca de pozo. Pérdidas de circulación, materiales obturantes. Perforación neumática. "Underbalance". "Coil tubing". Pescas a pozo abierto y entubado. Aprisionamientos.

Perforación Direccional. Objetivos. Métodos y herramientas. Instrumental: magnéticos, giroscópicos, MWD. Pozos de alto ángulo. Perforación horizontal. Perforación en el mar. Equipos utilizados, plataformas, tipos y usos. Acondicionamiento de la boca de pozo. Elementos de seguridad.

Terminación de pozos. Perfilaje a pozo entubado. Perfiles de correlación, de evaluación de aislación, de evaluación de fluidos y de corrosión. Punzados. Tipos de cargas. Punzado con tubing. Abandono de pozos.

Empaquetadores. Elementos. Tipos. Conjunto empaquetador - tubing. Movimientos. Cálculo hidráulico. Tapones permanentes y recuperables.

Seguridad en las operaciones de perforación e intervención de pozos. Análisis de riesgos. Planes de contingencia. Acciones correctivas.

### ***PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS***

La etapa de producción en un yacimiento de petróleo. Sistemas de producción asociados al petróleo y al gas. Aspectos sobresalientes de la operación offshore y onshore y particularidades de la trayectoria tecnológica de los no convencionales. La extracción de fluidos y la Ingeniería de Producción. Pronósticos de producción, la IPR, curvas de declinación y ensayos de pozo. Control de la producción.

Análisis nodal. La surgencia natural y los sistemas de extracción. Principio de funcionamiento y procesos de diseño – Gas Lift, Plunger Lift, Bombeo Mecánico, Bombeo Electrosumergible, Bombeo de Cavidades Progresivas -. Intervención de pozos e indicadores de performance. Nuevas tecnologías aplicadas a producción (Industria 4.0 y Data Science). Sustentabilidad y transición energética.

### ***PROYECTO DE INSTALACIONES DE SUPERFICIE***

Desarrollo de un Proyecto de Instalaciones de Superficie, a partir de los datos de producción de un yacimiento para distintos escenarios del desarrollo del yacimiento. Selección de las unidades de Procesamiento. Interconexiones. Sistemas Auxiliares. Offsites (agua de incendio, sistema de antorcha, tratamiento de efluentes, almacenamiento). Diseño de sistemas de seguridad, control y supervisión. Selección de equipos para los Sistemas Auxiliares y los Offsites.

Funcionamiento y selección de Máquinas Térmicas: turbinas a gas, turbinas a vapor, motores de combustión interna.

Metodologías de Gerenciamiento de un Proyecto. Sistemas de Gestión de Proyectos: etapas de un proyecto, organización, plan de ejecución, planificación, camino crítico, estimación de costos y tiempos. Estimación de recursos (humanos, materiales, tecnológicos y económicos). Control de Gestión.

Modelos de contratación (EPC, EPF, EPCm, PMC, etc.). Gerenciamiento de la Calidad.

Salud ocupacional. Higiene Laboral. Seguridad Laboral. Control de riesgos. Prevención, investigación y análisis de accidentes de trabajo. Seguridad y protección contra incendios. Seguridad eléctrica.

Contaminación acústica. Normativa sobre niveles de ruido.

Legislación vigente. Acciones preventivas y mitigantes.

Etapas de la Ingeniería: Conceptual, Básica, de Detalle, Constructiva. Documentación de ingeniería: diagrama de bloques, diagramas de proceso (PFD), diagrama de cañerías e instrumentos (P&ID), lay out general, diagrama unifilar, diagramas lógicos, etc.

Normativas específicas para el diseño y la construcción (nacionales e internacionales).

Casos especiales: verificación y ampliación de instalaciones existentes.

## ***ESTIMULACIÓN DE FORMACIONES***

Selección del tipo de completación: el reservorio, la mineralogía, la permeabilidad, la geomecánica. Geomecánica de Reservorios. El campo de estrés tectónico. Módulo de Young. Relación de Poisson. Estimulaciones químicas. Reacciones de fluidos en diferentes litologías. Tipos de ácidos. Tensoactivos. Emulsiones. Inhibidores de corrosión. Tratamientos de matriz. Fracturación ácida. Fractura Hidráulica: Conductividad. Propiedades mecánicas. Modelos. Fluidos, químicos & Proppant. Punzados: Métodos de diagnóstico. Análisis de Parámetros. Variables de Fractura: Bombeos Previos. Monitoreo de Fractura: Microsísmica. Fibra Óptica. Diagnóstico de Fractura. PLT Producción. Trazadores. Cámaras. Pozos dirigidos y horizontales. Perfilaje. Terminación. Herramientas especiales. Estimulaciones. Seguridad en las operaciones de estimulación de pozos. Análisis de riesgos. Planes de contingencia. Acciones correctivas. Planificación de las operaciones de estimulación de pozos; estimación de recursos (humanos, materiales, tecnológicos y económicos).

## ***INGENIERÍA DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES***

Introducción general a Reservorios no convencionales: Definición, Clasificación. Geología de Reservorios "Shale & Tight" (S&T). Propiedades de los fluidos en poros nanométricos. Geomecánica de reservorios: propiedades mecánicas de las formaciones; esfuerzo; deformación, resistencia, estabilidad. Perforación y estimulación en S&T. Técnicas de modelado de productividad (DCA, RTA, etc.). Secuencia de desarrollo (estrategia de completación y espaciado entre pozos). Identificación, formulación y resolución de problemas relacionados a la exploración de reservorios S&T. Desarrollo factoría. Adquisición de datos, monitoreo y optimización. Manejo de Agua. Facilidades e Infraestructura. Cálculo de Reservas en S&T. Los reservorios no convencionales en Argentina y en el mundo: Principales actores, historia, niveles de inversión, cuantificación de recursos, niveles de producción, predicciones. Sustentabilidad de "Shale & Tight": Políticas ambientales. Impacto socioambiental.

## ***RECUPERACIÓN SECUNDARIA Y ASISTIDA DE PETRÓLEO***

Definición de Recuperación Secundaria, Improved Oil Recovery (IOR) y Enhanced Oil Recovery (EOR). Situación actual en la Argentina y en el mundo. Mantenimiento y estimación de las reservas. Flujo bifásico incompresible. Soluciones analíticas: Buckley-Leverett y Welge. Métodos gráficos. Eficiencia Vertical y Areal. Modelos matemáticos de estimación de la producción (Modelo CGM, Curva característica, Modelo Capacitivo-Resistivo, Simulación numérica). Calidad de agua de inyección en pozos. Daño de Formación. Desarrollo de proyectos de recuperación secundaria. Inundación con Polímeros. Mecanismos físicos que determinan la recuperación. Cálculo del petróleo recuperable. Soluciones analíticas, gráficas y numéricas. Otros métodos de recuperación mejorada (Químicos / Térmicos / Gas).

## ***INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS***

Refinación del petróleo. Productos y derivados. Especificaciones. Destilación atmosférica y al vacío. Procesos de mejora de calidad de derivados. Procesos de aumento de conversión. Producción de

especialidades. Aceites Lubricantes. Cálculos y análisis de optimización general de los procesos de una refinería.

Petroquímica. Productos y procesos más importantes. El gas natural como materia prima básica petroquímica.

Gas Natural Licuado. Cadena de valor. Procesos de licuefacción, de transporte y de vaporización.

Aspectos económicos de la industrialización de los hidrocarburos. Mercados nacionales e internacionales. Regulaciones. Localización y características de las refinerías y de las plantas petroquímicas y de GNL en Argentina.

Impactos ambientales y sociales de la industrialización de los hidrocarburos. Eficiencia energética. Huella de Carbono.

### ***TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS***

Diseño de oleoductos, poliductos. Aplicación de nociones de transporte de fluidos incompresibles. Selección de materiales. Cálculo del diámetro óptimo. Transferencia térmica. Estaciones de bombeo: diseño básico y selección de equipos. Análisis económico. Normas aplicables. Problemas operativos.

Diseño de gasoductos. Aplicación de nociones de transporte de fluidos compresibles. Selección de materiales. Cálculo del diámetro óptimo. Transferencia térmica. Estaciones compresoras: diseño básico y selección de equipos. Análisis económico. Normas aplicables. Problemas operativos.

Distribución de combustibles líquidos. Distribución de gas natural: estaciones de regulación y medición; redes de distribución. Normas aplicables.

Casos especiales: Gas Natural Comprimido; Gas Natural Licuado; transporte por carreteras y marítimo.

Transporte y distribución de hidrocarburos en Argentina y en la región.

### ***TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE ING EN PETRÓLEO***

Desarrollo de un Proyecto de Yacimiento de Hidrocarburos, integrando los distintos conocimientos aportados por la carrera, preferentemente en relación con contextos reales (organizaciones sociales, organismos del Estado, empresas, laboratorios, etc);contemplando todas las dimensiones que sean relevantes para la situación abordada con una perspectiva de sustentabilidad económica, social y ambiental. Puesta en práctica y desarrollo de habilidades, capacidades y competencias genéricas y específicas de la profesión y del perfil del Ingeniero/a en Petróleo de la UBA.

A los efectos de planificar convenientemente el Trabajo Integrador Final, el mismo se divide en dos asignaturas: Trabajo Integrador Final I y Trabajo Integrador Final II.

### ***Trabajo Integrador Final de Ingeniería en Petróleo I***

Bases para el desarrollo de un Proyecto de un Yacimiento de Hidrocarburos específicamente orientado a la conceptualización, evaluación y ejecución del Desarrollo del Yacimiento, incluyendo la caracterización geológica, los estudios geofísicos, los pozos exploratorios, de avanzada y de desarrollo, la estimación de recursos y reservas, los planes de desarrollo, los pronósticos de producción y declinación y los cálculos económicos asociados. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones.

## **Trabajo Integrador Final de Ingeniería en Petróleo II**

Desarrollo y profundización del Proyecto del Yacimiento de Hidrocarburos planteado en el Trabajo Integrador Final I según la metodología por la que hayan optado:

- Trabajo Profesional: desarrollo de detalle de un aspecto de alguna fase del Proyecto objeto del Trabajo Integrador Final I (Exploración, Perforación, Reservorios, Producción, Instalaciones de Superficie, etc.) incluyendo: relevamiento de necesidades; identificación y formulación de problemas de ingeniería; búsqueda creativa de soluciones y selección criteriosa de la alternativa más adecuada; diseño de la solución tecnológica, incluyendo la consideración de las distintas dimensiones (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico; planificación de la resolución, incorporando a las personas, grupos o comunidades involucrados y/o afectados cuando corresponda; previsión de mecanismos alternativos para minimizar, mitigar o remediar los impactos eventuales; seguimiento, evaluación y control del proceso de ejecución; elaboración de documentaciones y comunicación de recomendaciones.
- Tesis: investigación de un tema específico que haya surgido en el desarrollo del Trabajo Integrador Final I. Enfoques teórico-epistemológicos y metodológicos de la investigación y desarrollo en el campo de estudio. Desarrollo de las distintas etapas del proceso investigativo: estado actual del conocimiento; plan de investigación; conceptos teóricos involucrados; metodologías de recolección y análisis de datos; interpretación de resultados; elaboración de conclusiones; reconocimiento del impacto potencial del resultado. Escritura académica-científica (informes de investigación, ponencias y trabajos científicos).

## **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

### ***MODELADO DE RESERVORIOS***

Introducción a la caracterización y modelado de reservorios. Modelos de Yacimiento: geológico, petrofísico, de fluidos. Modelo dinámico: simulador numérico. Ecuaciones diferenciales de flujo en reservorios. Modelos composicional y Black-Oil. Flujo monofásico: resolución mediante diferencias finitas, formulaciones implícita y explícita, conceptos de consistencia, estabilidad y convergencia. Flujo multifásico: métodos de resolución de problemas no lineales. Evaluación de las transmisibilidades. Aplicación al flujo bifásico incompresible agua-petróleo.

Etapas del proceso de simulación: 1) recolección de datos; 2) ajuste de la historia de producción, 3) predicción; 4) análisis de incertidumbre. Aplicaciones a casos de campo usando un simulador numérico comercial o de dominio público.

### ***MÉTODOS EOR PARA RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO***

Definición de Enhanced Oil Recovery (EOR). Situación actual en el mundo. Mantenimiento de las reservas y necesidad de la aplicación de EOR. Flujo a través de medios porosos. Desplazamiento en sistemas lineales. Comportamiento de Fase. Inundación con Polímeros. Inundación Micelar Polimérica. Definición y características del proceso. Inundación con Espuma. Inundación Alcalina. Métodos Térmicos. Ecuación de la Energía. Soluciones analíticas a casos sencillos. Estimulación con vapor: etapas de inyección, cierre y producción; modelos matemáticos simplificados; estimación del

petróleo recuperable. Barrido continuo con vapor, avance del frente de vapor, soluciones analíticas, estimación del petróleo recuperable. Inundación con Solventes. Definición del proceso. Comportamiento de fase. Inundación con CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>. Condiciones de miscibilidad Experiencias de laboratorio. Resultados de campo. Condiciones favorables (screening criteria).

### ***EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN OFFSHORE***

Introducción e historia de la industria Offshore.

Fases del desarrollo de un proyecto offshore. Riesgos y desafíos. Análisis económico e ítems críticos.

Aspectos ambientales

Geología & geofísica de desarrollos Offshore. Exploración Costa Afuera

Perforación y completación de pozos. Plataformas de perforación. Tipos. Selección de equipos.

Ingeniería y proceso de perforación offshore. Control de barros y sólidos. BOP.

Sistemas de producción. Tipos. Selección. Estructuras fijas de producción. Sistemas flotantes (TLPs / Spars / Semis / FPSOs, etc.). Sistemas Submarinos.

Topsides. Tratamiento. Reinyección de agua y gas. Estrategias de construcción. Gestión de efluentes.

Sistemas de control. Sistemas de seguridad

Líneas de producción, risers y umbilicales (URF)

Embarcaciones de soporte / ROVs

El desarrollo Offshore en el Mundo y en Argentina. El Offshore y la Transición Energética. Avances tecnológicos.

### ***INTRODUCCIÓN A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA***

Introducción a la problemática del calentamiento global. Trilema energético. Energías renovables y no renovables. Concepto de emisiones, evolución histórica y acuerdos internacionales. Escenarios de Transición Energética y acciones asociadas. El rol de la Argentina en la Transición Energética global. Recursos clave de Argentina. El rol del Gas Natural. Introducción a mercados energéticos y su regulación. Costos de la energía y su almacenamiento. Programas de incentivos y su impacto. Créditos de Carbono

### ***ENERGÍAS RENOVABLES***

Introducción a las energías renovables. Recurso solar. Energía solar fotovoltaica y térmica. Recurso eólico. Energía Eólica. Energía hidráulica. Energía geotérmica. Energías de los océanos. Energía de la biomasa. Generación Distribuida.

### ***USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA***

Introducción al Uso Eficiente de la Energía. Los sistemas energéticos y contabilidad de la energía. Economía del uso eficiente de la energía eléctrica. Tecnologías para el uso eficiente de la energía eléctrica. Eficiencia en el transporte. Eficiencia en la climatización ambiental. Evaluación del potencial de ahorro de energía. Eficiencia Energética en Edificios. Eficiencia Energética en el sector Industrial. Auditorías y mediciones para la estimación del consumo por usos finales. Barreras al UREE y Programas para promover el UREE.

### **FUENTES CONVENCIONALES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

Energía Térmica Nuclear. Energía Hidráulica de gran porte. Producción de Hidrocarburos. Generación eléctrica. Eficiencia en producción y generación. Las fuentes convencionales en los distintos escenarios de transición energética.

### **TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

Tecnologías de almacenamiento. Litio. Hidrógeno. Movilidad Eléctrica. Smart Grid. Nuevas tecnologías.

### **GERENCIAMIENTO DE LA CALIDAD**

Calidad y su administración. Calidad en la organización. Organización y funciones del área. Calidad en el diseño. Necesidades y expectativas del cliente. Herramientas para el diseño y control. Calidad en las compras. Desarrollo de proveedores. Control de insumos. Norma IRAM15. Calidad en la fabricación. Etapas finales y postventa. Costos de Calidad. Motivación y Capacitación para la Calidad. Calidad total. Mejora continua. Lean Thinking. Mapeo de la cadena de valor. La mejora continua apalancada en el valor para hacer más eficiente el negocio. Normalización para la calidad. ISO 9000 e ISO 9004. OAA. Auditorías al sistema de calidad. ISO 19011. Las comunicaciones en la organización. Organizaciones de servicio.

### **CAPITAL HUMANO Y COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL**

Individuo, grupo y organización. Comunicación. Principios y axiomas de la comunicación. Motivación. Factores intrínsecos y extrínsecos. Maslow. Herzberg. Teoría X y Teoría Y. Schumpeter y la Innovación. Cultura. El concepto de personalidad de la empresa. Rol estratégico del área de RRHH. Estrategias de RRHH. Competencias y capacidades individuales y organizacionales. Planeamiento de la fuerza laboral acorde a la estrategia de negocio. Posiciones A, B y C. Talento. Capacidad, compromiso y contribución. Funciones de RRHH: selección, relaciones laborales, comunicación y liderazgo, compensaciones. Relaciones laborales. Manejo de conflictos laborales. Relación con sindicatos. Derechos del empleado y del empleador. Ley de Contrato de Trabajo. Oferta y demanda laboral, incentivos para la continuidad en una empresa y la rotación; diferencia de propuestas laborales y profesionales entre grandes empresas internacionales, nacionales, mundo Pyme y emprendimientos nacientes, sistemas de incentivos, remuneraciones y stock options en estos últimos casos. Trabajo remoto, presencial y combinado, evolución.

### **COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS**

Fundamentos de comercialización. Proceso de Administración de Marketing. Necesidades, deseos, demandas, productos. Decisión de compra. Planeación estratégica y planeación de mercadotecnia. Misión, objetivos y metas. Cartera de negocios. Estrategias. Plan de comercialización. Presupuesto de marketing. Investigación de mercado. Segmentación y selección de mercado. Posicionamiento. Posicionamiento real y deseado. Posicionamiento corporativo y de marca. Variables y valores. Oportunidades de mercado. Productos, marcas, empaque: Producto básico real y aumentado. Clasificación de productos. Marcas. Adopción de marcas. Empaque. Etiquetas. Servicio al cliente. Líneas de productos. Productos nuevos. Ciclo de vida de los productos. Canales de distribución. Diseño y administración. Marketing Directo. Fijación de precios. Comunicación: Publicidad, Promoción. Audiencia meta. Desarrollo de una campaña publicitaria. Marketing de Servicios.

Mercados institucionales. E-commerce, evolución de los sistemas logísticos y de comercialización, modelos B2C y B2B, relación directa entre cliente y proveedor y su conexión en tiempo real.

### ***EMPRENDIMIENTOS EN INGENIERÍA***

Herramientas para favorecer la preparación de profesionales en el ambiente emprendedor, que les permita comenzar un emprendimiento o formar parte de un proyecto naciente. Creación de valor. Metodología "lean start-up" y "design thinking". Metodología "jobs to be done" y "demand side sales". Finanzas. Marketing. Ventas. Entrega de valor. Negocios con impacto.

### ***INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL***

Teoría de juegos. Búsqueda. Regresión, clasificación y clusterización.  
Redes Bayesianas. Clasificador Bayesiano. Naive Bayes. Máxima verosimilitud.  
Algoritmos de maximización de la Esperanza-(EM)

### ***ANÁLISIS DE DATOS***

Análisis estadístico de datos numéricos y categóricos. Técnicas de visualización de datos. Variables aleatorias y teoría de la información.  
Datos e ingeniería de características. Test estadísticos univariados. Test estadísticos multivariados. Reducción de la dimensión. Análisis de componentes principales

### ***APRENDIZAJE DE MÁQUINA***

Datos. Entrenamiento, validación y testeo. Validación cruzada. Métricas. Evaluación. Regresión y clasificación. Aprendizaje supervisado.  
Árboles de decisión. kNN. Redes neuronales. Espacios en dimensión reducida. Aprendizaje no supervisado. Clusterización. k-Means.

### ***APRENDIZAJE DE MÁQUINA PROFUNDO***

Clasificación binaria. Regresión. Gradiente descendente. Gradiente descendente estocástico. Vectorización. Funciones de activación.  
Propagación de error. Niveles. Bloques básicos. Redes neuronales convulsionales y visión artificial. Mecanismos de atención. Modelos generativos profundos  
Aprendizaje por refuerzo profundo

### ***INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN***

Machine Learning para la predicción de la porosidad.  
Redes Neuronales Convulsionales para la predicción de permeabilidad.  
Clasificación automática de Facies con Machine Learning.  
Evaluación y preprocesamiento de datos de sísmicas.  
Machine Learning en la detección de propiedades físicas de las rocas sedimentarias.  
Interpretación estratigráfica mediante lógica difusas.  
Uso de Machine Learning en el modelado de reservorios.  
Análisis de curva de declive (DCA) con Deep Learning.  
Machine Learning en la mejora de recuperación de los hidrocarburos.

#### **14. RÉGIMEN DE TRANSICIÓN ENTRE PLANES**

El plan de estudios propuesto entrará en vigencia el cuatrimestre inmediatamente posterior a su aprobación por el Consejo Superior. El plan 2015 tendrá vigencia durante un periodo de 11 (once) cuatrimestres contados a partir del cuatrimestre siguiente a la aprobación del Consejo Superior.

La incorporación de los estudiantes al nuevo plan de estudios o la permanencia en el plan anterior se ajustará a lo siguiente:

a. Los/las ingresantes al CBC en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudio.

b. Los/las ingresantes al segundo ciclo de la carrera en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, que cumplan con lo establecido en la RESCS 2022-1721-E-UBA-REC con las excepciones establecidas en los artículos 2 y 3, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios.

c. Los/las estudiantes no incluidos en los puntos a. y b. podrán optar por pasar al nuevo plan o permanecer en el plan actual.

c.1. Los/las estudiantes que opten por permanecer en el plan vigente deberán optar mediante nota escrita presentada en Dirección de Alumnos en un periodo no mayor a un (1) año a partir de la sanción de la presente resolución. Hecha la opción por continuar en dicho plan, deberán concluir los estudios antes de la finalización del plazo previsto en el primer párrafo de este apartado. Los estudiantes que no hayan cumplido los requisitos previstos durante dicho plazo, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios conforme la tabla de equivalencias que se fija en el cuadro siguiente.

c.2. Los/las estudiantes que opten por pasar al nuevo plan a partir de su entrada en vigencia deberán solicitar el pase de plan por nota dirigida a la Dirección de Alumnos y se les reconocerán las equivalencias incluidas en la siguiente Tabla. De acuerdo a las funciones establecidas para las Comisiones Curriculares, éstas analizarán las trayectorias académicas de los/las estudiantes en casos particulares no contemplados en dicha Tabla de equivalencias.

**Tabla de equivalencias con el Plan vigente**

Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2015			
ASIGNATURA	CRÉDITOS	O/E	CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDITOS	O/E
CBC IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis A, Física, Pensamiento Computacional	38	0	24 - 40 - 62 - 66 - 03 - 05	CBC: IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis A, Física, Química	38	0
ANÁLISIS MATEMÁTICO II	8	0	81.01	ANÁLISIS MATEMÁTICO II	8	0
FÍSICA DE LOS SISTEMAS DE PARTÍCULAS	6	0	82.01	FÍSICA I	8	0
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA EN PETRÓLEO	6	0	79.01	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA EN PETRÓLEO +	2	0
			87.13	MEDIOS DE REPRESENTACIÓN	4	0
ÁLGEBRA LINEAL	8	0	81.02	ÁLGEBRA II	8	0
			95.01	COMPUTACIÓN	4	0
GEOLOGÍA GENERAL	6	0	70.40	GEOLOGÍA APLICADA	4	0
QUÍMICA BÁSICA	6	0	83.01	QUÍMICA	6	0
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	6	0	62.04	FÍSICA II B	6	0
FLUIDODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	0	89.17	MECÁNICA DE FLUIDOS	6	0

Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2015			
ASIGNATURA	CRÉDITOS	O/E	CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDITOS	O/E
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	6	0	81.04	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA B	6	0
QUÍMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	0	83.04	QUÍMICA DEL PETRÓLEO	6	0
INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE DATOS	3	0	-	-	-	-
ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN	6	0	91.19	INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA Y LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	4	0
GEOFÍSICA	4	0	79.06	GEOFÍSICA DEL PETRÓLEO	4	0
MODELACIÓN NUMÉRICA	4	0	95.13	MÉTODOS MATEMÁTICOS Y NUMÉRICOS	6	0
TERMODINÁMICA DE LOS HIDROCARBUROS	6	0	76.65	TERMODINÁMICA APLICADA A LOS PROCESOS PETROLEROS	6	0
ELECTROTECNIA, MÁQUINAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	6	0	85.39	ELECTROTECNIA P +	4	0
			85.40	MÁQUINAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	6	0
ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES	6	0	84.05	ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES	6	0
GEOLOGÍA DE LOS HIDROCARBUROS	6	0	79.05	GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO	4	0
PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS DE RESERVORIOS	6	0	79.18	PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS DE RESERVORIOS	6	0
INGENIERÍA DE RESERVORIOS	8	0	79.22	SIMULACIÓN NUMÉRICA DE RESERVORIOS +	6	0

			79.19	INGENIERÍA DE RESERVORIOS	6	0
PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS I	4	0	79.02	PERFORACIÓN DE POZOS I +	4	0
			79.03	TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS I	4	0
PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN YACIMIENTO	6	0	79.09	GAS Y CONDENSADOS	4	0
SUSTENTABILIDAD DE PROYECTOS DE HIDROCARBUROS	8	0	91.45	LEGISLACIÓN Y EJERCICIO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO +	4	0
			97.08	GESTIÓN AMBIENTAL PARA INGENIERÍA EN PETRÓLEO +	6	0
			79.13	EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN INGENIERÍA EN PETRÓLEO	6	0
INTERPRETACIÓN DE REGISTRO DE POZOS	4	0	79.04	INTERPRETACIÓN DE REGISTRO DE POZOS	8	0
PERFORACIÓN E INTERVENCIÓN DE POZOS II	4	0	79.07	PERFORACIÓN DE POZOS II	4	0
PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS	4	0	79.12	PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO	4	0
PROYECTO DE INSTALACIONES DE SUPERFICIE	8	0	79.15	INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN +	4	0
			87.17	MÁQUINAS TÉRMICAS +	4	0
			77.01	HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	4	0
ESTIMULACIÓN DE FORMACIONES	4	0	79.11	TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS II	4	0
INGENIERÍA DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES	4	0	79.08	INGENIERÍA DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES +	4	0

			79.20	ENSAYOS DE POZO	4	O
RECUPERACIÓN SECUNDARIA Y ASISTIDA DE PETRÓLEO	4	O	79.21	RECUPERACIÓN SECUNDARIA Y ASISTIDA DE PETRÓLEO	6	O
TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO I	4	O	79.10	DESARROLLO DE YACIMIENTOS	6	O
INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS	4	O	79.23	INDUSTRIALIZACIÓN DEL PETRÓLEO Y DEL GAS	4	O
TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS	4	O	89.19	TRANSPORTE DE FLUIDOS POR TUBERÍAS	6	E
TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO I +	4	O	79.99	TRABAJO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO	14/18	O
TRABAJO INTEGRADOR FINAL DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO II	8	O	79.00	TESIS DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO		O
ELECTIVAS	3	E	79.24	TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	3	O
ELECTIVAS	3	E	91.44	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PROFESIONAL	3	O
ELECTIVAS	6	E	67.58	INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS	6	E
ELECTIVAS	4	E	79.16	INTEGRIDAD Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN	4	E
ELECTIVAS	4	E	79.17	CARACTERIZACIÓN Y MODELADO DE RESERVORIOS	4	E
ELECTIVAS	4	E	79.26	ENERGÍA Y CIVILIZACIÓN	4	E
ELECTIVAS	6	E	81.05	ANÁLISIS MATEMÁTICO III A	6	E

ELECTIVAS	4	E	82.07	FÍSICA III B	4	E
ELECTIVAS	6	E	92.01	MATERIALES INDUSTRIALES I	6	E
INGLÉS	Req	O	Req	INGLÉS	Req	O

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.01 Física I del plan 2015.

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.02 Física II del plan 2015.

DICTAMEN N°5229

VISTO

La RESCS-2023-641-UBA-REC (Capítulo A CÓDIGO.UBA I-18) que establece las normas para la gestión de creación y modificación de planes de estudio de grado en la Universidad de Buenos Aires.

La RESCS-2019-1716-UBA-REC (Capítulo B CÓDIGO.UBA I-1) que establece las normas correspondientes al Título académico de "Bachiller Universitario" en las carreras de grado de esta Universidad.

La RESCD-2018-1235--UBA-DCT\_FI que genera el Programa Plan 2020 con vistas a la actualización de la oferta educativa frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería.

La RESCD-2021-77-UBA-DCT\_FI que establece el Marco Curricular de los Planes de Estudio de las Carreras de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La RESCD-2021-78-UBA-DCT\_FI que aprueba las Asignaturas y Requisitos Comunes a las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La Resolución ME 1254/2018 Anexo IV, que norma las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación de Ingeniería Civil.

La Resolución ME 1549/2021 que aprueba los estándares para la carrera de Ingeniería Civil.

CONSIDERANDO

Que la propuesta elevada por la Comisión Curricular de la carrera Ingeniería Civil cumple con las normativas correspondientes a la creación de nuevos planes de estudio de carreras vigentes.

Que el nuevo Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Civil permite que las graduadas y graduados cuenten con los saberes requeridos para el ejercicio profesional de acuerdo con lo establecido en las Actividades Reservadas al título.

Que en la elaboración de la propuesta se tuvieron presentes los requisitos ministeriales.

Que asimismo el presente Plan de Estudio responde a la normativa establecida por este Consejo Directivo para los planes de estudio de la FIUBA.

La opinión favorable de la Secretaría de Gestión Académica.

Los análisis realizados por la Secretaría de Planificación Académica y de Investigación.

Lo dispuesto por este Consejo Directivo en su sesión del 14 de septiembre de 2023 con XX votos afirmativos, de un total de XX consejeros presentes.

## EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

### Resuelve

Artículo 1.- Aprobar el Plan de Estudios de la Carrera Ingeniería Civil.

Artículo 2.- Solicitar al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires la aprobación del texto ordenado del Plan de Estudio de la Carrera Ingeniería Civil que figura como Anexo de la presente Resolución.

Artículo 3.- Regístrese. Comuníquese a la Dirección de Comunicación Institucional para su publicación en el sitio de Transparencia Institucional. Pase a la Secretaría de Planificación Académica de Investigación quien comunicará a la Secretaría de Gestión Académica, a las autoridades de la carrera y elevará a la Universidad de Buenos Aires para su consideración. Cumplido, archívese.

**ANEXO**

**TEXTO ORDENADO**

**DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La modificación del Plan de Estudio de la carrera INGENIERÍA CIVIL obedece a la necesidad de actualizar la oferta educativa de FIUBA frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería y la informática, según establece la Resolución Consejo Directivo N° 1235/18 que aprueba el proyecto denominado "Plan 2020". Éste contiene la estrategia académica general para las carreras de grado y posgrado de esta unidad académica con las definiciones estratégicas, políticas y reglas para la construcción de sus Planes de Estudio.

Entre las principales situaciones identificadas y a contemplar en las acciones del Plan 2020, y la actualización de la oferta académica de grado como parte de éste, se encuentran:

1. Carreras con alta exigencia horaria y alargamiento en la duración real
2. Oportunidades de mejora en el diseño y desarrollo curricular.
3. Oportunidades de mejora en el CBC.
4. Dificultades en el primer tramo de las carreras.
5. Demanda de nuevos conocimientos y competencias tanto duras como blandas, en el marco de la llamada 4ta. Revolución Industrial.
6. Preocupación creciente por el Impacto Social y Ambiental de la Ingeniería.
7. Necesidad de que más mujeres estudien, se gradúen y se desarrollen profesionalmente en carreras de Ingeniería.
8. Desarrollo de la Internacionalización de la Educación Superior.
9. Nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería.
10. Oportunidades para mejorar la articulación entre la investigación-desarrollo y la docencia.

A partir de ello, y entendiendo la Educación Superior (ES) como bien público, el desafío de la discusión en torno a la currícula constituyó también una oportunidad para pensar integralmente cómo diseñar una herramienta que logre que un/a ingresante pase a ser un/a egresado/a con el perfil deseado, contribuyendo con ello al ejercicio efectivo de ese derecho.

La Facultad de Ingeniería abordó en consecuencia la revisión de los planes de estudio de sus carreras de grado para mejorar la oferta académica con vistas a:

- disminuir el tiempo de graduación y facilitar la disminución de la distancia entre el tiempo teórico y el real de cursado de las carreras, mejorando los trayectos académicos de las y los estudiantes;
- incorporar nuevas temáticas que la innovación y los cambios tecnológicos transforman en básicas para todas las carreras en el contexto presente y futuro, y que permiten dar respuesta a los requerimientos previsibles en el futuro cercano y adaptarse a los cambios que se sucedan;

- reforzar el desarrollo de capacidades centrales para los/as profesionales, tales como comunicación, desarrollo de relaciones interpersonales (con especial atención a las cuestiones de género y de no discriminación), creatividad, capacidades para la investigación y el desarrollo, y para el trabajo interdisciplinario;

-optimizar la articulación de la enseñanza entre las distintas carreras de grado, así como entre éstas y la enseñanza de posgrado y las actividades de investigación, extensión y transferencia que se realizan en la FIUBA y en la UBA en general;

- promover la internacionalización.

En el proceso iniciado se definió la necesidad de sostener características compartidas en la estructura curricular de las distintas carreras así como una base común en torno a las ciencias básicas, y establecer el otorgamiento de un título intermedio “Bachillerato Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Civil” en un todo de acuerdo a lo establecido en RES CS 1716/19.

La creación del Bachillerato Universitario responde a la necesidad de acreditar formalmente los saberes adquiridos por las y los estudiantes en sus primeros años universitarios, y de promover la terminalidad de los estudios de grado. Si bien este título no habilita para el ejercicio profesional supone un reconocimiento a quienes completaron un trayecto formativo y cuentan con capacidades académicas que les permite colaborar y realizar tareas de apoyo en proyectos y actividades de carácter científico, tecnológico e ingenieril.

Asimismo, la instauración del título de Bachiller Universitario busca facilitar el reconocimiento internacional de un primer tramo de los estudios superiores, de acuerdo con las tendencias que se vienen desarrollando en el campo de la educación superior. De este modo, se espera promover la internacionalización, favorecer la firma de acuerdos con Universidades prestigiosas de distintas partes del mundo, facilitar la continuidad del cursado en el exterior y promover acuerdos de doble titulación.

En la búsqueda de los objetivos planteados en el proceso Plan 2020 se generaron además criterios para la redefinición de la carga horaria total de la carrera, su duración en cuatrimestres y la consideración de la carga horaria semanal propuesta. Se estableció la incorporación de por lo menos tres instancias (inicial, intermedia y final) de trabajo sobre proyectos y las características de la oferta de electivas y optativas. La modificación del Plan de Estudio de la carrera INGENIERÍA CIVIL responde a estas consignas establecidas por el Consejo Directivo.

Por otro lado, las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación Ingeniería Civil fueron redefinidas por Resolución ME 1254/2018 Anexo IV. Asimismo, y a propuesta del CONFEDI, fueron aprobados los nuevos estándares para las carreras de ingeniería e informática correspondiendo a la carrera los establecidos en la Resolución ME 1549/2021.

La modificación del Plan de Estudio de la carrera INGENIERÍA CIVIL se adecua a lo establecido en esas Resoluciones Ministeriales.

A partir de estos cambios y en función de los objetivos y pautas definidas en el marco del Plan 2020, la carrera redefinió contenidos obligatorios, electivos y optativos, cargas horarias asociadas, su organización en asignaturas, su articulación y correlatividades modificando la carga horaria total y la

duración teórica real, de 4720 a 4016 hs distribuidas en 11 cuatrimestres. Con esta modificación, la carga horaria por asignatura no supera los 8 créditos, correspondiendo a ello una carga horaria semanal de clase no mayor a 8 horas. Asimismo la carga horaria semanal promedio no supera 26 créditos por cuatrimestre.

## 2. DENOMINACIÓN DE LA CARRERA Y DEL TÍTULO

Denominación de la carrera: INGENIERÍA CIVIL

El título otorgado es el de INGENIERO/A CIVIL

La carrera otorga el título intermedio de **Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Civil** cuyas características y requisitos se desarrollan en el punto 11 de este documento.

## 3. MODALIDAD DE ENSEÑANZA

La modalidad de la carrera es presencial.

## 4. REQUISITOS CONDICIONES DE INGRESO

Para ingresar en la carrera, el/la estudiante deberá contar con el nivel secundario o equivalente completo o, en su defecto, cumplir con las condiciones establecidas por el Consejo Superior para los/as mayores de 25 años que no los hubieran aprobado.

## 5. OBJETIVOS

En el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), la FIUBA se propone formar profesionales de alta calidad académica, con conocimientos sólidos y actualizados, y con visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

Los/as profesionales FIUBA contarán con conocimientos teóricos, habilidades experimentales y procedimentales, conocimiento de criterios y reglas de procedimiento, capacidades de razonamiento y resolución de problemas de acuerdo con las reglas específicas de la profesión. Además, serán capaces de manejar las herramientas y habilidades propias del hacer investigativo que contribuyen al desarrollo tecnológico.

Entre las competencias que la FIUBA se propone desarrollar en sus estudiantes, cabe señalar: espíritu emprendedor, y orientación a la acción y la prueba en entornos colaborativos y de alta incertidumbre; creatividad e innovación; interdisciplinarietà, habilidades para trabajar en grupos heterogéneos con profesionales de otras disciplinas para lograr un objetivo común en un marco de requerimiento de competencias y conocimientos diversos y complejos que exceden los propios de una carrera; trabajo en equipo y capacidad de liderazgo respetuoso y no discriminatorio; ética,

compromiso político y responsabilidad social, incluyendo la capacidad de evaluar el impacto económico, social y ambiental a nivel local y global de cualquiera de las acciones tomadas a nivel técnico; conciencia ambiental, compromiso con la preservación, la mejora, el desarrollo y la regeneración de los elementos que integran el ambiente, el comportamiento respetuoso y generoso hacia el mismo y los conocimientos para evitar o minimizar los impactos reales o potenciales de los diseños y desarrollos tecnológicos y de su desempeño profesional y personal en el ambiente con una visión sostenible; conciencia social, compromiso para encarar de manera adecuada las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos; gestión de proyectos tanto de organización industrial o de obras como de desarrollo tecnológico y la gestión del cambio; habilidades científicas y tecnológicas generales; y habilidades lingüísticas, capacidad de comunicarse en forma oral y escrita de manera adecuada tanto en español como en inglés.

El objetivo de la Carrera INGENIERÍA CIVIL es formar profesionales graduados/as que contarán con los conocimientos científicos y técnicos requeridos para asumir con idoneidad y responsabilidad cívica, social y ambiental el amplio espectro de actividades vinculadas con:

El Diseño, Proyecto, Cálculo, Planificación, Dirección, Construcción, Mantenimiento, Verificación, Inspección, Auditoría y Certificación de las obras de infraestructura del país, en lo Civil, Hidráulica, y de Transporte.

## **6. PERFIL DEL GRADUADO**

El perfil del graduado/a FIUBA se establece en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06), y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18).

El Ingeniero Civil que egrese de la FIUBA será capaz de trabajar en equipos transdisciplinarios, en los distintos aspectos que involucran las obras de Infraestructura, de vivienda o de servicios. Tendrá una sólida formación en ciencias básicas y un amplio conocimiento de tecnologías aplicadas. Esta combinación, le dará la capacidad de enfrentar y resolver por sí mismo o en equipo, según la envergadura de la obra, los nuevos problemas y desafíos que se le presenten en la vida profesional. Será un ingeniero generalista, pero consciente de la importancia de la formación continua, de la especialización requerida en la ingeniería civil y del cuidado del ambiente. Podrá trabajar en estudios o empresas del sector, preparando proyectos, controlando, inspeccionando y auditando los mismos, pero también estará capacitado para desarrollarse en ámbitos de investigación científica. Tendrá capacidades para gestionar y dirigir proyectos de Infraestructura que aporten al desarrollo económico y social del país y para integrarse a los equipos de trabajo ministeriales, aportando una mirada técnica a las decisiones estratégicas en el desarrollo de las infraestructuras del país.

Este perfil se encuadra en los establecido por la FIUBA para sus graduados/as: serán profesionales de excelencia, capaces de desenvolverse profesionalmente de manera satisfactoria en distintos ámbitos y contextos: integrando organizaciones públicas o privadas, en actividades de investigación y desarrollo, en consultoría, desarrollando emprendimientos, entre otras actividades posibles.

Entre los rasgos que caracterizan a una persona graduada en FIUBA se pueden mencionar:

- Formación académica (científica y tecnológica) y profesional sólida y actualizada que le permita interpretar y procesar los cambios de paradigmas, extender la frontera del conocimiento e intervenir en las políticas públicas.
- Competencia para seleccionar y utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas propias de su carrera, tanto para la actividad profesional de excelencia como para iniciarse en la docencia, la investigación y el desarrollo.
- Capacidad de diseñar, planificar, realizar, evaluar, mejorar y gestionar proyectos, y de generar e implementar soluciones a problemas profesionales complejos de naturaleza tecnológica, que sean acordes a los requerimientos del mundo actual y a las necesidades de la sociedad y del país, que les permita contribuir al desarrollo económico, ambiental y social con una perspectiva de accesibilidad y sustentabilidad.
- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.
- Competencias para desempeñarse con creatividad, emprendedorismo y espíritu crítico, integrando y liderando equipos transdisciplinarios.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo y el desarrollo profesional en contextos de cambios sociales y tecnológicos.
- Competencias comunicacionales para desempeñarse en contextos interdisciplinarios, interculturales e internacionales; en redes virtuales y en dinámicas de trabajo grupal; utilizando tanto el español como el inglés.

## **7. ALCANCES Y ACTIVIDADES RESERVADAS PARA LAS QUE HABILITA EL TÍTULO**

### **Actividades Profesionales Reservadas (Resolución ME N° 1254/2018, Anexo IV)**

1. Diseñar, calcular y proyectar estructuras, edificios, obras;
  - a) civiles y puentes, y sus obras complementarias e instalaciones concernientes al ámbito de su competencia;
  - b) de regulación, almacenamiento, captación, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, riego, desagüe y drenaje, de corrección y regulación fluvial y marítima, de saneamiento urbano y rural, estructuras geotécnicas, obras viales, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias.
2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, rehabilitación, demolición y mantenimiento de las obras arriba indicadas.
3. Dirigir y certificar estudios geotécnicos para la fundación de obras civiles.
4. Proyectar y dirigir lo concerniente a la higiene y seguridad en las actividades mencionadas.

5. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.

### **Alcances del Título de Ingeniero/a Civil**

Los alcances del título de Ingeniero Civil, en función de sus competencias, lo capacitan para:

A. Realizar estudios, analizar factibilidad, planificar, construir, gestionar e inspeccionar obras civiles que incluyen:

1. Edificios y obras de arquitectura, cualquiera sea su destino, y sus obras complementarias e instalaciones concernientes al ámbito de su competencia.
2. Estructuras resistentes, túneles, puentes, obras de infraestructura, civiles y de arte de todo tipo y sus obras complementarias e instalaciones concernientes al ámbito de su competencia.
3. Obras de captación, almacenamiento y abastecimiento de agua, de potabilización, de riego, desagüe y drenaje e instalaciones concernientes al ámbito de su competencia.
4. Obras destinadas al aprovechamiento de recursos hídricos y de la energía hidráulica, de protección de costas, de corrección y regulación fluvial y marítima, obras complementarias.
5. Instalaciones hidromecánicas.
6. Obras destinadas a la captación, regulación, almacenamiento, conducción, tratamiento y distribución de sólidos y fluidos incluyendo residuos y efluentes.
7. Obras de saneamiento urbano y rural.
8. Obras viales, ferroviarias, portuarias, aeroportuarias y todas aquellas relacionadas con la navegación fluvial, marítima, aérea y aeroespacial.
9. Obras de urbanismo en lo que se refiere al trazado urbano y organización de servicios públicos vinculados con la higiene, vialidad, comunicaciones y energía.

B. Diseñar, calcular, proyectar, planificar, dirigir, construir e inspeccionar obras y estructuras geotécnicas, que incluyen excavaciones, fundaciones, terraplenes, pedraplenes, taludes y laderas, contención de suelos, filtraciones y mejoramiento del terreno.

C. Realizar estudios, cálculos y diseños para la previsión sísmica y de respuesta a otros fenómenos naturales o artificiales en las estructuras, en obras e instalaciones enunciadas en A y B, cuando correspondiere.

D. Realizar mediciones, cálculos y representaciones planialtimétricas de terrenos para ejecutar el estudio, proyecto, dirección, inspección y construcción de las obras a que se refiere el párrafo A.

E. Realizar, dirigir, certificar estudios, análisis e informes técnicos y asesoramientos relacionado con:

1. Mecánica de suelos y mecánica de rocas.
2. Planeamiento de sistema de transporte en general.
3. Planificación urbana de sus sistemas de infraestructura constitutivos: agua, desagües y residuos sólidos urbanos y otros servicios públicos.
4. Estudio de tránsito en rutas y ciudades.

5. Planeamiento del uso y administración de los recursos hídricos.
  6. Planeamiento del sistema de desagües urbanos, pluviales, cloacales.
  7. Estudios hidrológicos e hidráulicos.
  8. Planeamiento Urbano y ordenamiento territorial.
  9. Asuntos de Ingeniería Legal, Económica y Financiera y de Organización concernientes a obras y actividades del ámbito de su competencia.
  10. Higiene, seguridad e impacto ambiental de las obras y actividades concernientes al ámbito de su competencia.
- F. Realizar arbitrajes, pericias y tasaciones relacionados con los mismos incisos anteriores.

## 8. ESTRUCTURA CURRICULAR DE LA CARRERA

La estructura de la carrera comprende dos ciclos de formación:

- Ciclo Básico Común: 2 cuatrimestres.
- Segundo Ciclo: 9 cuatrimestres.

Se requiere haber aprobado el CBC para comenzar con el segundo ciclo.

La estructura del segundo ciclo contempla las asignaturas obligatorias de ciencias básicas, de las tecnologías básicas o ciencias de la ingeniería, de tecnologías aplicadas, y de ciencias y tecnologías complementarias, así como una oferta de asignaturas electivas. Entre las asignaturas obligatorias se incluyen tres proyectos integradores.

Estos proyectos son espacios curriculares que buscan fortalecer la formación profesional de las y los estudiantes a partir de la presentación de propuestas que exigen el involucramiento en prácticas preprofesionales mediante la resolución de problemas y/o el diseño y desarrollo de proyectos en situaciones reales o simuladas. Los mismos permiten tanto la movilización y articulación de los distintos contenidos aprendidos en distintas asignaturas como el desarrollo de habilidades, capacidades, saberes del oficio y competencias genéricas y específicas propias del trabajo profesional. En particular, constituyen instancias privilegiadas -aunque no únicas- para la incorporación de los contenidos transversales.

El **Proyecto Inicial** se desarrolla en la asignatura Introducción a la Ingeniería Civil. Tiene como objetivos: estimular el interés del estudiantado y reforzar su motivación; brindar oportunidades para iniciar el desarrollo de las competencias genéricas y específicas propias de la ingeniería; y promover la comprensión del sentido de las ciencias básicas en los estudios y en la práctica de la ingeniería. Con este fin, debe incluir experiencias de aprendizaje de ingeniería civil que proporcionen un marco para la práctica profesional. En consecuencia, esta asignatura abarca una iniciación al pensamiento ingenieril y al desarrollo de habilidades y capacidades profesionales necesarias en las distintas etapas del diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería con un enfoque que contempla la sustentabilidad, la preocupación por el cuidado del ambiente y las personas, y el desarrollo de la sensibilidad frente a las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos. De este modo, permite dar cuenta de la función social de la ingeniería, de los distintos ámbitos de inserción

profesional, así como de los distintos problemas y soluciones tecnológicas a lo largo del tiempo y sus proyecciones a futuro.

El **Proyecto Intermedio** se desarrolla en la asignatura Análisis Estructural, la cual tiene un enfoque centrado en la práctica propia de la carrera más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la participación de las y los estudiantes.

El **Trabajo Integrador Final (TIF)** permite un abordaje integral de una situación similar a la que podría encontrarse en algún aspecto significativo del ejercicio profesional o de la tarea de investigación y/o desarrollo científico-tecnológico, teniendo en cuenta el perfil específico de la carrera. El TIF puede asumir la modalidad de un Trabajo Profesional o de una Tesis. Este espacio curricular promueve la integración de los distintos conocimientos aportados por la carrera en función de la situación problemática abordada, preferentemente en relación con contextos reales (organizaciones sociales, organismos del Estado, empresas, estudios, laboratorios, etc.) y contempla todas las dimensiones que sean relevantes para la situación abordada con una perspectiva de sustentabilidad económica, social y ambiental. Al Trabajo Profesional o a la Tesis se integran y acreditan 192 hs horas supervisadas de práctica profesional. De este modo, el TIF genera oportunidades para poner en práctica y desarrollar habilidades, capacidades y competencias genéricas y específicas propias de la profesión y del perfil de los/as graduados/as FIUBA en INGENIERÍA CIVIL.

El siguiente cuadro sintetiza la estructura curricular que se desarrolla posteriormente:

	<b>Cantidad de Asignaturas</b>	<b>Carga Horaria (horas reloj)</b>	<b>Créditos</b>
<b>PRIMER CICLO DE LA CARRERA (CBC)</b>	6	608	38
<b>SEGUNDO CICLO DE LA CARRERA</b>	42	3408	213
Asignaturas Obligatorias	37	2832	177
Asignaturas Electivas/Optativas	4	384	24
Trabajo Profesional o Tesis	1	192	12
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	48	4016	251

Los créditos son una unidad de medida de la dedicación académica del estudiantado. Se computan considerando 1 (un) crédito como equivalente a 16 (dieciséis) horas de clase. Además, se establece que la carga horaria adicional de estudio personal y trabajo académico fuera de clase que estimativamente los/as estudiantes deben dedicar a cada asignatura durante esas 16 semanas no puede superar la cantidad de horas presenciales establecidas para la asignatura. La carga horaria total de estudio que demanda la carrera debe considerar también las horas que el estudiantado dedica al estudio durante las semanas de exámenes finales que no están contabilizadas en el cuadro anterior.

## Estructura de la carrera por años y régimen de correlatividades

### PRIMER CICLO

Ciclo Básico Común			
Primer y segundo cuatrimestre			
Código	Asignaturas obligatorias	Carga Horaria Semanal	Carga Horaria Total
24	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado	4	64
40	Introducción al Pensamiento Científico	4	64
66	Análisis Matemático A	9	144
62	Álgebra A	9	144
03	Física	6	96
90	Pensamiento Computacional	6	96
	<b>Carga horaria total</b>	<b>38</b>	<b>608</b>

### SEGUNDO CICLO

El cuadro siguiente muestra una de las posibles distribuciones de asignaturas en módulos cuatrimestrales. Esta distribución tiene en cuenta tanto las exigencias de asistencia a clase como las de estudio y trabajo personal, de manera de asegurar la factibilidad de un cursado regular y contribuir a la permanencia reduciendo la desvinculación académica por razones económicas, culturales y/o sociales.

Dentro del concepto de la flexibilidad curricular, cada estudiante podrá componer módulos cuatrimestrales de la manera que más se ajuste a sus intereses y posibilidades, cumpliendo con las correlatividades correspondientes.

Se incluye a continuación para cada asignatura, la carga horaria total y semanal, además de las asignaturas correlativas.

Aclaración: todas las asignaturas que pidan créditos como correlativa consideran tanto los créditos del ciclo común como los 38 créditos del ciclo básico.

ASIGNATURAS	CRÉDS	HORAS	CORRELATIVAS
	(Carga horaria semanal)	(Carga horaria total)	(nombres)
<b>TERCER CUATRIMESTRE</b>			
Análisis Matemático II	8	128	CBC
Introducción a la Ingeniería Civil	4	64	CBC
Física de los Sistemas de Partículas	6	96	CBC
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>288</b>	
<b>CUARTO CUATRIMESTRE</b>			
Álgebra Lineal	8	128	CBC
Química Básica	6	96	CBC
Estática	4	64	Física de los Sistemas de Partículas
Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo	4	64	Introducción a la Ingeniería Civil
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>352</b>	
<b>QUINTO CUATRIMESTRE</b>			
Probabilidad y Estadística	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Resistencia de Materiales	8	128	Estática Análisis Matemático II
Hidráulica General	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
Modelación Numérica	4	64	Análisis Matemático II, Álgebra Lineal
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	
<b>SEXTO CUATRIMESTRE</b>			
Electricidad y Magnetismo	6	96	Análisis Matemático II, Física de los Sistemas de Partículas
Calor y Termodinámica	2	32	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
Análisis Estructural	6	96	Resistencia de Materiales
Comportamiento de Materiales	8	128	Química Básica Resistencia de Materiales
Hidráulica Aplicada	4	64	Hidráulica General Modelación Numérica
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>416</b>	
<b>SÉPTIMO CUATRIMESTRE</b>			

Mecánica de Suelos y Geología	8	128	Resistencia de Materiales Hidráulica General
Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil	3	48	Probabilidad y Estadística
Diseño Geométrico de Obras Lineales	3	48	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo
Construcciones Civiles y Arquitectura	6	96	Electricidad y Magnetismo
Topografía y Geodesia	4	64	Introducción a la Ingeniería Civil
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	
<b>OCTAVO CUATRIMESTRE</b>			
Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil	4	64	118 créditos
Materiales Viales y Pavimentos I	3	48	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo Mecánica de Suelos y Geología Comportamiento de Materiales
Hidrología Aplicada	6	96	Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil Hidráulica Aplicada Topografía y Geodesia
Hormigón I	8	128	Análisis Estructural Comportamiento de Materiales
Electivas	4	64	
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	
<b>NOVENO CUATRIMESTRE</b>			
Sistemas de Transporte Guiado I	3	48	Diseño Geométrico de Obras Lineales Mecánica de Suelos y Geología Comportamiento de Materiales
Puertos y Vías Navegables I	3	48	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo Mecánica de Suelos y Geología
Aeropuertos I	2	32	Diseño Geométrico de Obras Lineales Materiales Viales y Pavimentos I
Ingeniería Sanitaria I	4	64	Química Básica Hidráulica Aplicada
Estructuras Metálicas	6	96	Análisis Estructural Comportamiento de Materiales
Electivas	6	96	
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>384</b>	
<b>DÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
Trabajo Profesional de Ingeniería Civil o Tesis de Ingeniería Civil	6	96	Análisis estructural 158 créditos
Instalaciones de las Obras Civiles	6	96	Construcciones Civiles y Arquitectura Calor y Termodinámica

Cimentaciones	3	48	Hormigón I Mecánica de Suelos y Geología
Hormigón II	4	64	Hormigón I
Electivas	6	96	
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	
<b>UNDÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
Trabajo Profesional de Ingeniería Civil o Tesis de Ingeniería Civil	6	96	Análisis estructural 158 créditos
Legislación y Ejercicio Profesional	2	32	138 créditos
Higiene y Seguridad	2	32	138 créditos
Gestión Socioambiental de las Obras Civiles	3	48	138 créditos
Gerenciamiento y Organización de Obras Civiles	4	64	Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Electivas	8	128	
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	
<b>TOTAL DEL 2º CICLO</b>	<b>213</b>	<b>3408</b>	
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>251</b>	<b>4016</b>	

.Nota 1: se recomienda haber cursado Química Básica para esta asignatura.

#### ELECTIVAS

ASIGNATURAS	CRÉDS	HORAS	CORRELATIVAS
	(Carga horaria semanal)	(Carga horaria total)	
Mecánica del Sólido	6	96	Análisis Estructural
Dinámica de las Estructuras	4	64	Análisis Estructural
Análisis Sísmico de Estructuras	4	64	Hormigón I
Método de los Elementos Finitos	6	96	Análisis Estructural
Seguridad Estructural	4	64	Probabilidad y Estadística Hormigón I
Análisis Experimental de Estructuras	4	64	Análisis Estructural
Interacción terreno-estructura	4	64	Mecánica de Suelos y Geología
Geotecnia numérica	4	64	Mecánica de suelos y geología, Modelación Numérica
Materiales Viales y Pavimentos II	4	64	Materiales Viales y Pavimentos I
Diseño Vial Rural y Urbano	4	64	Diseño Geométrico de Obras Lineales

Puertos y Vías Navegables II	3	48	Puertos y Vías Navegables I
Sistemas de Transporte Guiado II	3	48	Sistemas de Transporte Guiado I
Aeropuertos II	4	64	Aeropuertos I
Planeamiento del Transporte	4	64	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo - Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Tránsito y Seguridad Vial	4	64	Diseño Geométrico de Obras Lineales
Ingeniería Territorial y Urbana	4	64	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo - 118 Créditos
Sistemas Inteligentes de Transporte	3	48	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo - 118 Créditos
Ciencia de Datos Aplicada al Transporte	3	48	Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil
Centrales Hidráulicas	6	96	Hidrología Aplicada
Modelos Hidráulicos	4	64	Hidrología Aplicada
Hidráulica Fluvial	4	64	Mecánica de Suelos y Geología Hidrología Aplicada
Hidráulica Marítima	4	64	Mecánica de Suelos y Geología Hidráulica Aplicada
Planificación de Recursos hídricos	4	64	Hidrología Aplicada
Construcciones Hidráulicas	4	64	Hidrología Aplicada
Aprovechamientos Hidráulicos	4	64	Hidráulica Aplicada
Ingeniería Sanitaria Aplicada	4	64	Ingeniería Sanitaria I
Presas	6	96	Hidrología Aplicada
Arquitectura y Urbanismo	6	96	Construcciones Civiles y Arquitectura
Estructuras Metálicas Avanzadas	6	96	Estructuras Metálicas
Tecnología del Hormigón	4	64	Comportamiento de Materiales
Patología de la Construcción	4	64	Construcciones Civiles y Arquitectura Hormigón II
Estructuras de Madera	4	64	Comportamiento de Materiales Estructuras Metálicas
Sistemas Constructivos	4	64	Construcciones Civiles y Arquitectura
Sistemas Estructurales	6	96	Hormigón II Estructuras Metálicas
Diseño Estructural	6	96	Mecánica de Suelos y Geología Hormigón I
Inspección y Ejecución de Estructuras de Hormigón	6	96	Hormigón I

Análisis Matemático III	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Gerenciamiento de la Calidad	4	64	Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Capital Humano y comportamiento organizacional	4	64	Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Comercialización de productos y servicios	4	64	Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Emprendimientos en Ingeniería	4	64	Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil
Introducción a la Transición Energética	4	64	120 Créditos
Energías Renovables	4	64	120 Créditos
Uso Eficiente de la Energía	4	64	120 Créditos
Fuentes Convencionales en la Transición Energética	4	64	120 Créditos
Tecnologías Emergentes en la Transición Energética	4	64	120 Créditos
Introducción a la Inteligencia artificial	3	48	Probabilidad y Estadística, Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil
Análisis de datos	3	48	Probabilidad y Estadística, Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil
Aprendizaje de máquina	3	48	Análisis de Datos, Introducción a la Inteligencia Artificial
Aprendizaje de máquina profundo	3	48	Análisis de Datos, Introducción a la Inteligencia Artificial

**Asignaturas de otras facultades:** Los/as estudiantes podrán cursar asignaturas en otras Facultades de la Universidad de Buenos Aires, otras Universidades del país o del extranjero, previo acuerdo con la Comisión Curricular Permanente de la carrera de INGENIERÍA CIVIL. Esta última propondrá las equivalencias que pudieran corresponder o el número de créditos a otorgar en cada caso.

**Actividades académicas afines:** Los/as estudiantes podrán realizar actividades que complementen su formación con acuerdo previo de la Comisión Curricular Permanente de la carrera de INGENIERÍA CIVIL, las que serán acreditadas de acuerdo a la normativa vigente.

## 9. REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

Para obtener el título de INGENIERO/A CIVIL se requieren doscientos cincuenta y uno (251) créditos y el cumplimiento de los requisitos que se especifican a continuación.

De los doscientos cincuenta y uno (251) créditos, treinta y ocho (38) corresponden al Primer Ciclo de la Carrera y doscientos trece (213) al Segundo Ciclo. En este último ciclo, los créditos se distribuyen del siguiente modo.

- Un total de **ciento setenta y siete (177)** créditos correspondientes a la aprobación de las asignaturas obligatorias comunes para todos los estudiantes de la carrera.
- Un total de **veinticuatro (24)** créditos en asignaturas electivas/optativas de libre elección por parte de los/as estudiantes. Los docentes a cargo del Trabajo Profesional, la Dirección de Tesis y/o la Comisión Curricular Permanente de la Carrera podrán recomendar la aprobación de una o más asignaturas específicas relacionadas con la temática del Trabajo Integrador Final. Hasta dieciséis (16) créditos por asignaturas electivas podrán ser obtenidos mediante la aprobación de asignaturas optativas. Hasta un máximo de diez (10) créditos por asignaturas electivas podrán ser cubiertos por la realización de actividades académicas afines.
- Un total de **doce (12)** créditos otorgados por la asignatura Trabajo Integrador Final de Ingeniería Civil, en su formato de Trabajo Profesional o Tesis.

### **Idioma Inglés**

Para obtener el título de INGENIERO/A CIVIL, el/la estudiante debe alcanzar el siguiente grado de dominio del idioma inglés: capacidad de entender textos sencillos tanto como ideas principales de textos complejos de carácter técnico dentro del campo de especialización de la carrera de grado correspondiente.

Dicha capacidad se determinará mediante una prueba de nivel en la que se asignará una calificación cualitativa (Aprobado/Desaprobado).

Los/ las estudiantes podrán acceder a los cursos preparatorios no obligatorios y no arancelados que a tal efecto ofrece la Facultad.

### **Práctica profesional**

El/la estudiante deberá incluir en su propuesta de Trabajo Integrador Final el desarrollo de actividades pre-profesionales que impliquen y le permitan acreditar 192 horas de actividad a nivel profesional. Estas actividades requerirán supervisión tanto desde la carrera, como de un/a orientador/a en la institución o proyecto en el cual desarrolle las actividades el/la estudiante, de acuerdo con el Reglamento vigente y con lo establecido en el Anexo III Criterios de Intensidad de la Formación Práctica de la Resolución Ministerial 1549/2021.

## **10. CARGA HORARIA TOTAL DE LA CARRERA Y DURACIÓN TEÓRICA EN AÑOS**

La modalidad de la carrera es presencial. La duración total es de cuatro mil dieciséis (4016) horas reloj distribuidas a lo largo de once (11) cuatrimestres. La cantidad de cuatrimestres se estima para estudiantes de dedicación completa al estudio, por lo que la duración teórica de la carrera es de de 5 años y medio.

## **11. BACHILLER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA -TRAYECTO CIVIL**

*Perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería-Trayecto CIVIL*

El perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto CIVIL, en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), constituye un conjunto integrado de rasgos que se consideran esperables en quienes obtienen el título de pregrado:

- Formación académica básica y actualizada que les permita comprender los problemas y soluciones en cuyo tratamiento participe.
- Capacidad de participar en proyectos y problemas de naturaleza tecnológica, colaborando con los/as profesionales responsables e incorporándose a puestos de formación en la actividad profesional.
- Formación integral que les permita un desempeño laboral de acuerdo con principios éticos, responsabilidad y compromiso social.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo.
- Capacidades de interacción en el ámbito de trabajo.

#### **Alcances del título**

Las personas que obtengan el título de Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto CIVIL cuentan con conocimientos básicos sobre distintas disciplinas propias de la ingeniería que les permite:

- actuar en instituciones públicas y privadas como auxiliares en diversas tareas de apoyo a profesionales de la ingeniería respectiva;
- ayudar en la ejecución y control de problemas de ingeniería pertinentes;
- participar de proyectos y problemas de naturaleza tecnológica bajo supervisión de un/a profesional responsable;
- colaborar con los/as profesionales responsables en el desarrollo de proyectos y problemas de naturaleza científico-tecnológica;
- Integrar equipos de trabajo en organizaciones y/o áreas tecnológicas e ingenieriles.

#### ***Carga horaria para la obtención del título***

El Bachillerato Universitario se otorga al cumplimentar 1700 horas del Plan de Estudio.

#### ***Contenidos exigibles***

De acuerdo con lo establecido por la Res CD 741/22, dentro de las 1700 horas exigidas para obtener el título, se encuentra la asignatura Introducción a la Ingeniería Civil.

## **12. CICLO LECTIVO A PARTIR DEL CUAL TENDRÁ VIGENCIA**

El presente plan se pondrá en vigencia a partir del primer cuatrimestre posterior a su aprobación por parte del Consejo Superior de la UBA.

## 13. CONTENIDOS MÍNIMOS DE ASIGNATURAS OBLIGATORIAS Y ELECTIVAS

### PRIMER CICLO

#### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

##### *Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado*

1. La sociedad: conceptos básicos para su definición y análisis. Sociedad y estratificación social. Orden, cooperación y conflicto en las sociedades contemporáneas. Los actores sociopolíticos y sus organizaciones de representación e interés, como articuladores y canalizadores de demandas. Desigualdad, pobreza y exclusión social. La protesta social. Las innovaciones científicas y tecnológicas, las transformaciones en la cultura, los cambios económicos y sus consecuencias sociopolíticas. La evolución de las sociedades contemporáneas: el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, las variaciones demográficas y las modificaciones en el mundo del trabajo, la producción y el consumo.
2. El Estado: definiciones y tipos de Estado. Importancia, elementos constitutivos, origen y evolución histórica del Estado. Formación y consolidación del Estado en la Argentina. Estado, nación, representación, ciudadanía y participación política. Estado y régimen político: totalitarismo, autoritarismo y democracia. Las instituciones políticas de la democracia en la Argentina. El Estado en las relaciones internacionales: globalización y procesos de integración regional.
3. Estado y modelos de desarrollo socioeconómico: el papel de las políticas públicas. Políticas públicas en economía, infraestructura, salud, ciencia y técnica, educación, con especial referencia a la universidad.

##### *Introducción al Pensamiento Científico*

1. Modos de conocimiento: Conocimiento tácito y explícito. Lenguaje y metalenguaje. Conocimiento de sentido común y conocimiento científico. Conocimiento directo y conocimiento inferencial. Ciencias formales y fácticas, sociales y humanidades. Ciencia y pensamiento crítico. Tipos de enunciados y sus condiciones veritativas. El concepto de demostración. Tipos de argumentos y criterios específicos de evaluación.
2. Historia y estructura institucional de la ciencia: El surgimiento de la ciencia contemporánea a partir de las revoluciones copernicana y darwiniana. Cambios en la visión del mundo y del método científico. Las comunidades científicas y sus cristalizaciones institucionales. Las formas de producción y reproducción del conocimiento científico. Las sociedades científicas, las publicaciones especializadas y las instancias de enseñanza.
3. La contrastación de hipótesis: Tipos de conceptos y enunciados científicos. Conceptos cuantitativos, cualitativos, comparativos. Enunciados generales y singulares. Enunciados probabilísticos. Hipótesis auxiliares, cláusulas ceteris paribus, condiciones iniciales. Asimetría de la contrastación y holismo de la contrastación.
4. Concepciones respecto de la estructura y el cambio de las teorías científicas: Teorías como conjuntos de enunciados. El papel de la observación y la experimentación en la ciencia. Cambios normales y cambios revolucionarios en la ciencia. El problema del criterio de demarcación. El

problema del progreso científico. El impacto social y ambiental de la ciencia. Ciencia, tecnología, sociedad y dilemas éticos.

### **Análisis Matemático A**

UNIDAD 1. Funciones y números reales

Funciones: Definición. Descripción de fenómenos mediante funciones. Funciones elementales: lineales, cuadráticas, polinómicas, homográficas, raíz cuadrada. Gráficos de funciones. Composición de funciones y función inversa. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones trigonométricas. Números reales. La recta real. Números irracionales. Axiomas de cuerpo. Supremo e ínfimo. Completitud de los números reales.

UNIDAD 2. Sucesiones. Definición. Término general. Noción de límite. Cálculo de límites. Propiedades. Álgebra de límites. Indeterminaciones. Sucesiones monótonas. Teorema sobre sucesiones monótonas. El número e. Subsucesiones. Sucesiones dadas por recurrencia.

UNIDAD 3. Límite y continuidad de funciones. Límites infinitos y en el infinito. Límite en un punto. Límites laterales. Límites especiales. Asíntotas horizontales y verticales. Continuidad. Definición y propiedades. Funciones continuas y funciones discontinuas. Teoremas de Bolzano y de los Valores intermedios.

UNIDAD 4. Derivadas. Recta tangente. Velocidad. Definición de derivada. Reglas de derivación. Regla de la cadena. Función derivada. Funciones derivables y no derivables. Derivada de la función inversa. Continuidad de funciones en intervalos cerrados. Extremos absolutos. Teorema de Fermat. Teoremas de Rolle y de Lagrange o del Valor Medio. Consecuencias del Teorema del Valor Medio. Teorema de Cauchy. Regla de L'Hopital.

UNIDAD 5. Estudio de funciones y optimización. Crecimiento y decrecimiento de funciones. Extremos locales. Asíntotas oblicuas. Concavidad y convexidad. Construcción de curvas. Cantidad de soluciones de una ecuación. Desigualdades. Problemas de optimización. Teorema de Taylor. Polinomio de Taylor. Expresión del resto. Problemas de aproximación de funciones.

UNIDAD 6. Integrales. Definición de integral. Propiedades de la integral. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Cálculo de primitivas. Métodos de sustitución y de integración por partes. Área entre curvas. Ecuaciones diferenciales.

UNIDAD 7. Series. Término general y sumas parciales. Series geométricas y series telescópicas. Criterios de convergencia. Series de potencia.

### **Álgebra A**

Unidad 1. Conjuntos, complejos y polinomios. Noción de conjuntos. Operaciones de conjuntos (complemento, unión e intersección). Números complejos. Representación de complejos en el plano. Operaciones. Forma binómica, polar y exponencial. Conjugación y simetrías. Traslaciones, homotecias y rotaciones. Polinomios con coeficientes en  $\mathbb{R}$  y en  $\mathbb{C}$ . Grado de un polinomio. Operaciones. Algoritmo de división. Teorema fundamental del álgebra. Raíces y descomposición factorial.

Unidad 2. Álgebra vectorial. Puntos y vectores en  $\mathbb{R}^n$ . Operaciones, producto escalar y su interpretación geométrica. Norma. Rectas y planos. Noción de combinación lineal, dependencia lineal y de subespacio generado por vectores. Ángulo entre vectores. Producto vectorial. Distancia de un punto a un subespacio. Proyecciones y simetrías sobre rectas y planos.

Unidad 3. Sistemas lineales. Álgebra matricial y determinante. Sistemas de ecuaciones lineales. Resolución. Interpretación del conjunto de soluciones como intersección de planos y rectas.

Matrices en  $R^{n \times m}$ . Suma y producto. Eliminación de Gauss-Jordan. Determinante. Matriz inversa. Interpretación geométrica de la acción de una matriz de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$  sobre el cuadrado y el cubo unitario respectivamente.

Unidad 4. Funciones lineales. Funciones lineales entre vectores, su expresión funcional  $y = T(x)$  y su expresión matricial  $y = Ax$ . Imagen y pre imagen de un conjunto por una transformación lineal. Núcleo. Transformaciones sobre el cuadrado unitario. Interpretación geométrica del determinante. Transformación inversa.

Unidad 5. Introducción a las cónicas. Ecuaciones canónicas de las cónicas en coordenadas cartesianas. Elementos principales (focos, centro, vértices, semiejes, excentricidad). Representación geométrica.

### ***Física***

1. Magnitudes físicas. Magnitudes escalares y vectoriales: definición y representación gráfica. Operaciones con vectores: suma, resta, multiplicación por un escalar, producto escalar y producto vectorial. Sistema de coordenadas cartesianas. Versores. Expresión de un vector en componentes cartesianas. Proyecciones de un vector. Análisis dimensional.

2. Estática. Fuerzas. Momento de una fuerza. Unidades. Cuerpos puntuales: resultante y equilibrante. Cuerpos extensos: centro de gravedad, resultante y momento neto. Condiciones de equilibrio para cuerpos extensos. Cuerpos vinculados. Reacciones de vínculo. Máquinas simples.

3. Hidrostática. Densidad y peso específico. Concepto de presión. Unidades. Concepto de fluido. Fluido ideal. Presión en líquidos y gases. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Teorema fundamental de la hidrostática. Experiencia de Torricelli. Presión absoluta y manométrica. Teorema de Arquímedes. Flotación y empuje. Peso aparente.

4. Cinemática en una dimensión. Modelo de punto material o partícula. Sistemas de referencia y de desplazamiento, distancia, trayectoria. Velocidad media, instantánea y rapidez. Unidades. Aceleración media e instantánea. Movimiento rectilíneo. Gráficos  $r(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ . Interpretación gráfica de la velocidad y la aceleración.

5. Cinemática en dos dimensiones. Movimiento vectorial en el plano: coordenadas intrínsecas, aceleración tangencial, normal y total. Tiro oblicuo. Movimiento circular: periodo y frecuencia, velocidad y aceleración angular. Movimiento relativo.

6. Dinámica. Interacciones: concepto de fuerza. Clasificación de las fuerzas fundamentales. Leyes de Newton. Peso y masa. Diagrama de cuerpo libre. Fuerzas de contacto (normal y rozamiento), elástica y gravitatoria. Sistemas inerciales y no inerciales. Fuerzas ficticias: de arrastre y centrífuga. Aplicaciones de la dinámica a sistemas de uno o varios cuerpos vinculados. Peralte, péndulo cónico, movimiento oscilatorio armónico, péndulo simple, masa-resorte.

7. Trabajo y energía. Energía cinética. Trabajo de fuerzas. Potencia. Teorema del trabajo y la energía cinética. Fuerza conservativas y no conservativas. Energía potencial, gravitatoria y elástica. Teorema de la conservación de la energía mecánica. Aplicación.

### ***Pensamiento computacional***

Resolución de problemas utilizando pensamiento computacional. Algoritmos como mecanismos de resolución de problemas. Algoritmos y programas. Programación en un lenguaje multiparadigma. Variables, expresiones, tipos de datos. Funciones y programación modular. Abstracción. Tipos de datos básicos, datos estructurados. Estructuras de control. Manejo básico de archivos de texto y

formatos de intercambio de datos. Uso de funciones predefinidas y bibliotecas, y elección adecuada del tipo de datos, para la resolución de problemas.

## SEGUNDO CICLO

### **ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

#### ***Análisis Matemático II***

Funciones escalares y vectoriales de una o más variables: representaciones geométricas típicas, límite y continuidad. Derivadas direccionales y parciales. Diferenciabilidad: matriz jacobiana, gradiente.

Composición de funciones. Funciones definidas en forma implícita. Polinomio de Taylor. Extremos libres y condicionados.

Curvas. Integrales de línea: independencia del camino, función potencial. Integrales múltiples. Cambio de variables en integrales múltiples. Superficies. Integrales de superficie. Teoremas de Green, de Stokes y de Gauss. Ecuaciones diferenciales de primer orden.

#### ***Introducción a la Ingeniería Civil***

- Roles del Ingeniero civil y campos de acción. Pensamiento ingenieril. Responsabilidad profesional.
- Ser estudiante de ingeniería civil. Régimen de estudio y organización de la Carrera y de la Facultad.
- Materiales de construcción. El trabajo en obra.
- El ingeniero civil con orientación en construcciones, hidráulica y transporte. Laboratorios e investigación en la ingeniería civil. La geotecnia.
- Análisis y optimización de proyectos.
- Trabajo en grupo. Expresión oral, exposición y defensa. Comunicación escrita en la ingeniería civil.
- Construcción sostenible. Preocupación por el cuidado del ambiente y las personas. Desarrollo de la sensibilidad frente a las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos.
- Métodos de representación gráfica en la ingeniería civil, su aplicación a los diferentes proyectos de las orientaciones de la Ingeniería Civil.
- Programas típicos que constituyen el estado del arte para la graficación y análisis: CAD-BIM.

#### ***Física de los Sistemas de Partículas***

Mediciones e incertezas. Introducción al proceso de medición. Método general para el tratamiento de incertezas en funciones de dos o más variables. Unidades y análisis dimensional. Técnicas experimentales asociadas a la Mecánica de la Partícula: leyes del movimiento.

Sistemas de partículas (SP). Movimiento del centro de masa de un SP: aislado o sujeto a fuerzas externas. Momento cinético de una partícula y de un SP. Conservación del L. Energía cinética de SP. Energía Potencial de SP. Conservación de la energía. Energía total de un SP sujeto a fuerzas externas. Energía mecánica interna de un SP. Colisiones. Introducción a la fluidodinámica: Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli para fluidos ideales régimen permanente. Cuerpo rígido (CR). Concepto de rigidez. Estática de un CR, tipos de vínculos, condiciones de equilibrio. Movimiento de

un CR. Ejes principales de inercia. Momento cinético de un CR. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuación de movimiento para la rotación de un CR. Energía cinética de rotación de un CR. Concepto de rototraslación. Movimiento ondulatorio. Descripción del movimiento ondulatorio y ecuación general. Clasificación de ondas mecánicas. Ondas unidireccionales: elásticas, de presión en un gas, transversales en una cuerda o varilla. Concepto de frente de onda. Efecto Doppler. Intensidad del sonido y nivel de intensidad. Superposición de ondas y resonancia.

### ***Álgebra Lineal***

Espacios Vectoriales. Bases y dimensión. Coordenadas y matrices de cambio de coordenadas. Operaciones entre subespacios. Subespacios fundamentales de una matriz y sistemas de ecuaciones lineales. Transformaciones lineales. Representaciones matriciales. Proyecciones y simetrías oblicuas. Espacios euclídeos. Ángulo, norma y distancia. Bases ortonormales. Proyección ortogonal y mejor aproximación. Problemas de mínimos cuadrados. Modelo de regresión lineal. Autovalores y autovectores. Diagonalización de matrices. Forma canónica.

### ***Química Básica***

Clasificación de los sistemas materiales. Sustancias puras y mezclas. Teorías atómicas y moleculares modernas. Tabla periódica de los elementos. Magnitudes atómicas y moleculares. Uniones químicas. Compuestos inorgánicos y orgánicos. Gases, líquidos y sólidos. Diagramas de fase. Reacciones químicas y estequiometría. Soluciones, solubilidad y acidez/basicidad. Equilibrio químico. Electroquímica.

### ***Estática***

1. Fuerzas concentradas y distribuidas
2. Equilibrio de la partícula y del cuerpo rígido
3. Cuerpos Rígidos Vinculados
4. Diagramas de características en estructuras isostáticas planas
5. Diagramas de características en estructuras isostáticas espaciales
6. Reticulados isostáticos planos y espaciales
7. Geometría de superficies

### ***Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo***

1. Vías de Comunicación y Sistemas de Transporte. Conceptos y clasificación. Movilidad y Accesibilidad. La ciudad: historia y evolución. Sistemas de transporte: origen e historia. El transporte y el desarrollo territorial y urbano en Argentina. Transporte, movilidad y urbanismo sostenibles e inclusivos.
2. Sistemas de transporte programados, guiados y no guiados. Análisis, dimensionamiento y operación de la oferta de transporte.
3. Teoría del flujo del tránsito Estudio y predicción de la demanda. Estudios de tránsito. Capacidad y Niveles de Servicio.
4. Estudio de la trama y estructura urbana. Usos y ocupación del suelo. Interrelación entre políticas de desarrollo urbano, transporte y de movilidad.
5. Economía de transporte. Precios y tarifas. Servicios públicos. Regulación.

7. Planificación de sistemas de transporte de cargas y de pasajeros. Planes urbanos y de movilidad.
8. Sistemas inteligentes de transporte.

### ***Probabilidad y Estadística***

Experimentos aleatorios. Espacios de probabilidad. Probabilidad condicional e independencia. Regla de Bayes. Modelos discretos y modelos continuos. Variables y vectores aleatorios. Distribución conjunta, distribuciones marginales e independencia de variables aleatorias. Transformaciones de variables aleatorias. Simulación de variables aleatorias. Momentos. Coeficiente de correlación lineal. Recta de regresión. Distribuciones condicionales. Función de regresión. Predicción y esperanza condicional. Ensayos de Bernoulli: distribuciones de Bernoulli, Binomial, Geométrica y Pascal. Distribución Multinomial. Procesos de Poisson: distribuciones de Poisson, Exponencial y Gamma. Ley de los grandes números. Teorema Central del límite. Muestras aleatorias. Familias paramétricas. Estimación de parámetros. Test de Hipótesis. Función de potencia. Test de Bondad de Ajuste. Intervalos de confianza. Enfoque Bayesiano. Distribución a posteriori, estimadores bayesianos, predicción.

### ***Resistencia de Materiales***

1. Estado de Tensión y de Deformación
2. Propiedades mecánicas de los materiales
3. Principios de la teoría de barras
4. Barras solicitadas axialmente.
5. Barras solicitadas a flexión.
6. Barras solicitadas a torsión.
7. Barras solicitadas a flexión variable.
8. Teoría de los estados límites.
9. Barras en régimen elástico-plástico

### ***Hidráulica General***

1. Propiedades físicas de los fluidos.
2. Hidrostática.
3. Cinemática.
4. Hidrodinámica.
5. Acción dinámica de los fluidos.
6. Teoría de la capa límite
7. Análisis dimensional y semejanza.

### ***Modelación Numérica***

Errores y representación numérica: análisis de las incertidumbres propias del manejo de datos numéricos y de las incertidumbres originadas en las limitaciones de las representaciones numéricas en las computadoras. Propagación de errores. Redondeo y errores de truncamiento. Estabilidad matemática y numérica.

Métodos de resolución de ecuaciones algebraicas lineales y no lineales de muchas variables por métodos directos e iterativos: análisis de varios métodos, sus ventajas e inconvenientes; elección del método más adecuado.

Aproximación de funciones mediante ajuste por cuadrados mínimos e interpolación polinomial por diferencias divididas. Interpolación de Tchebycheff.

Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden 1 y de orden N. Sistemas de EDO. Introducción al problema matemático y su vinculación con problemas de ingeniería. Formas clásicas de obtener soluciones analíticas para el caso de coeficientes constantes. Métodos numéricos para resolver EDO: coeficientes constantes y coeficientes variables.

Diferenciación Numérica. Resolución numérica de problemas de valores iniciales de primer orden: Métodos explícitos e implícitos. Consistencia y Estabilidad. Problemas de valores de contorno en derivadas totales. Clasificación de condiciones de contorno: Dirichlet y Neumann. Resolución numérica mediante el método de las diferencias finitas.

Integración numérica mediante método de Romberg y cuadratura de Gauss.

### ***Electricidad y Magnetismo***

Electrostática: Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo electrostático. Distribuciones discretas y continuas. Flujo del campo. Ley de Gauss. Trabajo y diferencia de potencial. Conductores en equilibrio. Capacidad. Capacitores. Dieléctricos. Ley de Gauss en medios materiales dieléctricos. Fenómenos eléctricos no dependientes del tiempo: Fuerza electromotriz. Corriente eléctrica. Resistencia eléctrica. Ley de Ohm. Circuitos de corriente continua. Leyes de Kirchhoff. Potencia y efecto Joule. Interacciones magnéticas: Fuerza Lorentz. Ley de Biot-Savart. Ley de Ampere. Momento dipolar magnético. Torque sobre un dipolar magnético. Materiales Magnéticos. Ley de Ampere en materiales magnéticos. Campos electromagnéticos dependientes del tiempo: Inducción electromagnética. Regla del flujo.

Ley de Lenz. Inducción mutua y autoinducción. Corrientes dependientes del tiempo: Circuitos en régimen transitorio. Circuitos en régimen permanente sinusoidal. Potencia. Resonancia. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de ondas.

### ***Calor y Termodinámica***

Calor y Temperatura: Transmisión del calor: Primer Principio de la Termodinámica: Temperatura de gas ideal. Ecuación de los gases ideales. Equivalente mecánico del calor. Experiencia de Joule. Primer Principio de la Termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. Máquinas térmicas y máquinas frigoríficas. Rendimiento y eficiencia. Segundo Principio de la Termodinámica. Entropía. Rendimiento de máquinas irreversibles. Desigualdad de Clausius.

### ***Análisis Estructural***

Concepción, diseño y desarrollo de un proyecto de análisis estructural.

Modelado de estructuras: estructuras de barras, placas y sólidos.

Cálculo de desplazamientos por teoremas energéticos y elástica de deformación.

Métodos de rigideces y flexibilidades para la resolución de hiperestáticos.

Líneas de influencia y envolventes.

Teoría de segundo orden para estructuras.

Cálculo elastoplástico de estructuras.

Dinámica de estructuras.

Trabajo integrador intermedio de análisis estructural, que consiste en el modelado y resolución de una estructura real, orientada a alguno de los métodos de cálculo aprendidos en la materia, sea

resolución de elementos según teoría de segundo orden, cálculo elastoplástico, dinámica de estructuras, líneas de influencia o la resolución del hiperestático complejo.

### ***Comportamiento de Materiales***

1. Comportamiento de materiales – Requisitos funcionales –Relación estructura – propiedades– Materiales simples y compuestos – Sostenibilidad
2. Materiales Simples – Metales y aleaciones – Diagramas de fase – Diagrama Fe-Fe<sub>3</sub>C – Ensayos de caracterización –Ensayos tecnológicos – Energía embebida y emisiones asociadas.
3. Materiales pétreos – rocas de aplicación y agregados para hormigón – Clasificación– Ensayos de caracterización – Ensayos de aptitud – Criterios de aceptación y rechazo. Importancia de la preservación de materiales no renovables.
4. Materiales con cambio de fase en la etapa constructiva – Transiciones – Cales – Yesos – Propiedades mecánicas y tecnológicas – Usos y aplicaciones.
5. Materiales compuestos granulares – Morteros – hormigones – Fases presentes – rol de la interfaz – Regla de fases – Reología y propiedades funcionales en estado fresco — Transición – Fraguado.
6. Constituyentes de las fases- Agregados – Agua – Cemento – Adiciones – Aditivos. Análisis de la reglamentación y propiedades – Norma IRAM serie 50000, importancia.
7. Materiales compuestos granulares – Estado endurecido – Propiedades mecánicas – Estabilidad dimensional – Durabilidad – Características sostenibles.
8. Tecnología del hormigón – Ejecución de obras de hormigón - Control de aceptación del hormigón.
9. Materiales poliméricos naturales –Maderas – Anisotropía – Higroscopía y propiedades. Ensayos de caracterización – Durabilidad.
10. Polímeros de síntesis – Características – Clasificación – Dependencia de propiedades con la temperatura –Aplicaciones y caracterización de termoplásticos y termoestables. Introducción a los materiales compuestos laminares. Biopolímeros.
11. Cerámicos de aplicación en construcción – Producción y características – Ensayos y su Interpretación.

### ***Hidráulica Aplicada***

1. Cálculos de escurrimiento de Líquidos Reales a Presión en Régimen Permanente.
2. Planificación, diseño y cálculo de Tuberías.
3. Escurrimiento de Líquidos a Superficie Libre en Régimen Permanente.
4. Selección de bombas y turbinas.
5. Movimiento uniforme y gradualmente variado.
6. Planificación, diseño y cálculo de canales. Resalto hidráulico.

### ***Mecánica de Suelos y Geología***

1. Elementos de Geología. Origen y caracterización física de suelos y rocas.
2. Caracterización mecánica e hidráulica de suelos y rocas. Ensayos de campo y laboratorio.
3. Hidráulica de medios porosos rígidos y deformables.
4. Elementos de mecánica del continuo para geomateriales: elasticidad, plasticidad, viscoplasticidad.
5. Métodos de equilibrio y análisis límite aplicados a taludes, contenciones, fundaciones y presas.

6. Problemas de interacción terreno-estructura. Métodos analíticos y numéricos.
7. Aplicaciones a geotecnia civil, ambiental y minera.
8. Dirección, realización y certificación de estudios geotécnicos, incluidas la caracterización del suelo y las rocas, para todas las obras civiles y de arquitectura.

### ***Introducción a la Ciencia de Datos para Ingeniería Civil***

Conceptos y aplicaciones de la ciencia de datos en ingeniería civil en las áreas de estructuras, hidráulica y transporte. Adquisición, pre-procesamiento y visualización de datos. Datos espaciales y temporales. Introducción al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Análisis exploratorio de datos y estadísticas poblacionales. Aprendizaje estadístico. Fundamentos e implementación. Construcción de modelos físicos basados en datos. Incertidumbres.

### ***Diseño Geométrico de Obras Lineales***

1. Introducción al proyecto de obras lineales. Factores: humanos, vía terrestre, vehículo, ambiente. Criterios de Diseño. Velocidad de diseño, tipologías.
2. Introducción al trazado de obras lineales. Representación gráfica del terreno mediante un modelo digital.
3. Alineamiento horizontal. Curvas de transición, peralte.
4. Distancias de visibilidad.
5. Alineamiento vertical – Rasante.
6. Obras básicas - Movimiento de suelos – Perfil transversal – Compensaciones.
7. Conceptos básicos de desagües y drenajes – Obras de arte.
8. Elementos de seguridad operacional.
9. Introducción a Intersecciones y diseño vial urbano.

### ***Construcciones Civiles y Arquitectura***

1. Arquitectura: Habitabilidad, Condiciones de confort y funcionales. Integración con el entorno urbano, rural, paisaje.
2. Obradores: Obras en ciudades, Obras lineales (caminos, ferrocarriles, redes de alta tensión, etc.), Obras industriales. Organización de los obradores según tipos de obras.
3. Cadenas de abastecimiento, proveedores, yacimientos, alojamiento del personal.
4. Infraestructura para obra: provisión de energía eléctrica, provisión de combustibles, provisión de agua potable, disposición de aguas servidas y residuos.
5. Maquinarias para obra: Maquinarias de transporte horizontal, Maquinarias de elevación, Maquinarias de excavación y movimiento de suelos, Equipos flotantes. Plantas de Hormigón. Medidas de seguridad y prevención de accidentes para este tipo de maquinarias.
6. Demoliciones, excavaciones y movimientos de suelos. Medidas de seguridad y prevención de accidentes para este tipo de obras y operaciones.
7. Apuntalamientos y andamios. Medidas de seguridad y prevención de accidentes para este tipo de operaciones.
8. Hormigonados: Masivos, en altura, en agua.
9. Sistemas constructivos: mampostería, steel frame, madera, nuevos materiales.
10. Aislantes: Térmicos, acústicos, hidrófugos.
11. Pinturas: tipos, usos y funciones.

12. Medios de elevación: montacargas, ascensores, elevadores de autos.
13. Normas, acciones y medidas de prevención y protección para seguridad en obras.
14. Representación gráfica de los distintos elementos de una construcción y de un replanteo arquitectónico mediante CAD o BIM.

### ***Topografía y Geodesia***

1. Topografía. Errores de medición.
2. Medición angular. Teodolito. Elementos de Óptica.
3. Medición directa de longitudes.
4. Medición directa e indirecta de desniveles.
5. Poligonación. Nociones.
6. Levantamientos topográficos. Nociones.
7. Sistema de representación cartográfica de Gauss Krüger
8. Planímetro Polar.
9. Replanteo de obras de ingeniería.
10. Fotogrametría aérea. Conceptos básicos.
11. Geodesia. Conceptos básicos.
12. Geodesia Astronómica.
13. Microgeodesia. Nociones

### ***Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil***

#### 1. Economía

Microeconomía: conceptos básicos, demanda, oferta, elasticidad, restricciones, preferencias, competencia, equilibrio general y fallas de mercado, excedente del productor y del consumidor, externalidades, incertidumbre, información asimétrica.

Macroeconomía: conceptos básicos, equilibrio y desequilibrio macroeconómico; modelo clásico y keynesiano; política monetaria y fiscal; crecimiento.

#### 2. Evaluación financiera de proyectos de inversión

Concepto de proyecto y la toma de decisiones.

Evaluación de proyectos privados de inversión.

Etapas de los proyectos de inversión.

Métodos de evaluación de proyectos.

Ciclo de vida de los proyectos. Durabilidad y vida útil de proyectos de inversión.

Estudios técnicos y de mercado. Ingresos, inversiones, costos y gastos.

Flujo de Fondos y métodos de evaluación financiera. Financiamiento, análisis de rentabilidad del capital y análisis de riesgo.

Estados contables básicos y efecto inflacionario. Análisis de resultados de proyectos de inversión.

#### 3. Evaluación económica o social de proyectos de inversión

Evaluación social de proyectos de inversión. Etapas.

Concepto de bienestar social y sus variaciones.

Precios sombra y precios de eficiencia. Costos de oportunidad. Bienes sin mercado.

Enfoques de eficiencia y alternativos.

Tipos de impactos (beneficios directos, indirectos, externalidades e intangibles). Evaluación ambiental de proyectos de inversión.

## ***Materiales Viales y Pavimentos I***

1. Introducción a la mecánica de calzadas.

Definiciones, tipos de pavimentos, sollicitaciones, criterios de falla y de diseño.

2. Suelos

Clasificación. Perfil Edafológico. Compactación.

3. Evaluación de la Capacidad Portante de Suelos y otros materiales no ligados.

4. Técnicas de Mejoramiento y Estabilización.

Granulométrica. Con cal. Con cemento. Bases y subbases no asfálticas.

5. Aspectos constructivos en obras básicas, subbases y bases no asfálticas

6. Materiales bituminosos.

Cemento asfáltico: origen y producción. Reología. Envejecimiento. Modificación. Emulsiones asfálticas. Usos. Clasificación. Riegos de liga, imprimación y curado.

7. Capas asfálticas superficiales y estructurales.

Diseño de mezclas asfálticas. Aspectos constructivos.

8. Pavimentos rígidos

Características del hormigón. Juntas y elementos metálicos. Aspectos constructivos.

9. Diseño estructural de pavimentos.

Pavimentos rígidos. Pavimentos flexibles.

10. Evaluación de pavimentos.

Principales parámetros de la Evaluación estructural y funcional.

## ***Hidrología Aplicada***

1. Definiciones de Hidrología y concepto de ciclo hidrológico.

2. Ecuación de balance hídrico y aplicaciones.

3. Principales variables hidrológicas y su tratamiento. Precipitación y Precipitación media areal. Métodos de aforo. Curvas características.

4. Estadística hidrológica-análisis de extremos. Cuantiles de caudal y de intensidad media de precipitación. Curvas IDR y tormentas de proyecto. Aplicación al diseño de obras civiles. Condiciones de no estacionariedad. Cambio climático, cambio en el uso del suelo y otros impactos antropogénicos en las cuencas.

5. Características del hidrograma. Componentes y técnicas de separación del caudal. Características geomorfológicas de una cuenca y su relación con la forma de los hidrogramas.

6. Modelación de eventos. Función de producción. Métodos de Abstracciones. Función de transferencia. Teoría de Hidrograma Unitario.

7. Tránsito agregado de crecidas. Caso de embalses. Métodos de Puls modificado y Runge-Kutta. Tratamiento de la información topográfica de base. Caso de cursos naturales. Método de Muskingum.

8. Balance Hídrico a paso mensual. Modelos de evapotranspiración. Thornthwaite y T-alfa.

9. Conceptos de hidrología urbana para diseño de redes pluviales.

10. Ingeniería del recurso hídrico. Diferentes usos y su historia. Características de la demanda. Colisiones entre los distintos usos. Riego agrícola. Tipos de suelos y tierras agrícolas. Calidad del agua. Modelos de cultivos. Oportunidad de riego. Eficiencia del riego. Métodos de riego.

11. Criterios generales sobre presas. Conceptos generales de las obras transversales en los cauces. Clasificación. Capacidad de regulación de un embalse. Determinación de la altura óptima de una presa de embalse para riego.

### ***Hormigón I***

1. Conjunto Hormigón y Acero.
2. Fundamentos del diseño estructural.
3. Dimensionamiento de secciones solicitadas por esfuerzo axial y flexión. Fundamentos.
4. Esfuerzos de corte. Esfuerzos de torsión. Verificación de la capacidad portante.
5. Dimensionamiento de elementos comprimidos. Columnas cortas y columnas esbeltas.
6. Detalles constructivos y de armado.
7. Comportamiento de elementos estructurales particulares: Vigas pared. Losas especiales.
8. Estados límites de servicio: deformaciones y fisuración.

### ***Sistemas de Transporte Guiado I***

1. La vía y los fundamentos de su diseño geométrico.
2. Materiales superestructura vía: balasto, rieles, durmientes, fijaciones.
3. Aparatos de vía: cambios y cruzamientos.
4. Mecánica de la vía: solicitaciones estáticas y dinámicas.
5. Equipos para construcción y mantenimiento ferroviario.

### ***Puertos y Vías Navegables I***

- 1- Transporte por agua: Particularidades del modo de transporte por agua (comparación con otros modos de transporte. Características de la flota mundial. Tipo y volumen de carga transportada (contenedores, graneles sólidos o líquidos, carga general y pasajeros).
- 2- El buque: Dimensiones principales (manga, calado, eslora). Comportamiento del buque en movimiento (manga aparente, squat, rolido, cabeceo).
- 3- Tráfico de buques: Estadísticas del transporte por agua. Capacidad de las instalaciones y generación de demanda. Proyecciones de crecimiento. Teoría de colas.
- 4- La vía navegable: Clasificación y características de las vías navegables (marítima, fluvial, estuarios). Niveles de agua (mareas y corrientes). Profundidad disponible. Buque de diseño. Ayudas a la navegación.
- 5- Los puertos: Tipos de obras portuarias (obras de gravedad, tablestacados, muelle sobre pilotes). Estructuras para el atraque y amarre del buque. Obras de abrigo y márgenes. Dimensionamiento general (cargas actuantes).

### ***Aeropuertos I***

1. Aeronaves

Sistemas de flujo: "Hub & Spoke" o "Point to Point"; su relación con el diseño de las rutas aéreas y el tipo aeronaves: tamaño, capacidad, tipo de motores y su relación con los tiempos, velocidades y consumos de combustible; carga paga en función del radio de acción y su relación con la optimización del diseño de aeronave.

2. Aeropuertos

Clasificación funcional (doméstico, internacional, escala final y en tránsito) asociada a determinados tipos de aeronaves y operación; incidencia en la configuración básica del aeropuerto. Tipos de infraestructuras generales: desarrollo y análisis técnico-económico.

### 3. Diseño geométrico y estructural Lado Aire

Principales criterios, variables, diseños y cálculos que intervienen en pistas, calles de rodaje y plataformas para estacionamiento de aeronaves.

### 4. Diseño funcional de Terminales

Tipologías según flujos y volúmenes de pasajeros / equipajes, eficiencia de los intercambios "vehículo terrestre-terminal pax-aeronave".

## ***Ingeniería Sanitaria I***

1. Química y microbiología del agua.
2. Requerimientos de calidad para el agua potable.
3. Residuos líquidos cloacales e industriales.
4. Parámetros básicos y planificación de los servicios de infraestructura sanitaria.
5. Cálculo, proyecto, dirección, rehabilitación, demolición, mantenimiento y construcción de obras de captación y conducción de aguas, y de desagües urbanos y pluviales. Representación gráfica de los distintos elementos de una instalación sanitaria mediante CAD o BIM.
6. Introducción al tratamiento de aguas y afluentes.
7. Pretratamiento de efluentes líquidos.
8. Reuso para riego de efluentes.

## ***Estructuras Metálicas***

1. Historia y evolución de las Construcciones Metálicas.
2. Materiales y elementos constructivos.
3. Acciones sobre las estructuras.
4. Medios de unión.
5. Inestabilidad del equilibrio de barras.
6. Características sectoriales de las barras de pared delegada.
7. Torsión.
8. Pandeo por flexo torsión.
9. Pandeo o abollamiento de placas.
10. Barras de chapas de acero plegadas en frío.

## ***Instalaciones de las Obras Civiles***

1. Planificación, diseño, cálculo, proyecto, dirección, mantenimiento y construcción de las instalaciones de obras civiles:
2. Incendio: Detección y extinción. Tipos de fuegos (combustibles) y formas de extinción, matafuegos, precauciones. Elementos de extinción: agua, gases inertes, espumígenos. Instalaciones industriales y domiciliarias: bomba jockey, bomba de volumen, sistemas de enfriamiento, tanque de reserva.
3. Instalación de alimentación de agua potable: Depósitos (industriales y domiciliarios), sistemas de provisión (red, pozos, plantas potabilizadoras). Red interna. Principios de dimensionamiento de redes. Agua fría y caliente (sistemas de calentamiento).

4. Sistema de disposición de aguas servidas. Lechos filtrantes, plantas de tratamiento de residuos cloacales. Reusos o aguas grises.
5. Sistemas de disposición de aguas pluviales.
6. Instalación eléctrica: Alimentación eléctrica. Baja, media y alta tensión. Trifásica y monofásica. Sistemas de autogeneración (eólica, paneles solares). Corrientes débiles, datos. Iluminación y sus instalaciones correspondientes.
7. Climatización: sistemas de calefacción y enfriamiento. Distintos tipos, ventajas y desventajas según destino (industrial, oficinas, vivienda, laboratorios, etc.).
8. Instalaciones de gas: normas y criterios de diseño de instalaciones particulares e industriales.

### ***Cimentaciones***

1. Condiciones geotécnicas.
2. Diseño de fundaciones superficiales y profundas , para estructuras civiles.
3. Diseño práctico de estructuras en contacto con el suelo.
4. Fundaciones superficiales, profundas.
5. Estructuras de sostenimiento.
6. Interacción suelo - estructura.

### ***Hormigón II***

1. Hormigón Pretensado
2. Estructuras de rigidización.
3. Aplicaciones de hormigón armado y pretensado: puentes, estructuras prefabricadas.

### ***Gestión Socioambiental de las Obras Civiles***

1. Introducción al medio ambiente. El desarrollo sostenible y la infraestructura sostenible.
2. Medio receptor: Principios de ecología y ambiente urbano.
3. Economía y Legislación Ambiental. Desarrollos económico, tecnológico y sustentabilidad.
4. Planificación Ambiental de la Infraestructura
5. Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Ingeniería Civil. Plan de Gestión Ambiental
6. El rol de la ingeniería civil en las propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático. Ciudades y cambio climático, Infraestructura resiliente, planificación territorial, gestión de los recursos hídricos y soluciones basadas en la naturaleza.
7. Impactos socioambientales: Evaluación a través de matrices transdisciplinarias. Gestión del riesgo, vulnerabilidad social. Riesgos emergentes. Gestión Ambiental: Normativa Ambiental. Introducción a la Gestión Ambiental, Indicadores y Sistemas de Gestión.

### ***Gerenciamiento y Organización de Obras Civiles***

1. Productividad. Planeamiento del producto.
2. Estándares de la Construcción - Estudio del Trabajo, Métodos y Tiempos.
3. Proyecto, planeamiento y dirección de la obra. Presupuesto de Obra y valuaciones. Costos directos e indirectos. Operación de máquinas Subcontratos. Control de Gestión. Precio de cotización. Financiación de Obras.
4. La Empresa Constructora. La Empresa como sistema. Presupuesto de Empresa. Herramientas de conducción. Capital Empresario.

5. Abastecimiento de Obras. Circuitos administrativos. Recursos humanos.
6. Control. Contabilidad y balance. Análisis de balances.

### ***Legislación y Ejercicio Profesional***

El Derecho. Derechos Humanos. Derecho Civil. Personas, Bienes, Patrimonio. Obligaciones. Hechos y Actos Jurídicos. Derechos patrimoniales. Contratos. Contrataciones de ingeniería en el campo público y privado: Obras, Servicios y Suministros. Contratos marginales de Ingeniería. Pliegos, Licitaciones y concursos de precios. Derechos Reales y Restricciones al Dominio, Civiles y Administrativas. Expropiación. Aplicaciones en obras y proyectos de Ingeniería. Derechos Intelectuales. Marcas, Patentes, Modelos de Utilidad, Patente de Adición. Derecho de Autor. Nociones de Derecho Laboral: Ley de contrato de trabajo. Derecho Comercial. Sociedades. Tipos, Constitución, Administración y Representación. Derecho Procesal. Pericias de Ingeniería. Juicio Arbitral. Procedimientos. Tribunal Arbitral de Ingeniería. Ejercicio Profesional de la Ingeniería y Código de Ética. Consejos Profesionales y Junta central.

### ***Higiene y Seguridad***

Salud ocupacional, medicina, higiene y seguridad en el trabajo. Enfermedades profesionales. Higiene Laboral: reconocimiento, evaluación y control de agentes físicos, químicos, ergonómicos y biológicos. Toxicología Laboral. Seguridad Laboral. Prevención, investigación y análisis de accidentes de trabajo. Seguridad y protección contra incendios. Seguridad eléctrica. Riesgos mecánicos. Riesgos especiales. Iluminación y color. Control de riesgos. Organización y gestión de la seguridad y salud ocupacional, política de seguridad y normas de gestión. Manejo de emergencias. Riesgos laborales debidos al avance y utilización de las tecnologías inteligentes. Legislación vigente de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de Riesgos del Trabajo.

### ***Trabajo Profesional de Ingeniería Civil***

Estudio de un problema: relevamiento de necesidades; identificación y formulación del problema. Búsqueda creativa de soluciones. Criterios de selección de alternativas. Diseño de la solución tecnológica, incluyendo la consideración de las distintas dimensiones (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Seguimiento, evaluación y control del proceso de ejecución. Elaboración de documentaciones. Informe técnico o producto conforme a estándares profesionales. El tema del Trabajo Profesional pertenecerá a una o más áreas de la Ingeniería Civil. La actividad curricular opera como un espacio de integración que introduce al futuro profesional en las condiciones reales del entorno en que desarrollará su actividad, por medio del estudio de un problema en el que pondrá de manifiesto su esfuerzo personal y creatividad, aplicando conocimientos y técnicas adquiridas durante la carrera y otras que demande el tema en cuestión, con la guía de los docentes de la cátedra.

### ***Tesis de Ingeniería Civil***

Iniciación a la investigación y/o de desarrollo científico-tecnológico en el campo de la ingeniería Civil. Estudio de un problema. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Desarrollo de las distintas etapas

del proceso investigativo: estado actual del conocimiento del tema seleccionado; plan de investigación; los conceptos teóricos involucrados; metodologías de recolección y análisis de datos; interpretación de resultados; elaboración de conclusiones; reconocimiento del impacto potencial del resultado. Introducción a la práctica de la escritura académica-científica (informes de investigación, ponencias y trabajos científicos).

## **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

### ***Mecánica del Sólido***

1. Medidas de deformación y relaciones cinemáticas.
2. Medidas de tensión y ecuaciones diferenciales de equilibrio.
3. Modelos constitutivos de material. Elasticidad y viscoelasticidad lineal.
4. Estados planos.
5. Teoría de placas planas de pared delgada.
6. Teoría membranal de cáscaras con simetría de revolución. Perturbaciones al comportamiento membranal.

### ***Dinámica de las estructuras***

1. Ecuaciones diferenciales de equilibrio dinámico. Dominio del tiempo y dominio de la frecuencia.
2. Sistemas de un grado de libertad. Respuesta a cargas armónicas, impulsivas, aleatorias y arbitrarias.
3. Sistemas de múltiples grados de libertad. Análisis modal y modal espectral.
4. Absorbedores dinámicos de vibraciones.

### ***Análisis sísmico de estructuras***

1. Respuesta lineal y no-lineal de sistemas de un grado de libertad. Espectro de respuesta. Requisitos de ductilidad. Diseño por capacidad.
2. Estructuras de múltiples grados de libertad. Torsión y efecto P-Delta.
3. Diseño basado en la performance. Análisis de la demanda sísmica. Sismo de diseño.
4. Diseño sismorresistente de estructuras de hormigón armado.
5. Diseño sismorresistente de estructuras metálicas.
6. Diseño conceptual. Métodos de protección sísmica. Aislación de base. Disipadores de energía.

### ***Método de los Elementos Finitos***

1. Resolución aproximada de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
2. Concepto de elemento finito. Discretización de problemas.
3. Problemas bidimensionales (estados planos) lineales.
4. Elementos estructurales lineales.
5. Problemas transitorios.

### ***Seguridad Estructural***

1. Aplicación de la teoría de la probabilidad y estadística al análisis y diseño de sistemas de ingeniería.

2. Modelos probabilísticos para la evaluación del riesgo y la confiabilidad.
3. Confiabilidad de elementos y sistemas estructurales.
4. Soluciones exactas.
5. Métodos de confiabilidad de primer orden y simulación de Montecarlo.
6. Bases para la elaboración de reglamentos de diseño probabilísticos.
7. Aplicación en los modernos reglamentos para estructuras de hormigón y acero.

### ***Análisis Experimental de Estructuras***

1. Teoría de los modelos estructurales físicos. Condiciones de semejanza.
2. Cuantificación de errores en la medición y propagación de incertidumbres.
3. Instrumentos de medición. Extensometría eléctrica. Transductores de fuerza y desplazamiento. Acelerómetros.
4. Adquisición y procesamiento de datos. Tipos de señales. Ruido, acondicionamiento y digitalización. Aliasing. Análisis en el dominio de la frecuencia.
5. Monitoreo de la respuesta estructural. Ensayos de carga estáticos. Caracterización de estructuras mediante ensayos dinámicos.

### ***Interacción Terreno - Estructura***

Caracterización del Terreno, Selección de Parámetros y correlaciones.

Limitaciones del análisis estructural puro.

Problemas de interacción terreno - estructura

Mecanismos de interacción terreno - pilote.

Plateas y fundaciones superficiales especiales.

Interacción terreno estructura durante la excavación.

Sistemas de contención rígidos y flexibles .

Estimación de asentamientos.

### ***Geotecnia Numérica***

Plasticidad perfecta, el modelo Mohr Coulomb y el modelo Hoek Brown.

Estabilidad de taludes en suelos y rocas.

Cálculo del factor de seguridad mediante la reducción de parámetros resistentes.

Plasticidad con endurecimiento. El modelo HSM y el modelo HS - Small.

Simulación de comportamiento no drenado.

Fundaciones superficiales y profundas.

Estructuras de contención, Excavaciones.

Túneles.

Flujo estacionario.

Comprensión y consolidación.

Deformación diferida.

### ***Materiales Viales y Pavimentos II***

1. Materiales Viales avanzado. Resistencias, Módulos, Fatiga.
2. Suelos y Materiales no ligados y Estabilizados. Prácticas de laboratorio.
3. Ligantes asfálticos. Prácticas de laboratorio.
4. Revestimientos asfálticos. Diseño avanzado. Prácticas de laboratorio.
5. Diseño estructural avanzado. Evaluación Superficial y Estructural, Cálculo de Refuerzos.

6 Construcción de obras viales. Tecnologías y metodologías constructivas.

### ***Diseño Vial Rural y Urbano***

1. Trazado y diseño planialtimétrico de caminos rurales. Coherencia del diseño. Movimiento de suelo. Consideraciones de seguridad vial.
2. Diseño de intersecciones a nivel y a distinto nivel. Cruce con caminos y con ferrocarriles.
3. Diseño de arterias urbanas. Usuarios y vehículos. Consideraciones de accesibilidad, seguridad y sustentabilidad ambiental.

### ***Puertos y Vías Navegables II***

1. Sistema portuario: Relación Puerto - Ciudad. Interacción con otros modos de transporte (playas de camiones y parrillas ferroviarias). Impacto ambiental.
2. Planificación portuaria: Organización de carga de importación y exportación. Puertos especializados o Puertos multimodales. Equipamiento utilizado (Reach Stackers, grúas móviles, grúas pórtico, sistema de cañerías).
3. Diseño de vías navegables: Traza de la vía navegable, orientación, ancho y profundidad. Mantenimiento a través de obras de dragado (equipos utilizados). Comunicación y control (Sistema AIS).
4. Obras portuarias: Diseño del sistema en función a la demanda operativa, el emplazamiento, las profundidades disponibles, etc. Estados de cargas dimensionantes (peso propio, fuerzas de atraque y amarre). Recomendaciones internacionales.
5. Aspectos constructivos: Técnicas constructivas desde tierra o desde agua, para obra nueva, ampliación y/o reparación de estructuras. Equipamiento utilizado. Materiales disponibles. Tiempos y Costos.

### ***Sistemas de Transporte Guiado II***

1. Tracción ferroviaria
2. El trazado y la vía
3. Material rodante de tracción
4. Material rodante de transporte
5. Explotación técnica
6. Nociones de señalamiento ferroviario

### ***Aeropuertos II***

1. Transporte aéreo: naturaleza y características.
2. El avión: características. Relación con la infraestructura.
3. Planificación de aeropuertos.
4. Diseño avanzado de pistas, rodajes y plataformas: geometría y pavimentos lado aire.
5. Capacidad.
7. Introducción al diseño del área terminal.
8. Ayudas a la navegación aérea.
9. Helipuertos.

### ***Planeamiento del Transporte***

- 1- Planeamiento del transporte: políticas, planes y proyectos. Objetivos del planeamiento.
- 2- Pronósticos de demanda de corredores y de redes de transporte. Modelos de tránsito y de transporte. Fuentes y uso de datos para la planificación. Herramientas de análisis y simulación.
- 3- Evaluación de planes y proyectos de transporte. Evaluación de proyectos viales.
- 4- Economía del transporte. Costos, demanda, tarifas. Empresas de transporte.
- 5- Regulación de actividades de transporte.

### ***Tránsito y Seguridad Vial***

1. Ingeniería de Tránsito. Conceptos básicos de los vehículos y del tránsito. Características del transporte vial, urbano y rural. Importancia de la gestión del tránsito. Impacto socioambiental. Legislación.
2. Estudios de tránsito. Medición de volúmenes de tránsito. Características de la demanda. Estudios de velocidad, tiempos de viaje y demoras. Encuestas origen destino. Análisis de estacionamiento.
3. Teoría del flujo de tránsito. Definiciones y variables características. Modelos determinísticos. Modelos microscópicos. Distribuciones estadísticas del flujo de tránsito. Modelos de colas.
4. Capacidad y Nivel de Servicio. Determinación de la capacidad, nivel de servicio, congestión y modelos de flujo de tránsito. Descripción y utilización de software de simulación.
5. Dispositivos de control del tránsito. Señalización vertical y demarcación horizontal. Control de intersecciones. Coordinación de semáforos y semaforización de redes. Simulación microscópica. Fiscalización de conductas y control de velocidad. Sistemas inteligentes de tránsito y transporte.
6. Seguridad vial. Factores, estadísticas y estudios. Identificación de lugares peligrosos. Diseño vial seguro urbano e interurbano. Sistemas seguros integrados. Elementos de contención. Los costados del camino: concepto de diseño indulgente.

### ***Ingeniería Territorial y Urbana***

1. Conceptos fundamentales de la planificación urbana y territorial. Marco jurídico y administrativo. Tipos de planeamiento.
2. Planes estratégicos territoriales. Regiones y sistema de ciudades de Argentina. Vinculación entre los sistemas de transporte, la movilidad y el desarrollo territorial (regional y urbano).
3. Estudio de la estructura urbana. Metodología y herramientas. Indicadores urbanos. Planes de ordenamiento urbano. Normativa de regulación y planificación urbana. Planificación y ordenamiento de las vías urbanas y del espacio público.
4. Estudio de tendencias de planificación urbana y del transporte. Análisis de accesibilidad urbana. Acceso a la vivienda e integración de barrios populares. Provisión de servicios públicos. Equipamiento urbano.
5. Proyectos urbanos y de transporte. Evaluación de impacto socioambiental. Análisis de riesgo de desastres naturales.

### ***Sistemas Inteligentes de Transporte***

1. Conceptos básicos de ITS.
2. Sensores de Tránsito. Clasificación. Comparación entre tecnologías.
3. Sistemas para arterias urbanas. Regulación y gestión del tránsito. Casos de uso. Tecnología de Semáforos.

4. Sistemas en Vías de Alta Velocidad - Autopistas. Regulación y gestión del tránsito. Casos de uso.
5. Data Analytics aplicado a Tránsito y Transporte. Definición y casos de uso. Movilidad como Servicio (MaaS).
6. Gestión del Tránsito en Tiempo Real y Centros de Gestión de la Movilidad. Vehículos Autónomos.
7. Sistemas aplicados a otros modos de transporte. Señalamiento ferroviario.

### ***Ciencia de Datos Aplicada al Transporte***

1. Alcance y definiciones clave de Machine Learning, Big Data y Data Mining. El rol de la Big Data en el transporte y el desarrollo urbano. Clasificación y visualización de variables. Técnicas de visualización univariadas y multivariadas.
2. Aprendizaje Supervisado: Análisis de regresión lineal simple, múltiple y su interpretación. Comprensión de la correlación entre variables y su papel en la interpretación del modelo. Aplicación de regresión lineal en modelos de congestión vehicular.
3. Árboles de Decisión y Machine Learning No Supervisado: Introducción a los árboles de decisión para regresión y clasificación. Clustering jerárquico y particional. Elección de reparto modal.
4. Sistemas de Información Geográfica (GIS): Introducción a GIS, gestión de datos georreferenciados y su implicación en Big Data. Importación de varios tipos de archivos y creación básica de mapas. Mapeo de rutas de buses y trenes dinámico con variables controladas. Mapeo de variables sociodemográficas.
5. GIS Avanzado y Estadística Espacial: Operaciones de mapas incluyendo cálculos de distancia y ruta. Visualización avanzada para procesamiento de mapas y datos GIS.
6. Estadística espacial y Machine Learning geoespacial supervisado. Las distancias medias de viaje según su autocorrelación espacial y mecanismos de expansión de muestras de personas a poblaciones. La importancia de la Big Data en las Smart Cities y la toma de decisiones.

### ***Centrales hidráulicas***

- 1 Energía y Sector Eléctrico.
- 2 Energía de un curso de agua.
- 3 Estudios preliminares.
- 4 Transferencia en el tiempo de la oferta hídrica.
- 5 Estructura constitutiva de los aprovechamientos de alta, media y baja caída.
- 6 Potencia y Energía Hidroeléctrica.
- 7 Equipamiento de la central. Instalaciones de maniobra y protección en el sistema hidráulico.
- 8 Potencia y energía de bombeo.
- 9 Bombas hidráulicas.
- 10 Casa de máquinas.
- 11 Aprovechamientos en ríos de Llanura.
- 12 Aprovechamientos mediante acumulación por bombeo.
- 13 Centrales Subterráneas.
- 14 Micro-centrales Hidroeléctricas. Aspectos económicos.
- 15 Aspectos Legales e Institucionales.
- 16 Puesta en marcha y detención de una bomba.
- 17 Efecto de la altura de aspiración en el rendimiento del bombeo.

### ***Modelos hidráulicos***

- 1 Ecuaciones básicas de la Hidráulica. Modelos numéricos y físicos.
- 2 Método de las curvas características.
- 3 Método de los elementos finitos.
- 4 Ecuaciones en diferencias finitas.
- 5 Traslación de ondas de crecidas. Ecuaciones de Saint Venant.
- 6 Fundamento de los modelos físicos.
- 7 Medición de las variables de la corriente.
- 8 Los laboratorios de Hidráulica.
- 9 Modelos de sistemas de presión.
- 10 Modelos de obras hidráulicas.
- 11 Modelos fluviales.
- 12 Modelos marítimos

### ***Planificación de recursos hídricos***

- 1 Introducción al planeamiento hídrico.
- 2 Las herramientas clásicas del planeamiento hídrico
- 3 Los modelos matemáticos de planeamiento hídrico
- 4 Los conceptos probabilísticos y la teoría de la decisión en el diseño hidráulico.
- 5 El manejo de las inundaciones urbanas.
- 6 Los métodos más modernos en planeamiento hídrico.

### ***Construcciones hidráulicas***

- 1 Erosión Generalizada y Socavación
- 2 Aplicación a Pilas de Puentes
- 3 Distintas Metodologías de Clasificación y Evaluación
- 4 Protección de Márgenes
- 5 Distintas Soluciones Tecnológicas
- 6 Hidráulica del Régimen Permanente de la Sección Segmento de Círculo
- 7 Solicitaciones en Conducciones Enterradas en Zanja
- 8 El Criterio de las Prestaciones Equivalentes de las Tuberías de Distintos Materiales que Ofrece el Mercado
- 9 Diseño de Conducciones a Presión
- 10 Selección Fina de Bombas y Principios de Diseño de Cámaras de Bombeo
- 11 Válvulas de todo tipo- Diseño de Acueductos
- 12 Cálculo de Parámetros Fundamentales para Conducciones Cloacales
- 13 Teoría de Camp-Shields- Conceptos de “Esfuerzo Tractivo” y “Velocidad de Autolimpieza”
- 14 Análisis Comparativo de Ambos Conceptos
- 15 Cálculo Estructural de Tuberías Instaladas en Zanja

### ***Aprovechamientos hidráulicos***

- 1- Aprovechamientos Hidráulicos.
- 2- Ingeniería de los recursos hídricos.
- 3- Demanda para riego.

- 4- Criterios generales sobre presas.
- 5- Presas de embalse.
- 6- Derivación del recurso.
- 7- Distribución del recurso.

### ***Hidráulica fluvial***

- 1 Hidráulica de contornos fijos y móviles
- 2 Propiedades de los sedimentos granulares
- 3 Iniciación del movimiento
- 4 Erosión
- 5 Transporte de sedimento
- 6 Evolución del cauce. Análisis unidimensional, bidimensional y tridimensional
- 7 Sedimentos cohesivos
- 8 Modelos físicos y matemáticos

### ***Hidráulica marítima***

- 1 Introducción: Terminología de hidráulica costera.
- 2 Rango de aplicabilidad de las diferentes teorías.
- 3 Teoría de olas de pequeña amplitud: Ecuaciones de movimiento.
- 4 Condiciones de contorno y suposiciones.
- 5 Potencial velocidad. Aplicaciones:
- 6 Cálculo de altura de ola. Refracción difracción y reflexión. Resonancia en Puertos.
- 7 Trepada de oleaje en taludes.
- 8 Mareas: Teoría de equilibrio.
- 9 Corrientes de marea.
- 10 Mareas en estuarios y canales.
- 11 Interacción de olas con estructuras:
- 12 Fuerza y momento sobre columna circular.
- 13 Ondas de amplitud finita: Método de Stokes.
- 14 Rotura de olas. Teoría de ondas solitarias. Rompeolas:
- 15 Fórmula de Hudson para dimensionar enrocados.
- 16 Transporte costero de sedimentos: fórmulas del CERC y de Kamphuis.

### ***Ingeniería Sanitaria Aplicada***

- 1 Coagulación, floculación y sedimentación
- 2 Filtración
- 3 Desinfección
- 4 Otros tratamientos de agua
- 5 Introducción al tratamiento biológico y lodos activados
- 6 Tratamiento anaeróbico y biofiltración aeróbica
- 7 Lagunas
- 8 Comparación de sistemas de tratamiento
- 9 Tratamiento y disposición/reuso de lodos
- 10 Residuos sólidos

## ***Arquitectura y Urbanismo***

1. Generalidades
2. Diseño arquitectónico
3. Composición Arquitectónica
4. Planificación Urbana

## ***Presas***

- 1 Presas: Generalidades, clasificación.
- 2 Factores que afectan la determinación del tipo de presa.
- 3 Desvío de un río para la construcción de una presa.
- 4 Fuerzas que actúan sobre las presas. Coeficiente de seguridad. Reglamentos.
- 5 Presas argentinas: Ubicación y características.
- 6 Estudio y tratamiento de fundaciones. Inyecciones para impermeabilización.
- 7 Presas de materiales sueltos: tipos y características. Materiales.
- 8 Presas de materiales sueltos: Yacimientos y canteras.
- 9 Presas de gravedad de perfil triangular. Estado tensional:
- 10 Concentración de tensiones en una galería de inspección.
- 11 Presas de derivación: Presas fijas y móviles.
- 12 Presas aligeradas: distintos tipos.- Presas de arco:
- 13 Presas de arco plan de hormigonado.
- 14 Túneles: Proyecto, Trazado. Mecánica de rocas aplicada a la ejecución de túneles.
- 15 Túneles, métodos constructivos.

## ***Estructuras metálicas avanzadas***

- 1 Diseño y organización estructural de una nave industrial.
- 2 Pórticos metálicos.
- 3 Edificios comerciales.
- 4 Estructuras Especiales.

## ***Tecnología del hormigón***

1. Hormigón de cemento portland (revisión)
2. La estructura del hormigón endurecido. Estructura de poros, mecanismos de ingreso de agentes agresivos
3. Propiedades del hormigón endurecido (revisión). Deformaciones. Contracción autógena, química, plástica, por secado. Creep, fatiga
4. Elaboración del hormigón
5. Control de calidad e inspección de obra
6. Hormigones armados de características especiales: Prefabricación. Hormigón autocompactante Hormigón ligero. Hormigón con fibras. Hormigón arquitectónico. Hormigón sin armaduras, Hormigón masivo. Hormigón para soleras y pavimentos
7. Ensayos especiales

### ***Patología de la Construcción***

- 1 Control de calidad
- 2 Patologías
- 3 Patologías por capilaridad
- 4 Patologías por flujo de calor
- 5 Patologías por flujo de vapor
- 6 Patologías combinadas

### ***Estructuras de Madera***

- 1 Usos de la madera.
- 2 Especies autóctonas y foráneas.
- 3 Ventajas y desventajas de las maderas para uso estructural.
- 4 Reconocimiento visual de defectos.
- 5 Criterios de proyecto para pequeñas luces de cálculo.
- 6 Solicitaciones: Flexión, corte perpendicular y paralelo a las fibras, aplastamiento, compresión, inestabilidad del equilibrio flexocompresión, flexotracción.
- 7 Aislaciones, ventilaciones, aberturas.
- 8 Protección de la madera.
- 9 Carga de fuego.
- 10 Criterios de proyecto para grandes luces.
- 11 Uniones: Clavos, grapas, bulones, anillos, chapas de nudo.
- 12 Encofrados tradicionales.

### ***Sistemas Constructivos***

- 1 Sistemas Constructivos.
- 2 Materiales, elementos y sistemas constructivos no tradicionales.
- 3 Sistemas constructivos prefabricados.
- 4 Sistemas a base de paneles y sistemas constructivos prefabricados de hormigón.
- 5 Células tridimensionales.
- 6 Sistemas a base de paneles.
- 7 Sistemas lineales.
- 8 Producción de elementos de hormigón.
- 9 Juntas, uniones. Tolerancias y huelgo de montaje.
- 10 Sistemas constructivos no tradicionales de ejecución in situ.
- 11 Aplicaciones de la industrialización y prefabricación en los cerramientos.
- 12 Fachadas ligeras.
- 13 Planificación de la obra.
- 14 Tolerancias.

### ***Sistemas Estructurales***

- 1 Materiales y técnicas constructivas.
- 2 Acciones dinámicas. Viento, Sismo.
- 3 Sistemas de piso.
- 4 Sistemas para edificios de altura.

- 5 Sistemas a base de placas.
- 6 Sistemas a base de láminas.
- 7 Sistemas de fundación. Interacción suelo-estructura.
- 8 Modelación Estructural.
- 9 Respuesta estructural.

### ***Diseño Estructural***

- 1 Conceptos básicos del diseño estructural
- 2 Criterios de diseño
- 3 Diseño de edificios en torre
- 4 Diseño de estructuras laminares
- 5 Bases y estructuras de la ingeniería de fundaciones. Túneles
- 6 Diseño de puentes
- 7 Estructuras traccionadas. Estructuras atirantadas
- 8 Diseño sismorresistente

### ***Inspección y Ejecución de Estructuras de Hormigón***

1. Responsabilidad profesional
- 2 Aseguramiento y control de la calidad de las estructuras
3. Inspección de obra
- 4 Materiales
- 5 Trabajos preliminares
- 6 Encofrados
- 7 Armaduras
- 8 Hormigón
- 9 Elementos prefabricados

### ***Análisis Matemático III***

Funciones de variable compleja. Límite y continuidad. Holomorfía. Transformaciones conformes. Integración. Teorema de Cauchy. Fórmula de Cauchy. Teoremas relacionados. Series funcionales. Taylor. Laurent. Residuos. Transformadas Z. Transformadas integrales. Transformadas de Laplace y Fourier. Aplicaciones. Teoría de distribuciones.

### ***Gerenciamiento de la Calidad***

Calidad y su administración. Calidad en la organización. Organización y funciones del área. Calidad en el diseño. Necesidades y expectativas del cliente. Herramientas para el diseño y control. Calidad en las compras. Desarrollo de proveedores. Control de insumos. Norma IRAM15. Calidad en la fabricación. Etapas finales y postventa. Costos de Calidad. Motivación y Capacitación para la Calidad. Calidad total. Mejora continua. Lean Thinking. Mapeo de la cadena de valor. La mejora continua apalancada en el valor para hacer más eficiente el negocio. Normalización para la calidad. ISO 9000 e ISO 9004. OAA. Auditorías al sistema de calidad. ISO 19011. Las comunicaciones en la organización. Organizaciones de servicio.

### ***Capital Humano y comportamiento organizacional***

Individuo, grupo y organización. Comunicación. Principios y axiomas de la comunicación. Motivación. Factores intrínsecos y extrínsecos. Maslow. Herzberg. Teoría X y Teoría Y. Schumpeter y la Innovación. Cultura. El concepto de personalidad de la empresa. Rol estratégico del área de RRHH. Estrategias de RRHH. Competencias y capacidades individuales y organizacionales. Planeamiento de la fuerza laboral acorde a la estrategia de negocio. Posiciones A, B y C. Talento. Capacidad, compromiso y contribución. Funciones de RRHH: selección, relaciones laborales, comunicación y liderazgo, compensaciones. Relaciones laborales. Manejo de conflictos laborales. Relación con sindicatos. Derechos del empleado y del empleador. Ley de Contrato de Trabajo. Oferta y demanda laboral, incentivos para la continuidad en una empresa y la rotación; diferencia de propuestas laborales y profesionales entre grandes empresas internacionales, nacionales, mundo Pyme y emprendimientos nacies, sistemas de incentivos, remuneraciones y stock options en estos últimos casos. Trabajo remoto, presencial y combinado, evolución.

### ***Comercialización de productos y servicios***

Fundamentos de comercialización. Proceso de Administración de Marketing. Necesidades, deseos, demandas, productos. Decisión de compra. Planeación estratégica y planeación de mercadotecnia. Misión, objetivos y metas. Cartera de negocios. Estrategias. Plan de comercialización. Presupuesto de marketing. Investigación de mercado. Segmentación y selección de mercado. Posicionamiento. Posicionamiento real y deseado. Posicionamiento corporativo y de marca. Variables y valores. Oportunidades de Mercado. Productos, marcas, empaque: Producto básico real y aumentado. Clasificación de productos. Marcas. Adopción de marcas. Empaque. Etiquetas. Servicio al cliente. Líneas de productos. Productos nuevos. Ciclo de vida de los productos. Canales de distribución. Diseño y administración. Marketing Directo. Fijación de precios. Comunicación: Publicidad, Promoción. Audiencia meta. Desarrollo de una campaña publicitaria. Marketing de Servicios. Mercados institucionales. E-commerce, evolución de los sistemas logísticos y de comercialización, modelos B2C y B2B, relación directa entre cliente y proveedor y su conexión en tiempo real.

### ***Emprendimientos en Ingeniería***

Herramientas para favorecer la preparación de profesionales en el ambiente emprendedor, que les permita comenzar un emprendimiento o formar parte de un proyecto nacies. Creación de valor. Metodología "lean start-up" y "design thinking". Metodología "jobs to be done" y "demand side sales". Finanzas. Marketing. Ventas. Entrega de valor. Negocios con impacto.

### ***Introducción a la Transición Energética***

Introducción a la problemática del calentamiento global. Trilema energético. Energías renovables y no renovables. Concepto de emisiones, evolución histórica y acuerdos internacionales. Escenarios de Transición Energética y acciones asociadas. El rol de la Argentina en la Transición Energética global. Recursos clave de Argentina. El rol del Gas Natural. Introducción a mercados energéticos y su regulación. Costos de la energía y su almacenamiento. Programas de incentivos y su impacto. Créditos de Carbono.

### ***Energías Renovables***

Introducción a las energías renovables. Recurso solar. Energía solar fotovoltaica y térmica. Recurso eólico. Energía Eólica. Energía hidráulica. Energía geotérmica. Energías de los océanos. Energía de la biomasa. Generación Distribuida.

### ***Uso Eficiente de la Energía***

Introducción al Uso Eficiente de la Energía. Los sistemas energéticos y contabilidad de la energía. Economía del uso eficiente de la energía eléctrica. Tecnologías para el uso eficiente de la energía eléctrica. Eficiencia en el transporte. Eficiencia en la climatización ambiental. Evaluación del potencial de ahorro de energía. Eficiencia Energética en Edificios. Eficiencia Energética en el sector Industrial. Auditorías y mediciones para la estimación del consumo por usos finales. Barreras al UREE y Programas para promover el UREE.

### ***Fuentes Convencionales en la Transición Energética***

Energía Térmica Nuclear. Energía Hidráulica de gran porte. Producción de Hidrocarburos. Generación eléctrica. Eficiencia en producción y generación. Las fuentes convencionales en los distintos escenarios de transición energética.

### ***Tecnologías Emergentes en la Transición Energética***

Tecnologías de almacenamiento. Litio. Hidrógeno. Movilidad Eléctrica. Smart Grid. Nuevas tecnologías.

### ***Introducción a Inteligencia artificial***

Teoría de juegos. Búsqueda. Regresión, clasificación y clusterización.  
Redes Bayesianas. Clasificador Bayesiano. Naive Bayes. Máxima verosimilitud.  
Algoritmos de maximización de la Esperanza-(EM)

### ***Análisis de datos***

Análisis estadístico de datos numéricos y categóricos. Técnicas de visualización de datos. Variables aleatorias y teoría de la información.  
Datos e ingeniería de características. Test estadísticos univariados. Test estadísticos multivariados.  
Reducción de la dimensión. Análisis de componentes principales.

### ***Aprendizaje de máquina***

Datos. Entrenamiento, validación y testeo. Validación cruzada. Métricas. Evaluación. Regresión y clasificación. Aprendizaje supervisado.  
Árboles de decisión. kNN. Redes neuronales. Espacios en dimensión reducida. Aprendizaje no supervisado. Clusterización. k-Means.

### ***Aprendizaje de máquina profundo***

Clasificación binaria. Regresión. Gradiente descendente. Gradiente descendente estocástico. Vectorización. Funciones de activación.  
Propagación de error. Niveles. Bloques básicos. Redes neuronales convulsionales y visión artificial. Mecanismos de atención. Modelos generativos profundos  
Aprendizaje por refuerzo profundo.

## 14. RÉGIMEN DE TRANSICIÓN ENTRE PLANES

El plan de estudios propuesto entrará en vigencia el cuatrimestre inmediatamente posterior a su aprobación por el Consejo Superior. El plan 2009 tendrá vigencia durante un periodo de 11 cuatrimestres contados a partir del cuatrimestre siguiente a la aprobación del Consejo Superior.

La incorporación de los estudiantes al nuevo plan de estudios o la permanencia en el plan anterior se ajustará a lo siguiente:

a. Los/las ingresantes al CBC en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudio.

b. Los/las ingresantes al segundo ciclo de la carrera en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, que cumplan con lo establecido en la RESCS 2022-1721 con las excepciones establecidas en los artículos 2 y 3, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios.

c. Los/las estudiantes no incluidos en los puntos a. y b. podrán optar por pasar al nuevo plan o permanecer en el plan actual.

c.1. Los/las estudiantes que opten por permanecer en el plan vigente deberán optar mediante nota escrita presentada en Dirección de Alumnos en un periodo no mayor a un (1) año a partir de la sanción de la presente resolución. Hecha la opción por continuar en dicho plan, deberán concluir los estudios antes de la finalización del plazo previsto en el primer párrafo de este apartado. Los/as estudiantes que no hayan cumplido los requisitos previstos durante dicho plazo, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios conforme la tabla de equivalencias que se fija en el cuadro siguiente.

c.2. Los/las estudiantes que opten por pasar al nuevo plan deberán solicitarlo a la Dirección de Alumnos a partir de su aprobación por el Consejo Superior y se les reconocerán automáticamente las equivalencias incluidas en la siguiente Tabla. Adicionalmente, y de acuerdo con las funciones establecidas para la Comisión Curricular de la carrera, ésta analizará las trayectorias académicas de los/las estudiantes pudiendo otorgar además otras equivalencias y/o reconocimiento de créditos electivos/optativos en el plan 2023. Así toda materia aprobada en el marco del Plan 1986 que no tuviera equivalencias en el Plan 2023, podrá ser considerada como créditos electivos/optativos en el plan 2023.

**Tabla de equivalencias con el Plan vigente**

OBLIGATORIAS (CBC)							
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			CAMBIOS	Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T		CÓDIGO	ASIGNATURA	CR	T
CBC: IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Pensamiento Computacional	38	O		24 - 40 - 62 - 66 - 03 - 05 -	CBC: IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Química	38	O

OBLIGATORIAS (SEGUNDO CICLO)						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Análisis Matemático II	8	O	81.01	Análisis Matemático II	8	O
Introducción a la Ingeniería Civil	4	O	84.01 + 87.11	Introducción a la Ingeniería Civil + Medios de Representación A	2 + 6	O
Introducción a la Ingeniería Civil	4	O	84.01 + 94.03	Introducción a la Ingeniería Civil + Construcciones	2 + 6	O
Física de los Sistemas de Partículas	6	O	82.01	Física I	8	O
Álgebra Lineal	8	O	81.02	Álgebra II	8	O
Química Básica	6	O	83.01	Química	6	O
Estática	4	O	84.02	Estabilidad I	6	O
Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo + Ingeniería Territorial y Urbana	4 + 4	O + E	88.09 + 88.08	Análisis de sistemas de transporte + Ingeniería Territorial	4 + 4	O + E

OBLIGATORIAS (SEGUNDO CICLO)						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo + Arquitectura y Urbanismo	4 + 6	O + E	88.09 + 94.02	Análisis de sistemas de transporte + Arquitectura y planificación urbana	4 + 6	O
Probabilidad y Estadística	6	O	81.03	Probabilidad y Estadística A	4	O
Resistencia de Materiales	8	O	84.03	Estabilidad II	8	O
Hidráulica General	6	O	89.01	Hidráulica General	6	O
Modelación Numérica	4	O	95.10	Modelación numérica	6	O
Electricidad y Magnetismo + Calor y Termodinámica	6 + 2	O	82.02	Física II	8	O
Análisis Estructural	6	O	84.06	Estabilidad III	8	O
Comportamiento de Materiales	8	O	84.04	Comportamiento de Materiales	8	O
Hidráulica Aplicada	4	O	89.09	Hidráulica Aplicada	4	O
Mecánica de Suelos y Geología	8	O	84.07	Mecánica de Suelos y Geología	8	O
Diseño Geométrico de Obras Lineales + Materiales Viales y Pavimentos I	3 + 3	O	88.10	Caminos	4	O
Materiales Viales y Pavimentos I	3	O	88.01	Construcción de Carreteras	6	E
Diseño Geométrico de Obras Lineales	3	O	88.02	Diseño y operación de caminos	6	E
Construcciones Civiles y Arquitectura + Arquitectura y Urbanismo	6 + 6	O + E	94.03 + 94.02	Construcciones + Arquitectura y planificación urbana	6 + 6	O
Topografía y Geodesia	4	O	90.01	Topografía y Geodesia	4	O
Economía y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil	4	O	88.14	Evaluación de proyectos	4	O
Hidrología Aplicada	6	O	89.05	Hidrología	4	O

OBLIGATORIAS (SEGUNDO CICLO)						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Hormigón I	8	O	94.01	Hormigón I	8	O
Sistemas de Transporte Guiado I	3	O	88.12	Ferrocarriles A	2	O
Puertos y Vías Navegables I	3	O	88.13	Puertos y Vías Navegables A	4	O
Aeropuertos I	2	O	88.11	Aeropuertos A	2	O
Ingeniería Sanitaria I	4	O	89.11	Ingeniería Sanitaria I	4	O
Estructuras Metálicas I	6	O	94.10	Estructuras Metálicas I	6	O
Instalaciones de las Obras Civiles	6	O	94.05	Instalaciones en Obras Civiles I	6	O
Cimentaciones	3	O	94.09	Geotecnia Aplicada	4	O
Hormigón II	4	O	94.04	Hormigón II	8	O
Gestión Socioambiental de las Obras Civiles	3	O	89.12	Gestión Ambiental en Ingeniería Civil	3	O
Gerenciamiento y Organización de Obras Civiles	4	O	91.02	Gerenciamiento y Organización de Obras Civiles	4	O
Legislación y Ejercicio Profesional	2	O	91.16	Legislación y Ejercicio Profesional de la Ingeniería Civil	6	O
Higiene y Seguridad	2	O	97.03	Higiene y Seguridad en Obras Civiles	3	O
Trabajo Profesional de Ingeniería Civil o Tesis	12	O	84.99 / 84.00	Trabajo Profesional de Ingeniería Civil o Tesis de Ingeniería Civil	13	O

Los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 84.01 Introducción a la Ingeniería Civil del Plan vigente que no hayan aprobado la asignatura 87.11 Medios de Representación, podrán rendir una evaluación sobre temas complementarios a los aprobados en el plan 2009 a fin de otorgar la aprobación de la asignatura "Introducción a la Ingeniería Civil" del Plan 2023

A los/as estudiantes que hayan aprobado las asignaturas Introducción a la Ingeniería Civil + Medios de Representación en el plan 2009 se les otorgarán 4 (cuatro) créditos en asignaturas electivas/optativas del Plan 2023

A los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 82.01 Física I del plan 2009 se les otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas del Plan 2023.

A los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 82.02 Física II del plan 2009 se les otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas del Plan 2023.

Los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 88.09 Análisis de sistemas de transporte del Plan vigente que no hayan aprobado la asignatura 94.02 Arquitectura y planificación urbana, podrán rendir una evaluación sobre temas complementarios a los aprobados en el plan 2009 a fin de otorgar la aprobación de la asignatura “Introducción al Transporte, la Movilidad y el Urbanismo” del Plan 2023.

A los/as estudiantes que hayan aprobado las asignaturas 88.01 Construcción de Carreteras del plan vigente y obtengan la aprobación de Materiales viales y pavimentos I en el Plan 2023 se les otorgará, además, 3 créditos electivos.

A los/as estudiantes que hayan aprobado las asignaturas 88.02 Diseño y operación de caminos del plan vigente y obtengan la aprobación de Diseño geométrico de obras lineales en el Plan 2023 se les otorgará, además, 3 créditos electivos.

Los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 94.03 Construcciones Civiles y Arquitectura del Plan vigente que no hayan aprobado la asignatura 94.02 Arquitectura y planificación urbana, podrán rendir una evaluación sobre temas complementarios a los aprobados en el plan 2009 a fin de otorgar la aprobación de la asignatura “Construcciones Civiles y Arquitectura”.

A los/as estudiantes que hayan aprobado la asignatura 94.04 Hormigón II del plan 2009 se les otorgarán 4 (cuatro) créditos en asignaturas electivas/optativas del Plan 2023.

ELECTIVAS						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Mecánica del Sólido	6	E	84.08	Estabilidad IV	8	E
Dinámica de las estructuras	4	E	84.12	Dinámica de las estructuras	4	E
Análisis sísmico de estructuras	4	E	84.14	Análisis Sísmico	4	E
Método de los Elementos Finitos	6	E	84.09	Método de los Elementos Finitos	4	E
Seguridad Estructural	4	E	84.11	Seguridad Estructural	2	O
Análisis experimental de estructuras	4	E	84.10	Análisis experimental de tensiones	2	E
Materiales Viales y Pavimentos II	4	E	88.01	Construcción de carreteras	6	E
Diseño Vial Rural y Urbano	4	E	88.02	Diseño y operación de caminos	6	E
Puertos y Vías Navegables II	3	E	88.03	Puertos y Vías Navegables B	2	E
Sistemas de Transporte Guiado II	3	E	88.04	Ferrocarriles B	4	E
Aeropuertos II	3	E	88.05	Aeropuertos B	4	E
Planeamiento del Transporte	4	E	88.06	Planeamiento del Transporte	6	E
Tránsito y Seguridad Vial	4	E	88.07	Tránsito	4	E
Ingeniería Territorial y Urbana	4	E	88.08	Ingeniería Territorial	4	E
Centrales hidráulicas	6	E	89.03	Centrales hidráulicas	6	E
Modelos hidráulicos	4	E	89.04	Modelos hidráulicos	4	E
Planificación de recursos hídricos	4	E	89.06	Planificación de recursos hidráulicos	4	E

ELECTIVAS						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Construcciones hidráulicas	4	E	89.07	Construcciones hidráulicas	4	E
Aprovechamientos hidráulicos	4	E	89.10	Aprovechamientos hidráulicos	4	O
Hidráulica fluvial	4	E	89.13	Hidráulica fluvial	4	E
Hidráulica marítima	4	E	89.14	Hidráulica marítima	4	E
Ingeniería Sanitaria aplicada	4	E	89.16	Ingeniería Sanitaria II	4	E
Presas	6	E	94.06	Presas	6	E
Arquitectura y Urbanismo	6	E	94.02	Arquitectura y Planificación Urbana	6	O
Estructuras Metálicas Avanzadas	6	E	94.11	Estructuras Metálicas II	6	E
Tecnología del Hormigón	4	E	94.12	Tecnología del hormigón	4	O
Patología de la Construcción	4	E	94.13	Patología de la Construcción	4	E
Estructuras de Madera	4	E	94.14	Estructuras de Madera	4	E
Sistemas Constructivos	4	E	94.15	Sistemas Constructivos	4	E
Sistemas Estructurales	6	E	94.16	Sistemas Estructurales	6	E
Diseño Estructural	6	E	94.17	Diseño Estructural	6	E
Inspección y Ejecución de Estructuras de Hormigón	6	E	94.18	Inspección y Ejecución de Estructuras de Hormigón	6	E
Análisis Matemático III	6	E	81.06	Análisis Matemático III B	6	E
Electivas/Optativas	4	E	85.35	Electrotecnia General C	4	E

ELECTIVAS						
Se otorgará aprobadas por equivalencia del Plan 2023			Habiéndose aprobado en el Plan 2009			
ASIGNATURA	CR	T	CÓD	ASIGNATURA	CR	T
Electivas/Optativas	8	E	87.02	Termodinámica IA	8	E
Electivas/Optativas	4	E	89.08	Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos	4	E
Electivas/Optativas	4	E	89.15	Laboratorio de Hidráulica	4	E
Electivas/Optativas	4	E	91.09	Economía	4	O
Electivas/Optativas	4	E	94.07	Maquinarias de la Construcción	4	E
Electivas/Optativas	6	E	94.08	Urbanismo	6	E
Electivas/Optativas	4	E	94.19	Materiales no tradicionales en la construcción	4	E
Electivas/Optativas	4	E	94.20	Instalaciones en Obras Civiles II	4	E
Electivas/Optativas	3	E	81.13	Dinámica de las Estructuras II	3	E
Electivas/Optativas	6	E	95.04	Análisis Numérico I	6	E
Inglés	Req	O	--	Inglés	Req	O

DICTAMEN N° 5230

VISTO

La RESCS-2023-641-UBA-REC (Capítulo A CÓDIGO.UBA I-18) que establece las normas para la gestión de creación y modificación de planes de estudio de grado en la Universidad de Buenos Aires.

La RESCS-2019-1716-UBA-REC (Capítulo B CÓDIGO.UBA I-1) que establece las normas correspondientes al Título académico de "Bachiller Universitario" en las carreras de grado de esta Universidad.

La RESCD-2018-1235--UBA-DCT\_FI que genera el Programa Plan 2020 con vistas a la actualización de la oferta educativa frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería.

La RESCD-2021-77-UBA-DCT\_FI que establece el Marco Curricular de los Planes de Estudio de las Carreras de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La RESCD-2021-78-UBA-DCT\_FI que aprueba las Asignaturas y Requisitos Comunes a las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La Resolución ME 1550/2021 1254/2018, Anexo VII. que norma las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación de Ingeniería Electrónica.

La Resolución ME 1550/2021 que aprueba los estándares para las carreras de Ingeniería Electrónica, y

CONSIDERANDO

Que la propuesta elevada por la Comisión Curricular de la carrera Ingeniería Electrónica cumple con las normativas correspondientes a la creación de nuevos planes de estudio de carreras vigentes.

Que el nuevo Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica permite que las graduadas y graduados cuenten con los saberes requeridos para el ejercicio profesional de acuerdo con lo establecido en las Actividades Reservadas al título.

Que en la elaboración de la propuesta se tuvieron presentes los requisitos ministeriales.

Que asimismo el presente Plan de Estudio responde a la normativa establecida por este Consejo Directivo para los planes de estudio de la FIUBA.

La opinión favorable de la Secretaría de Gestión Académica.

Los análisis realizados por la Secretaría de Planificación Académica y de Investigación.

Lo dispuesto por este Consejo Directivo en su sesión del 14 de septiembre de 2023 con XX votos afirmativos, de un total de XX consejeros presentes.

Por ello:

## EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Resuelve

Artículo 1.- APROBAR el Plan de Estudios de la Carrera Ingeniería Electrónica

Artículo 2.- SOLICITAR al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires la aprobación del texto ordenado del Plan de Estudio de la Carrera Ingeniería Electrónica que figura como Anexo de la presente Resolución.

Artículo 3.- REGÍSTRESE. Comuníquese a la Dirección de Comunicación Institucional para su publicación en el sitio de Transparencia Institucional. Pase a la Secretaría de Planificación Académica de Investigación quien comunicará a la Secretaría de Gestión Académica, a las autoridades de la carrera y elevará a la Universidad de Buenos Aires para su consideración. Cumplido, archívese.

**ANEXO**

**TEXTO ORDENADO**

**DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica obedece a la necesidad de actualizar la oferta educativa de FIUBA frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería y la informática, según establece la Resolución Consejo Directivo N° 1235/18 que aprueba el proyecto denominado “Plan 2020”. Éste contiene la estrategia académica general para las carreras de grado y posgrado de esta unidad académica con las definiciones estratégicas, políticas y reglas para la construcción de sus Planes de Estudio.

Entre las principales situaciones identificadas y a contemplar en las acciones del Plan 2020, y la actualización de la oferta académica de grado como parte de éste, se encuentran:

1. Carreras con alta exigencia horaria y alargamiento en la duración real.
2. Oportunidades de mejora en el diseño y desarrollo curricular.
3. Oportunidades de mejora en el CBC.
4. Situación en el primer tramo de las carreras.
5. Demanda de nuevos conocimientos y competencias tanto duras como blandas, en el marco de la llamada 4ta. Revolución Industrial.
6. Preocupación creciente por el Impacto Social y Ambiental de la Ingeniería.
7. Necesidad de que más mujeres estudien, se gradúen y se desarrollen profesionalmente en carreras de Ingeniería.
8. Desarrollo de la Internacionalización de la Educación Superior.
9. Nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería.
10. Oportunidades para mejorar la articulación entre la investigación-desarrollo y la docencia.

A partir de ello, y entendiendo la Educación Superior (ES) como bien público, el desafío de la discusión en torno a la currícula constituyó también una oportunidad para pensar integralmente cómo diseñar una herramienta que logre que un ingresante pase a ser un egresado con el perfil deseado, contribuyendo con ello al ejercicio efectivo de ese derecho.

La Facultad de Ingeniería abordó en consecuencia la revisión de los planes de estudio de sus carreras de grado para mejorar la oferta académica con vistas a:

- disminuir el tiempo de graduación y facilitar la disminución de la distancia entre el tiempo teórico y el real de cursado de las carreras, mejorando los trayectos académicos de los/as estudiantes;
- incorporar nuevas temáticas que la innovación y los cambios tecnológicos transforman en básicas para todas las carreras en el contexto presente y futuro y que permiten dar respuesta a los requerimientos previsibles en el futuro cercano y adaptarse a los cambios que se sucedan;
- reforzar el desarrollo de capacidades centrales para los/as profesionales, tales como comunicación, desarrollo de relaciones interpersonales (con especial atención a las cuestiones de género y de no discriminación), creatividad, capacidades para la investigación y el desarrollo, y para el trabajo interdisciplinario;
- optimizar la articulación de la enseñanza entre las distintas carreras de grado, así como entre éstas y la enseñanza de posgrado y las actividades de investigación, extensión y transferencia que se realizan en la FIUBA y en la UBA en general;
- promover la internacionalización.

En el proceso iniciado se definió la necesidad de sostener características compartidas en la estructura curricular de las distintas carreras así como una base común en torno a las ciencias básicas, y establecer el otorgamiento de un título intermedio “Bachillerato Universitario en Ciencias de la Ingeniería” en un todo de acuerdo a lo establecido en RES CS 1716/19.

La creación del Bachillerato Universitario responde a la necesidad de acreditar formalmente los saberes adquiridos por los/as estudiantes en sus primeros años universitarios, y de promover la terminalidad de los estudios de grado. Si bien este título no habilita para el ejercicio profesional supone un reconocimiento a quienes completaron un trayecto formativo y cuentan con capacidades académicas que les permiten colaborar y realizar tareas de apoyo en proyectos y actividades de carácter científico, tecnológico e ingenieril.

Asimismo, la instauración del título de Bachiller Universitario busca facilitar el reconocimiento internacional de un primer tramo de los estudios superiores, de acuerdo con las tendencias que se vienen desarrollando en el campo de la educación superior. De este modo, se espera promover la internacionalización, favorecer la firma de acuerdos con Universidades prestigiosas de distintas partes del mundo, facilitar la continuidad del cursado en el exterior y promover acuerdos de doble titulación.

En la búsqueda de los objetivos planteados en el proceso Plan 2020 se generaron además criterios para la redefinición de la carga horaria total de la carrera, su duración en cuatrimestres y la consideración de la carga horaria semanal propuesta. Se estableció la incorporación de por lo menos tres instancias (inicial, intermedia y final) de trabajo sobre proyectos y las características de la oferta de electivas y optativas. La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica responde a estas consignas establecidas por el Consejo Directivo.

Por otro lado, las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación Ingeniería Electrónica fueron redefinidas por Resolución ME 1254/2018, Anexo VII. Asimismo, y a propuesta del CONFEDI, fueron aprobados los nuevos estándares para las carreras de ingeniería e informática, correspondiendo a la carrera los establecidos en la Resolución ME 1550/2021.

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica se adecua a lo establecido en esas Resoluciones Ministeriales.

A partir de estos cambios, y en función de los objetivos y pautas definidas en el marco del Plan 2020, la carrera redefinió contenidos obligatorios, electivos y optativos, cargas horarias asociadas, su organización en asignaturas, su articulación y correlatividades modificando la carga horaria total y la duración teórica real, de 4448 a 3648 hs distribuidas en 10 cuatrimestres. Con esta modificación la carga horaria por asignatura no supera los 8 créditos, correspondiendo a ello una carga horaria semanal de clase no mayor a 8 horas. Asimismo la carga horaria semanal promedio no supera 24 créditos por cuatrimestre.

La Ingeniería Electrónica en nuestro país y en el mundo se ha ido expandiendo aceleradamente, aplicándose a prácticamente todas las actividades humanas, incluso aquellas que otrora parecían inconexas. Adicionalmente, muchos aspectos tecnológicos quedan obsoletos en el transcurso de pocos años. Por lo tanto, una sólida formación en ciencias y tecnologías básicas, que suelen ser más permanentes en el tiempo, sumada a una actualización rápida y flexible con los conceptos más avanzados, se hacen imprescindibles. Por otra parte, los métodos de enseñanza y de aprendizaje deben modernizarse para adecuarse a las necesidades de las nuevas generaciones de estudiantes que ingresan a esta casa de Altos Estudios, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías educativas. Así, se propuso rediseñar la carrera manteniendo la sólida formación teórica y al mismo tiempo reforzando los aspectos aplicados y prácticos del saber hacer, con el objetivo de formar la mejor generación de ingenieros de la próxima década.

El proceso de confección del nuevo plan de estudios fue abierto a discusión con toda la comunidad desde el inicio e incluyó una amplia participación de estudiantes, graduados y docentes. Incluso se tomaron en cuenta las perspectivas de referentes de otras carreras, en busca de una visión multidisciplinaria y enriquecedora. El trabajo realizado incluyó alrededor de 450 horas de reuniones de estudiantes, graduados y docentes, con aproximadamente 3.600 horas-persona de los miembros de la Comisión Curricular Permanente de Ingeniería Electrónica. Así, se realizó un análisis de la situación preexistente, incluyendo las estadísticas actuales del progreso estudiantil a lo largo de la carrera. Se buscó que el diseño se realizara desde una perspectiva diferente y novedosa, tratando de evitar eventuales sesgos impuestos por aspectos históricos. Se determinaron las áreas de mayor interés, buscando mantener una coherencia a lo largo de todo el plan de estudios. Así, se hizo foco sobre la importancia y la obligatoriedad de cada tema, fortaleciendo el contenido práctico sin perder el respaldo teórico existente, con el fin de hacer más atractivas las aplicaciones de la ingeniería electrónica. Se priorizó la integración de tecnologías básicas y aplicadas, lo cual llevó a la incorporación de talleres. Finalmente, se verificó que el Plan propuesto cumplía con todas las recomendaciones y regulaciones correspondientes.

El nuevo diseño se basa en:

- Determinar las áreas de conocimiento alcanzadas.
- Definir las asignaturas aplicadas comunes necesarias para cada área.
- Acotar la duración deseada de la carrera.
- Establecer las bases necesarias de física y matemática.
- Reforzar la integración entre los contenidos prácticos y los teóricos.

- Flexibilizar el camino crítico a través de la eliminación de correlativas innecesarias, y minimizando la repetición de contenidos entre asignaturas.
- Acercar la experiencia del equipo de investigadores y profesionales de todas las áreas, que permita generar una base apta para encarar los desafíos de la actualidad y fundamentalmente los que se prevén en el futuro.
- Brindar suficiente flexibilidad a las áreas de orientación para que puedan seguir la dinámica siempre cambiante de la profesión.
- Adelantar los contenidos específicos de la carrera sin sacrificar especificidad ni profundidad, ofreciendo tempranamente un panorama de las posibilidades que ofrece cada área de orientación.
- Permitir un aprendizaje incremental tanto en las áreas específicas de la carrera como en aspectos transversales e interdisciplinarios.
- Promover la articulación con Especializaciones y Maestrías, así como con la investigación científica y tecnológica.

## 2. DENOMINACIÓN DE LA CARRERA Y DEL TÍTULO

Denominación de la carrera: Ingeniería Electrónica.

El título otorgado es el de INGENIERO/A ELECTRÓNICO/A.

La carrera otorga el título intermedio de **Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica**, cuyas características y requisitos se desarrollan en punto 11 de este documento.

## 3. MODALIDAD DE ENSEÑANZA

La modalidad de la carrera es presencial.

## 4. REQUISITOS CONDICIONES DE INGRESO

Para ingresar en la carrera, el/la estudiante deberá contar con el nivel secundario o equivalente completo o, en su defecto, cumplir con las condiciones establecidas por el Consejo Superior para los mayores de 25 años que no los hubieran aprobado.

## 5. OBJETIVOS

En el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), la FIUBA se propone formar profesionales de alta calidad académica, con conocimientos sólidos y actualizados, y con visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

Los/as profesionales FIUBA contarán con conocimientos teóricos, habilidades experimentales y procedimentales, conocimiento de criterios y reglas de procedimiento, capacidades de razonamiento y resolución de problemas de acuerdo con las reglas específicas de la profesión. Además, serán capaces de manejar las herramientas y habilidades propias del hacer investigativo que contribuyen al desarrollo tecnológico.

Entre las competencias que la FIUBA se propone desarrollar en sus estudiantes, cabe señalar: espíritu emprendedor, y orientación a la acción y la prueba en entornos colaborativos y de alta incertidumbre; creatividad e innovación; interdisciplinariedad, habilidades para trabajar en grupos heterogéneos con profesionales de otras disciplinas para lograr un objetivo común en un marco de requerimiento de competencias y conocimientos diversos y complejos que exceden los propios de una carrera; trabajo en equipo y capacidad de liderazgo respetuoso y no discriminatorio; ética, compromiso político y responsabilidad social, incluyendo la capacidad de evaluar el impacto económico, social y ambiental a nivel local y global de cualquiera de las acciones tomadas a nivel técnico; conciencia ambiental, compromiso con la preservación, la mejora, el desarrollo y la regeneración de los elementos que integran el ambiente, el comportamiento respetuoso y generoso hacia el mismo y los conocimientos para evitar o minimizar los impactos reales o potenciales de los diseños y desarrollos tecnológicos y de su desempeño profesional y personal en el ambiente con una visión sostenible; conciencia social, compromiso para encarar de manera adecuada las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos; gestión de proyectos tanto de organización industrial como de desarrollo tecnológico y la gestión del cambio; habilidades científicas y tecnológicas generales; y habilidades lingüísticas, capacidad de comunicarse en forma oral y escrita de manera adecuada tanto en español como en inglés.

Es objetivo de la Carrera de Ingeniería Electrónica formar profesionales con los conocimientos científicos y técnicos requeridos para asumir con idoneidad y responsabilidad cívica, social y ambiental el amplio espectro de actividades vinculadas con:

1. Diseñar, desarrollar, proyectar, dirigir, construir, operar y mantener sistemas electrónicos y optoelectrónicos así como lo referido a la seguridad de los mismos, incluyendo las diversas técnicas y actividades relacionadas con el tratamiento de señales y datos entre dispositivos y sistemas, considerando los efectos y riesgos, las necesidades y requisitos de los usuarios, las organizaciones y la sociedad.
2. Desarrollarse profesionalmente con una formación sólida en física y matemática, ciencias de la ingeniería, ingeniería electrónica y optoelectrónica tanto analógica como digital, procesamiento de señales y datos, sistemas de comunicación, computadoras y sistemas embebidos, sistemas de control y automatización, inteligencia artificial, seguridad y sistemas.
3. Fundar, dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.
4. Interpretar los nuevos desarrollos tecnológicos en el área de la electrónica para la administración de recursos escasos, que sobre bases económicas, sociales, ambientales, éticas, políticas, orienten al ingeniero/a en la necesidad de lograr óptimos resultados en los plazos de ejecución prefijados.
5. Entender en asuntos legales, de economía y finanzas de la Ingeniería Electrónica, realizar arbitrajes y pericias, certificaciones, tasaciones y valuaciones referidas a lo específico de la Electrónica y los recursos humanos involucrados.

6. Desarrollar actividades académicas (investigación, transferencia, docencia) en relación a los conocimientos tecnológicos y científicos correspondientes a la especialidad.

## 6. PERFIL DEL GRADUADO

El perfil del graduado/a FIUBA se establece en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06), y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18).

Los/as graduados/as FIUBA serán profesionales de excelencia, capaces de desenvolverse profesionalmente de manera satisfactoria en distintos ámbitos y contextos: integrando organizaciones públicas o privadas, en actividades de investigación y desarrollo, en consultoría, desarrollando emprendimientos, entre otras actividades posibles.

Entre los rasgos que caracterizan a una persona graduada en FIUBA se pueden mencionar:

- Formación académica (científica y tecnológica) y profesional sólida y actualizada que le permita interpretar y procesar los cambios de paradigmas, extender la frontera del conocimiento e intervenir en las políticas públicas.
- Competencia para seleccionar y utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas propias de su carrera, tanto para la actividad profesional de excelencia como para iniciarse en la docencia, la investigación y el desarrollo.
- Capacidad de diseñar, planificar, realizar, evaluar, mejorar y gestionar proyectos, y de generar e implementar soluciones a problemas profesionales complejos de naturaleza tecnológica, que sean acordes a los requerimientos del mundo actual y a las necesidades de la sociedad y del país, que les permita contribuir al desarrollo económico, ambiental y social con una perspectiva de accesibilidad y sustentabilidad.
- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.
- Competencias para desempeñarse con creatividad, emprendedorismo y espíritu crítico, integrando y liderando equipos diversos.
- Capacidad para fundar, dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo y el desarrollo profesional en contextos de cambios sociales y tecnológicos.
- Competencias comunicacionales para desempeñarse en contextos interdisciplinarios, interculturales e internacionales, en redes virtuales y en dinámicas de trabajo grupal, utilizando tanto el español como el inglés.

- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

## **7. ALCANCES Y ACTIVIDADES RESERVADAS PARA LAS QUE HABILITA EL TÍTULO**

### **Actividades Profesionales Reservadas (Resolución ME 1254/2018 anexo VII)**

1. Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión, y/o procesamiento de campos y señales, analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes.
2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.
3. Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.
4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional.

### **Alcances del Título de Ingeniero/a Electrónico/a**

El/La Ingeniero/a Electrónico/a de la Universidad de Buenos Aires posee dentro de los Alcances de su actividad profesional, aquellos que se definen a continuación:

Concebir, inventar, diseñar, modelar, desarrollar, proyectar, planificar, aplicar y ejecutar sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a:

- redes y sistemas de comunicaciones;
- sistemas de control automático y automatización industrial;
- procesamiento de señales y datos de cualquier tipo;
- sistemas electrónicos digitales embebidos o discretos, incluyendo su hardware y software;
- sistemas electrónicos analógicos lineales y no lineales;
- sistemas de control de generación, suministro e interconexión de energías convencionales y no convencionales, y de baja tensión en general;
- sistemas de navegación de vehículos y transporte;
- sistemas de seguridad;
- dispositivos semiconductores y

- proyectos electrónicos,

contemplando (en todos los casos) el impacto social, ambiental, técnico, legal, económico, y en particular la eficiencia energética, para todo tipo de sectores y organizaciones, tanto públicas como privadas.

Organizar, dirigir, controlar, gestionar, administrar, analizar, seleccionar, determinar la factibilidad, poner en funcionamiento, operar y mantener sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a lo mencionado anteriormente.

Evaluar, simular, especificar, implementar, aplicar, emprender y optimizar sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a lo mencionado anteriormente.

Realizar investigaciones en instituciones y organizaciones, tanto públicas como privadas en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.

Organizar y desarrollar actividades de formación en organizaciones diversas, sobre las temáticas mencionadas en las actividades reservadas.

Definir estándares y métricas considerando los aspectos técnicos, legales, económicos, sociales, ambientales y de calidad en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.

Realizar arbitrajes, pericias, valuaciones y tasaciones considerando los aspectos arriba mencionados en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.

Dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica.

## **8. ESTRUCTURA CURRICULAR DE LA CARRERA**

La estructura de la carrera comprende dos ciclos de formación:

- Ciclo Básico Común: 2 cuatrimestres.
- Segundo Ciclo: 8 cuatrimestres.

Se requiere haber aprobado el CBC para comenzar con el segundo ciclo.

La estructura del segundo ciclo contempla las asignaturas obligatorias de ciencias básicas, de las tecnologías básicas o ciencias de la ingeniería, de tecnologías aplicadas, y de ciencias y tecnologías complementarias, así como una oferta de asignaturas electivas. Entre las asignaturas obligatorias se incluyen tres proyectos integradores.

Estos proyectos son espacios curriculares que buscan fortalecer la formación profesional de los/as estudiantes a partir de la presentación de propuestas que exigen el involucramiento en prácticas preprofesionales mediante la resolución de problemas y/o el diseño y desarrollo de proyectos en situaciones reales o simuladas. Los mismos permiten tanto la movilización y articulación de los distintos contenidos aprendidos en distintas asignaturas como el desarrollo de habilidades, capacidades, saberes del oficio y competencias genéricas y específicas propias del trabajo

profesional. En particular, constituyen instancias privilegiadas -aunque no únicas- para la incorporación de los contenidos transversales.

El **Proyecto Inicial** se desarrolla en la asignatura Introducción a la Ingeniería Electrónica. Tiene como objetivos: estimular el interés del estudiantado y reforzar su motivación; brindar oportunidades para iniciar el desarrollo de las competencias genéricas y específicas propias de la ingeniería; y promover la comprensión del sentido de las ciencias básicas en los estudios y en la práctica de la ingeniería. Con este fin, debe incluir experiencias de aprendizaje de ingeniería que proporcionen un marco para la práctica profesional. En consecuencia, esta asignatura abarca una iniciación al pensamiento ingenieril y al desarrollo de habilidades y capacidades profesionales necesarias en las distintas etapas del diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería con un enfoque que contempla la sustentabilidad, la preocupación por el cuidado del ambiente y las personas, y el desarrollo de la sensibilidad frente a las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos. De este modo, permite dar cuenta de la función social de la ingeniería, de los distintos ámbitos de inserción profesional, así como de los distintos problemas y soluciones tecnológicas a lo largo del tiempo y sus proyecciones a futuro.

El **Proyecto Intermedio** se desarrolla en la asignatura Taller de Sistemas Embebidos, la cual tiene un enfoque centrado en la práctica propia de la carrera más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la participación de las y los estudiantes.

El **Trabajo Integrador Final (TIF)** permite un abordaje integral de una situación similar a la que podría encontrarse en algún aspecto significativo del ejercicio profesional o de la tarea de investigación y/o desarrollo científico-tecnológico, teniendo en cuenta el perfil específico de la carrera. El TIF puede asumir la modalidad de un Trabajo Profesional o de una Tesis. Este espacio curricular promueve la integración de los distintos conocimientos aportados por la carrera en función de la situación problemática abordada, preferentemente en relación con contextos reales (organizaciones sociales, organismos del Estado, empresas, laboratorios, etc.) y contempla todas las dimensiones que sean relevantes para la situación abordada con una perspectiva de sustentabilidad económica, social y ambiental. Al Trabajo Profesional o a la Tesis se integran y acreditan ciento noventa y dos (192) horas supervisadas de práctica profesional. De este modo, el TIF genera oportunidades para poner en práctica y desarrollar habilidades, capacidades y competencias genéricas y específicas propias de la profesión y del perfil de los/as graduados/as FIUBA en Ingeniería Electrónica.

La carrera de ingeniería electrónica comienza con la incorporación de las bases de física y matemática, así como de las ciencias y tecnologías básicas de la ingeniería electrónica, las que se articulan con las siguientes áreas centrales.

- Automatización y Control
- Comunicaciones y Redes
- Procesamiento de Señales e Información
- Electrónica analógica
- Sistemas Embebidos y Digitales
- Microelectrónica y Optoelectrónica

A partir de estos fundamentos, es posible desarrollar aprendizajes relacionados con muchas otras áreas de conocimiento de la ingeniería electrónica, así como con otras ingenierías como la bioingeniería, la mecánica, la informática; e incluso con carreras como ciencias de la salud o sociales, entre otras. Esta diversidad de áreas se complementan a través de una variedad de asignaturas electivas y optativas.

En el presente plan de estudios se han incluido talleres especialmente diseñados para afianzar los conocimientos teóricos mediante su aplicación práctica. También se han distribuido contenidos teóricos de matemática y física a lo largo de la carrera con el objeto de acercarlos al momento de su aplicación, reforzando el aprendizaje de los mismos.

Las asignaturas, en su gran mayoría fueron diseñadas para que requirieran un mínimo de correlativas, y así flexibilizar la estructura facilitando las posibilidades de cursarlas.

El siguiente cuadro sintetiza la estructura curricular que se desarrolla posteriormente:

	<b>Cantidad de Asignaturas</b>	<b>Carga Horaria (horas reloj)</b>	<b>Créditos</b>
<b>PRIMER CICLO DE LA CARRERA (CBC)</b>	6	608	38
<b>SEGUNDO CICLO DE LA CARRERA</b>	33	3040	190
Asignaturas Obligatorias	28	2464	154
Asignaturas Electivas/Optativas	4	384	24
Trabajo Profesional o Tesis	1	192	12
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>39</b>	<b>3648</b>	<b>228</b>

Los créditos son una unidad de medida de la dedicación académica del estudiantado. Se computan considerando 1 (un) crédito como equivalente a 16 (dieciséis) horas de clase. Además, se establece que la carga horaria adicional de estudio personal y trabajo académico fuera de clase que estimativamente los/as estudiantes deben dedicar a cada asignatura durante esas 16 semanas no puede superar la cantidad de horas presenciales establecidas para la asignatura. La carga horaria total de estudio que demanda la carrera debe considerar también las horas que el estudiantado dedica al estudio durante las semanas de exámenes finales, que no están contabilizadas en el cuadro anterior.

### **Estructura de la carrera por años y régimen de correlatividades**

#### **PRIMER CICLO**

<b>Ciclo Básico Común</b>
<b>Primer y segundo cuatrimestre</b>

<b>Código</b>	<b>Asignaturas obligatorias</b>	<b>Carga Horaria Semanal</b>	<b>Carga Horaria Total</b>
24	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado	4	64
40	Introducción al Pensamiento Científico	4	64
66	Análisis Matemático A	9	144
62	Álgebra A	9	144
03	Física	6	96
90	Pensamiento Computacional	6	96
<b>Carga horaria total</b>		<b>38</b>	<b>608</b>

### SEGUNDO CICLO:

El cuadro siguiente muestra una de las posibles distribuciones de asignaturas en módulos cuatrimestrales. Esta distribución tiene en cuenta tanto las exigencias de asistencia a clase como las de estudio y trabajo personal, de manera de asegurar la factibilidad de un cursado regular y contribuir a la permanencia reduciendo la desvinculación académica por razones económicas, culturales y/o sociales.

Dentro del concepto de la flexibilidad curricular, cada estudiante podrá componer módulos cuatrimestrales de la manera que más se ajuste a sus intereses y posibilidades, cumpliendo con las correlatividades correspondientes.

Se incluye a continuación para cada asignatura, la carga horaria total y semanal, además de las asignaturas correlativas.

<b>MATERIAS OBLIGATORIAS DEL PLAN</b>			
<b>ASIGNATURAS</b>	<b>CRÉDITOS</b> (carga horaria semana)	<b>HORAS</b> (carga horaria total)	<b>CORRELATIVAS</b>
<b>TERCER CUATRIMESTRE</b>			
Análisis Matemático II	8	128	CBC
Física de los Sistemas de Partículas	6	96	CBC
Introducción a la Ingeniería Electrónica	6	96	CBC
Algoritmos y Programación	6	96	CBC
Total cuatrimestre	26	416	

<b>CUARTO CUATRIMESTRE</b>			
Álgebra Lineal	8	128	CBC
Electricidad, Magnetismo y Calor	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
Introducción a los Dispositivos Electrónicos	4	64	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Sistemas Digitales	6	96	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Total cuatrimestre	24	384	
<b>QUINTO CUATRIMESTRE</b>			
Probabilidad y Estadística	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Señales y Sistemas	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Análisis de Circuitos	6	96	Introducción a la Ingeniería Electrónica Electricidad, Magnetismo y Calor
Redes de Comunicaciones	6	96	CBC
Total cuatrimestre	24	384	
<b>SEXTO CUATRIMESTRE</b>			
Planificación de Proyectos	2	32	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Circuitos Microelectrónicos	6	96	Introducción a los Dispositivos Electrónicos Análisis de Circuitos
Procesos Estocásticos	6	96	Probabilidad y Estadística Señales y Sistemas
Control Automático	6	96	Electricidad, Magnetismo y Calor Señales y Sistemas
Taller de Sistemas Embebidos	6	96	Algoritmos y Programación Introducción a los Dispositivos Electrónicos Sistemas Digitales
Total cuatrimestre	26	416	
<b>SÉPTIMO CUATRIMESTRE</b>			
Química y Electroquímica	6	96	Electricidad, Magnetismo y Calor
Electromagnetismo Aplicado	4	64	Análisis de Circuitos
Taller de Automatización y Control	6	96	Algoritmos y Programación Control Automático Sistemas Digitales
Taller de Procesamiento de Señales	6	96	Procesos Estocásticos
Total cuatrimestre	22	352	

<b>OCTAVO CUATRIMESTRE</b>			
Dispositivos Semiconductores	6	96	Introducción a los Dispositivos Electrónicos Análisis de Circuitos
Taller de Comunicaciones Digitales	6	96	Señales y Sistemas Redes de Comunicaciones
Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos	6	96	Circuitos Microelectrónicos Electromagnetismo Aplicado
Higiene y Seguridad	2	32	100 créditos
Electivas	4	64	
Total cuatrimestre	24	384	
<b>NOVENO CUATRIMESTRE</b>			
Legislación y Ejercicio Profesional	2	32	100 créditos
Gestión de Proyectos Electrónicos	6	96	Planificación de Proyectos
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica (Trabajo profesional / Tesis de grado)	4	64	Planificación de Proyectos 3 Talleres
Electivas	12	192	
Total cuatrimestre	24	384	
<b>DÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
Impacto Social, Ambiental y Desarrollo Sustentable	4	64	100 créditos (Nota 1)
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica (Trabajo profesional / Tesis de grado)	8	128	Planificación de Proyectos 3 Talleres
Electivas	8	128	
Total cuatrimestre	20	320	
<b>TOTAL DEL SEGUNDO CICLO</b>	<b>190</b>	<b>3040</b>	
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>228</b>	<b>3648</b>	

Nota 1: se recomienda haber cursado Química y Electroquímica para esta asignatura.

<b>MATERIAS ELECTIVAS DEL PLAN</b>			
<b>ASIGNATURAS</b>	<b>CRÉDITOS</b> (carga horaria semana)	<b>HORAS</b> (carga horaria total)	<b>CORRELATIVAS</b>
Comunicaciones Inalámbricas	4	64	Electromagnetismo Aplicado Taller de Comunicaciones Digitales
Instrumentos Electrónicos y Metrología	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos

Electrónica de Alta Frecuencia	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Internet de las Cosas	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Infraestructura de Redes	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Propagación y Sistemas Irradianes	4	64	Electromagnetismo Aplicado
Compatibilidad Electromagnética	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Laboratorio de Comunicaciones	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Aprendizaje por Refuerzo	6	96	Taller de Procesamiento de Señales
Visión por Computadora	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Procesamiento del Habla	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Optimización Convexa	6	96	Procesos Estocásticos
Procesamiento Estadístico de Señales	4	64	Procesos Estocásticos
Taller de Sistemas Digitales	6	96	Sistemas Digitales Señales y Sistemas
Diseño y Verificación Digital	6	96	Taller de Sistemas Embebidos
Sistemas Operativos	6	96	Taller de Sistemas Embebidos
Algoritmos y Estructuras de Datos	6	96	Algoritmos y Programación
Sistemas Operativos Embebidos	4	64	Taller de Sistemas Embebidos
Instrumentación y Control de Procesos Industriales	4	64	Taller de Automatización y Control
Control Automático Avanzado	4	64	Taller de Automatización y Control
Control Automático Multivariable	4	64	Taller de Automatización y Control
Identificación y Control Adaptativo	4	64	Taller de Automatización y Control
Electrónica de Potencia	4	64	Circuitos Microelectrónicos
Accionamientos Variables	6	96	Circuitos Microelectrónicos Control Automático
Robótica Móvil	4	64	Procesos Estocásticos Algoritmos y Programación
Robótica Industrial	6	96	Taller de Automatización y Control
Microelectrónica	4	64	Circuitos Microelectrónicos Dispositivos Semiconductores
Laboratorio de Microelectrónica	4	64	Microelectrónica
Comunicación y Computación Cuántica	4	64	Taller de Sistemas Embebidos
Dispositivos Optoelectrónicos	4	64	Dispositivos Semiconductores

Avanzados			
Optoelectrónica	4	64	Dispositivos Semiconductores
Introducción a la Ingeniería Acústica	4	64	Señales y Sistemas
Acústica de Recintos	4	64	Señales y Sistemas
Electroacústica	4	64	Circuitos Microelectrónicos
Audio Profesional	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas	4	64	Algoritmos y Programación Taller de Comunicaciones Digitales
Sistemas Gráficos	4	64	Algoritmos y Programación
Introducción a la industria, los Sistemas y el Negocio Aeroespacial	6	96	120 créditos
Tecnología de Materiales para la Industria Aeroespacial B	4	64	Electricidad, Magnetismo y Calor Química y Electroquímica
Comunicaciones aeroespaciales B	2	32	Taller de Comunicaciones digitales

**ASIGNATURAS DE OTRAS FACULTADES:** Los estudiantes podrán cursar asignaturas en otras Facultades de la Universidad de Buenos Aires, otras Universidades del país o del extranjero, previo acuerdo con la Comisión Curricular Permanente de la carrera Ingeniería Electrónica. Esta última propondrá las equivalencias que pudieran corresponder o el número de créditos a otorgar en cada caso.

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS AFINES:** Los estudiantes podrán realizar actividades que complementen su formación con acuerdo previo de la Comisión Curricular Permanente de la carrera Ingeniería Electrónica, las que serán acreditadas de acuerdo a la normativa vigente.

## 9. REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

Para obtener el título de Ingeniero/a Electrónico/a se requieren doscientos veintiocho (228) créditos y el cumplimiento de los requisitos que se especifican a continuación.

De los doscientos veintiocho (228) créditos, treinta y ocho (38) corresponden al Primer Ciclo de la Carrera y ciento noventa (190) al Segundo Ciclo. En este último ciclo, los créditos se distribuyen del siguiente modo.

- Un total de ciento cincuenta y cuatro (154) créditos correspondientes a la aprobación de las asignaturas obligatorias comunes para todos los estudiantes de la carrera.
- Un total de veinticuatro (24) créditos en asignaturas electivas/optativas de libre elección por parte de los/as estudiantes. Los docentes a cargo del Trabajo Profesional, la Dirección de Tesis y/o la Comisión Curricular Permanente de la Carrera podrán recomendar la aprobación de una o más asignaturas específicas relacionadas con la temática del Trabajo Integrador Final. Hasta veinticuatro (24) créditos por asignaturas electivas podrán ser obtenidos mediante la aprobación de asignaturas optativas. Hasta un máximo de diez (10) créditos por asignaturas electivas podrán ser cubiertos por la realización de actividades académicas afines.
- Un total de 12 (doce) créditos otorgados por la asignatura Trabajo Integrador Final, sea en su formato Trabajo Profesional o Tesis.

### **Idioma Inglés**

Para obtener el título de Ingeniero/a Electrónico/a, el/la estudiante debe alcanzar el siguiente grado de dominio del idioma inglés:

-capacidad de entender textos sencillos tanto como ideas principales de textos complejos de carácter técnico dentro del campo de especialización de la carrera de grado correspondiente.

Dicha capacidad se determinará mediante una prueba de nivel en la que se asignará una calificación cualitativa (Aprobado/Desaprobado).

Los/ las estudiantes podrán acceder a los cursos preparatorios no obligatorios y no arancelados que a tal efecto ofrece la Facultad.

### **Práctica profesional**

El/la estudiante deberá incluir en su propuesta de Trabajo Integrador Final el desarrollo de actividades de campo que impliquen y le permitan acreditar 192 horas de actividad a nivel profesional. Estas actividades requerirán supervisión tanto desde la carrera, como de un/a orientador/a en la institución o proyecto en el cual desarrolle las actividades el/la estudiante, de acuerdo con el Reglamento vigente y con lo establecido en el Anexo III Criterios de Intensidad de la Formación Práctica de la Resolución Ministerial 1550/2021.

## **10. CARGA HORARIA TOTAL DE LA CARRERA Y DURACIÓN TEÓRICA EN AÑOS**

La modalidad de la carrera es presencial. La duración total es de tres mil seiscientos cuarenta y ocho (3648) horas reloj distribuidas a lo largo de diez (10) cuatrimestres. La cantidad de cuatrimestres se estima para estudiantes de dedicación completa al estudio, por lo que la duración teórica de la carrera es de cinco (5) años.

## **11. BACHILLER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA -TRAYECTO ELECTRÓNICA**

## **Perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica**

El perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería FIUBA - Trayecto Electrónica, en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), constituye un conjunto integrado de rasgos que se consideran esperables en quienes obtienen el título de pregrado:

- Formación académica básica y actualizada que les permita comprender los problemas y soluciones en cuyo tratamiento participe.
- Capacidad de participar en proyectos y problemas de naturaleza tecnológica, colaborando con los/as profesionales responsables e incorporándose a puestos de formación en la actividad profesional.
- Formación integral que les permita un desempeño laboral de acuerdo con principios éticos, responsabilidad y compromiso social.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo.
- Capacidades de interacción en el ámbito de trabajo.

### **Alcances del título**

Las personas que obtengan el título de Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica cuentan con conocimientos básicos sobre distintas disciplinas propias de la ingeniería que les permite:

- actuar en instituciones públicas y privadas como auxiliares en diversas tareas de apoyo a profesionales de la ingeniería respectiva;
- ayudar en la ejecución y control de problemas de ingeniería pertinentes;
- participar de proyectos y problemas de naturaleza tecnológica bajo supervisión de un/a profesional responsable;
- colaborar con los/as profesionales responsables en el desarrollo de proyectos y problemas de naturaleza científico-tecnológica;
- integrar equipos de trabajo en organizaciones y/o áreas tecnológicas e ingenieriles.

### **Carga horaria para la obtención del título**

El Bachillerato Universitario se otorga al cumplimentar 1700 horas del Plan de Estudio.

### **Contenidos exigibles**

De acuerdo con lo establecido por la Res CD 741/22, dentro de las 1700 horas exigidas para obtener el título, se encuentra la asignatura Introducción a la Ingeniería Electrónica.

## **12. CICLO LECTIVO A PARTIR DEL CUAL TENDRÁ VIGENCIA**

El presente plan se pondrá en vigencia a partir del primer cuatrimestre posterior a su aprobación por parte del Consejo Superior de la UBA.

## 13. CONTENIDOS MÍNIMOS ASIGNATURAS OBLIGATORIAS Y ELECTIVAS

### PRIMER CICLO

#### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

##### *Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado*

1. La sociedad: conceptos básicos para su definición y análisis. Sociedad y estratificación social. Orden, cooperación y conflicto en las sociedades contemporáneas. Los actores sociopolíticos y sus organizaciones de representación e interés, como articuladores y canalizadores de demandas. Desigualdad, pobreza y exclusión social. La protesta social. Las innovaciones científicas y tecnológicas, las transformaciones en la cultura, los cambios económicos y sus consecuencias sociopolíticas. La evolución de las sociedades contemporáneas: el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, las variaciones demográficas y las modificaciones en el mundo del trabajo, la producción y el consumo.
2. El Estado: definiciones y tipos de Estado. Importancia, elementos constitutivos, origen y evolución histórica del Estado. Formación y consolidación del Estado en la Argentina. Estado, nación, representación, ciudadanía y participación política. Estado y régimen político: totalitarismo, autoritarismo y democracia. Las instituciones políticas de la democracia en la Argentina. El Estado en las relaciones internacionales: globalización y procesos de integración regional.
3. Estado y modelos de desarrollo socioeconómico: el papel de las políticas públicas. Políticas públicas en economía, infraestructura, salud, ciencia y técnica, educación, con especial referencia a la universidad.

##### *Introducción al Pensamiento Científico*

1. Modos de conocimiento: Conocimiento tácito y explícito. Lenguaje y metalenguaje. Conocimiento de sentido común y conocimiento científico. Conocimiento directo y conocimiento inferencial. Ciencias formales y fácticas, sociales y humanidades. Ciencia y pensamiento crítico. Tipos de enunciados y sus condiciones veritativas. El concepto de demostración. Tipos de argumentos y criterios específicos de evaluación.
2. Historia y estructura institucional de la ciencia: El surgimiento de la ciencia contemporánea a partir de las revoluciones copernicana y darwiniana. Cambios en la visión del mundo y del método científico. Las comunidades científicas y sus cristalizaciones institucionales. Las formas de producción y reproducción del conocimiento científico. Las sociedades científicas, las publicaciones especializadas y las instancias de enseñanza.
3. La contrastación de hipótesis: Tipos de conceptos y enunciados científicos. Conceptos cuantitativos, cualitativos, comparativos. Enunciados generales y singulares. Enunciados probabilísticos. Hipótesis auxiliares, cláusulas ceteris paribus, condiciones iniciales. Asimetría de la contrastación y holismo de la contrastación.
4. Concepciones respecto de la estructura y el cambio de las teorías científicas: Teorías como conjuntos de enunciados. El papel de la observación y la experimentación en la ciencia. Cambios normales y cambios revolucionarios en la ciencia. El problema del criterio de demarcación. El

problema del progreso científico. El impacto social y ambiental de la ciencia. Ciencia, tecnología, sociedad y dilemas éticos.

### **Análisis Matemático A**

UNIDAD 1. Funciones y números reales

Funciones: Definición. Descripción de fenómenos mediante funciones. Funciones elementales: lineales, cuadráticas, polinómicas, homográficas, raíz cuadrada. Gráficos de funciones. Composición de funciones y función inversa. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones trigonométricas. Números reales. La recta real. Números irracionales. Axiomas de cuerpo. Supremo e ínfimo. Completitud de los números reales.

UNIDAD 2. Sucesiones. Definición. Término general. Noción de límite. Cálculo de límites. Propiedades. Álgebra de límites. Indeterminaciones. Sucesiones monótonas. Teorema sobre sucesiones monótonas. El número  $e$ . Subsucesiones. Sucesiones dadas por recurrencia.

UNIDAD 3. Límite y continuidad de funciones. Límites infinitos y en el infinito. Límite en un punto. Límites laterales. Límites especiales. Asíntotas horizontales y verticales. Continuidad. Definición y propiedades. Funciones continuas y funciones discontinuas. Teoremas de Bolzano y de los Valores intermedios.

UNIDAD 4. Derivadas. Recta tangente. Velocidad. Definición de derivada. Reglas de derivación. Regla de la cadena. Función derivada. Funciones derivables y no derivables. Derivada de la función inversa. Continuidad de funciones en intervalos cerrados. Extremos absolutos. Teorema de Fermat. Teoremas de Rolle y de Lagrange o del Valor Medio. Consecuencias del Teorema del Valor Medio. Teorema de Cauchy. Regla de L'Hopital.

UNIDAD 5. Estudio de funciones y optimización. Crecimiento y decrecimiento de funciones. Extremos locales. Asíntotas oblicuas. Concavidad y convexidad. Construcción de curvas. Cantidad de soluciones de una ecuación. Desigualdades. Problemas de optimización. Teorema de Taylor. Polinomio de Taylor. Expresión del resto. Problemas de aproximación de funciones.

UNIDAD 6. Integrales. Definición de integral. Propiedades de la integral. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Cálculo de primitivas. Métodos de sustitución y de integración por partes. Área entre curvas. Ecuaciones diferenciales.

UNIDAD 7. Series. Término general y sumas parciales. Series geométricas y series telescópicas. Criterios de convergencia. Series de potencia.

### **Álgebra A**

Unidad 1. Conjuntos, complejos y polinomios. Noción de conjuntos. Operaciones de conjuntos (complemento, unión e intersección). Números complejos. Representación de complejos en el plano. Operaciones. Forma binómica, polar y exponencial. Conjugación y simetrías. Traslaciones, homotecias y rotaciones. Polinomios con coeficientes en  $R$  y en  $C$ . Grado de un polinomio. Operaciones. Algoritmo de división. Teorema fundamental del álgebra. Raíces y descomposición factorial.

Unidad 2. Álgebra vectorial. Puntos y vectores en  $R^n$ . Operaciones, producto escalar y su interpretación geométrica. Norma. Rectas y planos. Noción de combinación lineal, dependencia lineal y de subespacio generado por vectores. Ángulo entre vectores. Producto vectorial. Distancia de un punto a un subespacio. Proyecciones y simetrías sobre rectas y planos.

Unidad 3. Sistemas lineales. Álgebra matricial y determinante. Sistemas de ecuaciones lineales. Resolución. Interpretación del conjunto de soluciones como intersección de planos y rectas. Matrices

en  $R^{n \times m}$ . Suma y producto. Eliminación de Gauss-Jordan. Determinante. Matriz inversa. Interpretación geométrica de la acción de una matriz de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$  sobre el cuadrado y el cubo unitario respectivamente.

Unidad 4. Funciones lineales. Funciones lineales entre vectores, su expresión funcional  $y = T(x)$  y su expresión matricial  $y = Ax$ . Imagen y pre imagen de un conjunto por una transformación lineal. Núcleo. Transformaciones sobre el cuadrado unitario. Interpretación geométrica del determinante. Transformación inversa.

Unidad 5. Introducción a las cónicas. Ecuaciones canónicas de las cónicas en coordenadas cartesianas. Elementos principales (focos, centro, vértices, semiejes, excentricidad). Representación geométrica.

### ***Física***

1. Magnitudes físicas. Magnitudes escalares y vectoriales: definición y representación gráfica. Operaciones con vectores: suma, resta, multiplicación por un escalar, producto escalar y producto vectorial. Sistema de coordenadas cartesianas. Versores. Expresión de un vector en componentes cartesianas. Proyecciones de un vector. Análisis dimensional.

2. Estática. Fuerzas. Momento de una fuerza. Unidades. Cuerpos puntuales: resultante y equilibrante. Cuerpos extensos: centro de gravedad, resultante y momento neto. Condiciones de equilibrio para cuerpos extensos. Cuerpos vinculados. Reacciones de vínculo. Máquinas simples.

3. Hidrostática. Densidad y peso específico. Concepto de presión. Unidades. Concepto de fluido. Fluido ideal. Presión en líquidos y gases. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Teorema fundamental de la hidrostática. Experiencia de Torricelli. Presión absoluta y manométrica. Teorema de Arquímedes. Flotación y empuje. Peso aparente.

4. Cinemática en una dimensión. Modelo de punto material o partícula. Sistemas de referencia y de desplazamiento, distancia, trayectoria. Velocidad media, instantánea y rapidez. Unidades. Aceleración media e instantánea. Movimiento rectilíneo. Gráficos  $r(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ . Interpretación gráfica de la velocidad y la aceleración.

5. Cinemática en dos dimensiones. Movimiento vectorial en el plano: coordenadas intrínsecas, aceleración tangencial, normal y total. Tiro oblicuo. Movimiento circular: período y frecuencia, velocidad y aceleración angular. Movimiento relativo.

6. Dinámica. Interacciones: concepto de fuerza. Clasificación de las fuerzas fundamentales. Leyes de Newton. Peso y masa. Diagrama de cuerpo libre. Fuerzas de contacto (normal y rozamiento), elástica y gravitatoria. Sistemas inerciales y no inerciales. Fuerzas ficticias: de arrastre y centrífuga. Aplicaciones de la dinámica a sistemas de uno o varios cuerpos vinculados. Peralte, péndulo cónico, movimiento oscilatorio armónico, péndulo simple, masa-resorte.

7. Trabajo y energía. Energía cinética. Trabajo de fuerzas. Potencia. Teorema del trabajo y la energía cinética. Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial, gravitatoria y elástica. Teorema de la conservación de la energía mecánica. Aplicación.

### ***Pensamiento computacional***

Resolución de problemas utilizando pensamiento computacional. Algoritmos como mecanismos de resolución de problemas. Algoritmos y programas. Programación en un lenguaje multiparadigma. Variables, expresiones, tipos de datos. Funciones y programación modular. Abstracción. Tipos de datos básicos, datos estructurados. Estructuras de control. Manejo básico de archivos de texto y

formatos de intercambio de datos. Uso de funciones predefinidas y bibliotecas, y elección adecuada del tipo de datos, para la resolución de problemas.

## SEGUNDO CICLO

### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

#### ***Análisis Matemático II***

Funciones escalares y vectoriales de una o más variables: representaciones geométricas típicas, límite y continuidad.

Derivadas direccionales y parciales. Diferenciabilidad: matriz jacobiana, gradiente.

Composición de funciones. Funciones definidas en forma implícita.

Polinomio de Taylor. Extremos libres y condicionados.

Curvas. Integrales de línea: independencia del camino, función potencial.

Integrales múltiples. Cambio de variables en integrales múltiples.

Superficies. Integrales de superficie. Teoremas de Green, de Stokes y de Gauss.

Ecuaciones diferenciales de primer orden.

#### ***Física de los Sistemas de Partículas***

Mediciones e incertezas. Introducción al proceso de medición. Método general para el tratamiento de incertezas en funciones de dos o más variables. Unidades y análisis dimensional. Técnicas experimentales asociadas a la Mecánica de la Partícula: leyes del movimiento. Sistemas de partículas (SP). Movimiento del centro de masa de un SP: aislado o sujeto a fuerzas externas. Momento cinético de una partícula y de un SP. Conservación del L. Energía cinética de SP.

Energía Potencial de SP. Conservación de la energía. Energía total de un SP sujeto a fuerzas externas. Energía mecánica interna de un SP. Colisiones.

Introducción a la fluidodinámica: Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli para fluidos ideales régimen permanente.

Cuerpo rígido (CR). Concepto de rigidez. Estática de un CR, tipos de vínculos, condiciones de equilibrio. Movimiento de un CR. Ejes principales de inercia. Momento cinético de un CR. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuación de movimiento para la rotación de un CR. Energía cinética de rotación de un CR. Concepto de rototraslación.

Movimiento ondulatorio. Descripción del movimiento ondulatorio y ecuación general. Clasificación de ondas mecánicas. Ondas unidireccionales: elásticas, de presión en un gas, transversales en una cuerda o varilla. Concepto de frente de onda. Efecto Doppler. Intensidad del sonido y nivel de intensidad. Superposición de ondas y resonancia.

#### ***Introducción a la Ingeniería Electrónica***

Panorama de los distintos ámbitos de la Ingeniería Electrónica: Problemas que trata, tecnologías en uso, últimos avances, tendencias. Elaboración de un proyecto.

Características y tecnología de componentes básicos. Herramientas para el análisis de circuitos básicos. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Teorema de Thévenin y Norton. Normalización. Sistema Métrico Legal Argentino.

Diseño de una medición. Incertidumbre, precisión y exactitud. Análisis de características y especificaciones del instrumental básico. Uso básico de instrumental de medición: multímetro y osciloscopio. Mediciones aplicadas a circuitos eléctricos lineales e invariables con el tiempo de

primer orden (circuito RC paralelo y serie). Respuesta al escalón y en el dominio de la frecuencia. Nociones de diseño asistido por computadora para creación de esquemáticos electrónicos, simulación de circuitos y diseño de circuitos impresos. Introducción al Dibujo Tecnológico y su aplicación en la Ingeniería. Lectura e interpretación de planos. Sistemas CAD.

### ***Algoritmos y Programación***

Lenguaje de programación de bajo nivel aplicable a sistemas embebidos. Variables, expresiones, operadores, estructuras de control.

Representación interna de datos y operaciones de bits. Arreglos, cadenas de caracteres y matrices. Punteros. Modularización. Estructuras. Memoria dinámica. Archivos de texto y binarios. Algoritmos de ordenamiento y búsqueda. Introducción a la recursividad. Tipo de dato abstracto y aplicaciones en electrónica. Listas, pilas y colas y aplicaciones.

Entorno de desarrollo, sistemas operativos tipo Linux, depuración, pruebas, control de versiones. Aspectos de calidad de software. Concepto de optimización de recursos y nociones de complejidad computacional. Introducción a la programación orientada a objetos.

### ***Álgebra Lineal***

Espacios Vectoriales. Bases y dimensión. Coordenadas y matrices de cambio de coordenadas. Operaciones entre subespacios. Subespacios fundamentales de una matriz y sistemas de ecuaciones lineales.

Transformaciones lineales. Representaciones matriciales. Proyecciones y simetrías oblicuas.

Espacios euclídeos. Ángulo, norma y distancia. Bases ortonormales. Proyección ortogonal y mejor aproximación. Problemas de mínimos cuadrados. Modelo de regresión lineal.

Autovalores y autovectores. Diagonalización de matrices. Forma canónica.

Matrices hermíticas y unitarias. Rotaciones y Simetrías. Teorema espectral para matrices hermíticas. Descomposición en valores singulares y sus aplicaciones.

### ***Electricidad, Magnetismo y Calor***

Carga y campo eléctrico estático. Ley de Coulomb y Teorema de Gauss. Potencial eléctrico.

Conductores ideales. Capacidad. Permitividad. Corrientes en conductores. Resistencia. Ley de Ohm.

Circuitos con corrientes constantes. Potencia.

Campo Magnético y Fuerza de Lorentz. Leyes de Biot y Savart y de Ampere. Ejemplos de aplicación.

Corrientes y campos magnéticos variables, Ley de Faraday. Flujo concatenado, Autoinductancia e Inducción Mutua. Permeabilidad magnética.

Ecuaciones de Maxwell, planteo y solución ondulatoria. Aproximación de Óptica Geométrica y Óptica Física. Ejemplos de aplicación.

Equilibrio térmico y temperatura. Transmisión del calor en régimen permanente.

Conservación de la energía y primer principio de la termodinámica. Segundo Principio de la Termodinámica y definición de entropía. Eficiencia.

### ***Introducción a los Dispositivos Electrónicos***

Modelos de gran señal, pequeña señal y de Spice del diodo, diodo Zener, transistores MOS y TBJ. Polarización.

Topologías de amplificadores monoetapas. Recta de carga estática, dinámica y efectos de distorsión.

Introducción a circuitos digitales CMOS.

Introducción a dispositivos y circuitos de potencia: SCR, rectificadores, IGBT. Cálculo de disipadores.

### ***Sistemas Digitales***

Contenidos básicos de técnica digital (compuertas lógicas, aritmética binaria, contadores, flip-flops, representación numérica). Circuitos combinacionales y secuenciales.

Diseño de circuitos sincrónicos y nociones de circuitos asincrónicos. Caracterización temporal y los diagramas correspondientes.

Diseño de Máquinas de Estado.

Lenguajes descriptores de hardware de bajo nivel. Modelo de Implementación de Sistemas.

Estructura de los bloques de una FPGA.

Simulación e implementación de circuitos en FPGA. Flujo de diseño completo (implementación, simulación y pruebas de hardware).

### ***Probabilidad y Estadística***

Experimentos aleatorios. Espacios de probabilidad. Probabilidad condicional e independencia. Regla de Bayes. Modelos discretos y modelos continuos.

Variables y vectores aleatorios. Distribución conjunta, distribuciones marginales e independencia de variables aleatorias. Transformaciones de variables aleatorias. Simulación de variables aleatorias.

Momentos. Coeficiente de correlación lineal. Recta de regresión. Distribuciones condicionales.

Función de regresión. Predicción y esperanza condicional.

Ensayos de Bernoulli: distribuciones de Bernoulli, Binomial, Geométrica y Pascal. Distribución Multinomial. Procesos de Poisson: distribuciones de Poisson, Exponencial y Gamma.

Ley de los grandes números. Teorema Central del límite.

Muestras aleatorias. Familias paramétricas. Estimación de parámetros. Test de Hipótesis. Función de potencia. Test de Bondad de Ajuste. Intervalos de confianza. Enfoque Bayesiano. Distribución a posteriori, estimadores bayesianos, predicción.

### ***Señales y Sistemas***

Descripción de señales y sistemas como funciones entre conjuntos.

Máquinas de estado: concepto de estado, noción de sistema realimentado.

Sistemas de tiempo discreto y de tiempo continuo. Sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo (LTI).

Transformada de Laplace y su aplicación a sistemas de tiempo continuo.

Sinusoides y representación espectral de las señales. Representación en frecuencia de los sistemas.

Concepto de filtros.

Serie de Fourier, Transformada de Fourier y sus aplicaciones.

Sistemas de tiempo discreto. Teorema del muestreo. Transformada Rápida de Fourier (FFT).

Transformada Z y sus aplicaciones.

### ***Análisis de Circuitos***

Circuitos lineales invariantes en el tiempo. Representación gráfica. Redes lineales y superposición. Teoremas de redes. Ecuaciones de mallas y nodos. Circuitos con amplificadores operacionales ideales. Régimen transitorio.

Régimen senoidal permanente. Transformada de Fourier. Fasores. Impedancia y admitancia.

Transformadores. Nociones de circuitos trifásicos. Potencia compleja.

Transformada de Laplace y circuitos transformados. Concepto de frecuencia compleja. Dualidad tiempo-frecuencia. Respuesta al escalón y al impulso. Respuesta en frecuencia. Diagramas de Bode.

### ***Redes de Comunicaciones***

Generalidades de las redes de comunicaciones (redes móviles, Internet, IoT) Internet, modelos de capas.

Capa de Aplicación: DNS (Domain Name System), HTTP (Hypertext Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

Capa de Transporte: UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transport Control Protocol).

Capa de Red: IP (Internet Protocol versiones 4 y 6), Plano de Datos y Plano de Control, ICMP (Internet Control Message Protocol).

Capa de Enlace: tecnologías inalámbricas y por cable (estándares IEEE 802.XX), ARP (Address Resolution Protocol). VLANs y Switching.

Generalidades de la capa física (atenuación, múltiples caminos, tiempo de propagación).

Generalidades de redes Ópticas (PON, WDM, dispositivos ópticos). Generalidades de redes celulares y sus generaciones, características del acceso.

Generalidades de redes de IoT, su alcance y su capacidad de transporte.

Seguridad en Redes (análisis en cada capa).

CDNs (Content Delivery Networks), SDNs (Software Defined Networks), IXPs (Internet Exchange Points).

### ***Planificación de Proyectos***

Organización, planificación y gestión de un proyecto electrónico. Interpretación de requerimientos (funcionales y no funcionales). Análisis de factibilidad técnica. Definición del alcance. Gestión de riesgos técnicos y tiempos de desarrollo. Introducción a la metodología ágil de gestión de proyectos (Design thinking). Escritura de documentos técnicos.

### ***Circuitos Microelectrónicos***

Amplificadores de bajo nivel de potencia: multietapa.

Aplicación de dispositivos en circuitos básicos: amplificadores diferenciales y fuentes de corriente.

Respuesta en frecuencia con polo dominante.

Cargas activas. Introducción al amplificador operacional real.

Realimentación: circuitos lineales y no lineales. Estabilidad y compensación del lazo.

Introducción al ruido en circuitos electrónicos. Amplificadores de transconductancia, instrumentación y bajo ruido.

Etapas de salida de potencia media.

Simulación con Spice y uso de E-CAD.

### ***Procesos Estocásticos***

Procesamiento de señales de tiempo discreto. Concepto de proceso estocástico. Estacionariedad y Ergodicidad. Correlación y densidad espectral de potencia. Ruido blanco y nociones de diferentes tipos de ruido: rosado, Poisson. Procesos Gaussianos. Gaussianas multivariantes. Cadenas de Markov. Series temporales y procesos ARMA.

### ***Control Automático***

Modelado de sistemas dinámicos (SISO): variables de estado y transferencia de un sistema LTI, sistemas semejantes. Sistemas lineales: Matriz de transición de estados, respuesta entrada-salida, puntos de equilibrio y análisis cualitativo del comportamiento dinámico del sistema, estabilidad BIBO. Linealización de sistemas no lineales. Control proporcional, acción integral. Sistemas de fase

mínima.

Análisis y síntesis de controles en el dominio de la frecuencia: Función de transferencia de un lazo realimentado, Función de sensibilidad y sensibilidad complementaria, diagrama de Nyquist y relación con diagrama de Bode, márgenes de estabilidad, seguimiento de referencias y rechazo de perturbaciones. Redes de atraso y adelanto, control PID, diseño por Loop shaping.

Realimentación de estados.

### ***Taller de Sistemas Embebidos***

Elaboración de un proyecto de sistemas embebidos, junto con el diseño y cálculo. Microcontroladores utilizados en sistemas embebidos. Introducción a la arquitectura de Microcontroladores de 32 bit o superior y sus componentes básicos.

Modelo del programador, modos de operación, mapa de memoria, registros, pila, FPU, core peripherals.

Estrategias de control de periféricos usuales en Sistemas Embebidos. Protocolos de comunicación con circuitos digitales periféricos.

Conversión A/D y D/A usuales en Sistemas Embebidos.

Ciclos de máquina e instrucción, diagramas de tiempo e interrupciones.

Punto fijo y punto flotante.

Metodologías de diseño, estructura de programa, buenas prácticas y uso de repositorios de software.

Programación en lenguaje C/C++ de Sistemas Embebidos.

Conceptos de programación Máquinas de estado, Bare metal, gobernada por eventos.

Nociones de programación utilizando sistemas operativos y sistemas operativos de tiempo real.

Introducción a la ABI-C y al lenguaje ensamblador: sintaxis, casos de aplicación e instrucciones vectorizadas.

Técnicas de verificación y validación. On chip debugging. Utilización de analizador lógico para debugging.

### ***Química y Electroquímica***

Clasificación de los sistemas materiales. Teorías atómicas y moleculares modernas. Tabla periódica de los elementos. Magnitudes atómicas y moleculares. Uniones químicas. Clasificación general de compuestos inorgánicos y orgánicos. Gases, líquidos y sólidos. Diagramas de fase. Reacciones químicas y estequiometría. Equilibrio químico: equilibrio iónico. Soluciones y solubilidad. Efectos ambientales de algunas sustancias. Principios de termoquímica. Electroquímica. Almacenamiento de energía química: Pilas primarias y secundarias, Celdas de combustible. Supercapacitores.

### ***Electromagnetismo Aplicado***

Aplicación de las ecuaciones de Maxwell, ecuación de onda, teorema de Poynting, Onda plana, Polarización de ondas electromagnéticas.

Ecuación de Friis.

Líneas de transmisión, Adaptación de impedancias, Antenas Lineales: el dipolo, aproximación de teoría de circuitos.

Guía de ondas, microcintas, radiación electromagnética, Nociones de compatibilidad electromagnética.

Parámetros S, Carta de Smith.

Instrumentos y mediciones de líneas y antenas: impedancias, parámetros S y potencia.

### ***Taller de Automatización y Control***

Elaboración de un proyecto de automatización y control, junto con el diseño y cálculo. Temas básicos de control discreto (muestreo, PID digital, pre-filtrado e implementación).

Aspectos experimentales en el diseño y operación de Sistemas de Control. Implementación de controles en tiempo discreto. Condicionantes típicos en la implementación práctica de lazos: rangos y no linealidades en actuadores y sensores. El papel de la simulación en Control Automático. Simulación con hardware en el lazo.

Sistemas de automatización (programación lógica). Ejemplos de aplicación.

Experimentación de estrategias de identificación, simulación y control.

Sensores y elementos de accionamiento. Nociones de normas de dibujo técnico y CAD para diseño mecánico.

### ***Taller de Procesamiento de Señales***

Elaboración de un proyecto de procesamiento de señales, junto con el diseño y cálculo. Introducción a problemas inversos y optimización convexa. Tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado y semi-supervisado. Métodos paramétricos y no-paramétricos (k-vecinos más próximos (kNN)). Funciones de costo. Modelos lineales generativos y discriminativos. Generalización. Preprocesamiento de datos. Visualización de datos y resultados (curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y matriz de confusión). Optimización de parámetros, testeo y validación. Regresión Lineal. Regresión Logística. Máquinas de vectores de soporte (SVM). Agrupamientos (k-means y agrupamiento jerárquico). Algoritmo EM. Métodos de muestreo. Variables latentes. PCA y reducción de dimensionalidad. Árboles de decisión y bosques aleatorios. Aplicaciones al procesamiento de señales e imágenes. Aspectos éticos en el procesamiento de señales.

### ***Dispositivos Semiconductores***

Modelo cuántico: Relaciones de De Broglie y de Heisenberg. Ecuación de Schrodinger. Superposición. Soluciones de partícula libre. Potenciales unidimensionales. Pozo infinito. Spin y Principio de Exclusión de Pauli. Electrones en potenciales unidimensionales periódicos. Teoría de bandas.

Modelo de Drude: Física de dispositivos semiconductores, noción portadores (huecos y electrones), juntura PN y limitaciones del modelo.

Física de dispositivos semiconductores: Descripción física de funcionamiento, obtención de las características I-V y C-V.

Modelado de dispositivos en Spice.

Introducción a optoelectrónica: Nociones de conversión opto-eléctrica y electro-óptica. Nociones de dispositivos optoelectrónicos: dispositivos receptores de luz y emisores de luz.

Introducción al proceso de fabricación de circuitos integrados.

Introducción a otras aplicaciones de la física cuántica: Computación cuántica, criptografía cuántica.

### ***Taller de Comunicaciones Digitales***

Elaboración de un proyecto de comunicaciones, junto con el diseño y cálculo. Elementos de Teoría de Información: fuentes de información y canales discretos, entropía, información mutua, ruido. Teorema de Shannon. Modulación: AM con y sin portadora. Demodulación coherente e incoherente, FM. Conceptos básicos de modulación digital (PAM, PSK, QAM, etc.), en banda base y pasante. Receptor óptimo para señales contaminadas con ruido blanco Gaussiano aditivo (AWGN - additive white Gaussian noise). Detección coherente y no coherente. Sincronismo de portadora, de símbolo y de trama. PLL analógico y digital. Filtro del lazo y su efecto. Códigos: lineales y por bloques,

convolucionales, LDPC (Low Density Parity Check). Análisis de desempeño y nociones básicas de implementación. Caracterización y transmisión por canales lineales de banda limitada. Interferencia intersímbolo (ISI). Criterio de Nyquist. Medición espectral (Analizador de espectro).

### ***Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos***

Elaboración de un proyecto de circuitos electrónicos, junto con el diseño y cálculo. Diseño de PCB. Compatibilidad electromagnética e integridad de señal en el diseño electrónico. Puesta a tierra. Tecnología de componentes. El Diseño en Electrónica: criterios de diseño de circuitos y medición de equipos.

Selección de componentes activos y pasivos.

Conversión sigma-delta: analógica-digital y digital-analógica.

Fuentes de alimentación: lineales y conmutadas. PWM, lazo de enganche de fase y osciladores.

Simulación con Spice y uso de E-CAD.

Cálculo de disipadores.

Conceptos geométricos, nociones de CAD, confección de planos y documentación técnica para fabricaciones.

### ***Higiene y Seguridad***

Salud ocupacional, medicina, higiene y seguridad en el trabajo. Enfermedades profesionales. Higiene Laboral: reconocimiento, evaluación y control de agentes físicos, químicos, ergonómicos y biológicos. Toxicología Laboral. Seguridad Laboral. Prevención, investigación y análisis de accidentes de trabajo. Seguridad y protección contra incendios. Seguridad eléctrica. Riesgos mecánicos. Riesgos especiales. Iluminación y color. Control de riesgos. Organización y gestión de la seguridad y salud ocupacional, política de seguridad y normas de gestión. Manejo de emergencias. Riesgos laborales debidos al avance y utilización de las tecnologías inteligentes. Legislación vigente de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de Riesgos del Trabajo.

### ***Legislación y Ejercicio Profesional***

El Derecho. Derechos Humanos. Derecho Civil. Personas, Bienes, Patrimonio. Obligaciones. Hechos y Actos Jurídicos. Derechos patrimoniales. Contratos. Contrataciones de ingeniería en el campo público y privado: Obras, Servicios y Suministros. Contratos marginales de Ingeniería. Pliegos, Licitaciones y concursos de precios. Derechos Reales y Restricciones al Dominio, Civiles y Administrativas. Expropiación. Aplicaciones en obras y proyectos de Ingeniería. Derechos Intelectuales. Marcas, Patentes, Modelos de Utilidad, Patente de Adición. Derecho de Autor. Nociones de Derecho Laboral: Ley de contrato de trabajo. Derecho Comercial. Sociedades. Tipos, Constitución, Administración y Representación. Derecho Procesal. Pericias de Ingeniería. Juicio Arbitral. Procedimientos. Tribunal Arbitral de Ingeniería. Ejercicio Profesional de la Ingeniería y Código de Ética. Consejos Profesionales y Junta central.

### ***Gestión de Proyectos Electrónicos***

Conceptos de Economía para la ingeniería. Macroeconomía y microeconomía. La actividad económica y los factores de producción. Mercados. La empresa y su organización. Áreas claves en las empresas. Ingeniería en la producción de bienes y servicios. Diseño de Procesos. Planeamiento y control de la producción. Organización Industrial: casos de estudio de la industria electrónica. Economía de la Empresa. Registros contables. Costos. Costos fijos y variables. Sistemas de Costeo. Gestión Presupuestaria. Análisis de factibilidad técnica y económica de proyectos: TIR, VAN.

Financiación de proyectos. Casos de estudio de proyectos electrónicos. Especificación y documentación en el diseño de electrónica. Diseño orientado a la confiabilidad de equipos y sistemas electrónicos. Diseños y procesos de producción orientados a la mantenibilidad, manufacturabilidad y calidad de equipos electrónicos.

### ***Impacto social, Ambiental y Desarrollo Sustentable***

Introducción al medio ambiente y a la ecología. Ecosistemas. Prevención y remediación de la contaminación en medio físico (aire, agua, suelo) y en la gestión de residuos. Desarrollo Sustentable. Ciclo de vida. Desarrollos económico, tecnológico y sustentabilidad. Las Ingenierías y el Desarrollo Sustentable, impactos y oportunidades. Modelos de Desarrollo, historia y evolución. Cumbres ambientales. Cambio climático. Descarbonización. Impactos socioambientales: Evaluación. Gestión del riesgo, vulnerabilidad social. Riesgos emergentes. Gestión Ambiental: Normativa Ambiental. Introducción a la Gestión Ambiental, Indicadores y Sistemas de Gestión.

### ***Trabajo Profesional en Ingeniería Electrónica***

Estudio de un problema: relevamiento de necesidades; identificación y formulación del problema. Búsqueda creativa de soluciones. Criterios de selección de alternativas. Diseño de la solución tecnológica, incluyendo la consideración de las distintas dimensiones (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Seguimiento, evaluación y control del proceso de ejecución. Elaboración de documentaciones. Informe técnico o producto conforme a estándares profesionales. El tema del Trabajo Profesional pertenecerá a una o más áreas de la Ingeniería Electrónica. La actividad curricular opera como un espacio de integración que introduce al futuro profesional en las condiciones reales del entorno en que desarrollará su actividad, por medio del estudio de un problema en el que pondrá de manifiesto su esfuerzo personal y creatividad, aplicando conocimientos y técnicas adquiridas durante la carrera y otras que demande el tema en cuestión, con la guía de los tutores y docentes que correspondan.

### ***Tesis en Ingeniería Electrónica***

Iniciación a la investigación y/o de desarrollo científico-tecnológico en el campo de la Ingeniería Electrónica. Estudio de un problema. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Desarrollo de las distintas etapas del proceso investigativo: estado actual del conocimiento del tema seleccionado; plan de investigación; los conceptos teóricos involucrados; metodologías de recolección y análisis de datos; interpretación de resultados; elaboración de conclusiones; reconocimiento del impacto potencial del resultado. Introducción a la práctica de la escritura académica-científica (informes de investigación, ponencias y trabajos científicos).

## **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

### ***Comunicaciones Inalámbricas***

Tecnologías de base de las comunicaciones inalámbricas. Tipos de modulación y codificación. Estándares, espectro radioeléctrico, arquitecturas de redes. Análisis de propagación en diferentes escenarios: terrestre punto a punto y punto a zona, móvil en interiores y en medio urbano denso, satelital (uplink y downlink). Cálculo y simulación del enlace. Clasificación de los sistemas en función

del alcance y de la capacidad de transmisión. Tipos de sistemas: Satelitales, celulares, WWAN, WLAN, WPAN, LPWAN. Diseño y simulación de redes inalámbricas.

### ***Instrumentos Electrónicos y Metrología***

Metrología. Técnicas de medición. Incertidumbres y errores de medición. Ruido. Mediciones de tensión, corriente y potencia. Mediciones de impedancia. Reflectómetros en el dominio de la frecuencia y en el tiempo. Frecuencímetro. Generadores sintetizados. Analizador de espectro. Analizador de redes. Digitalizadores de señal. Analizador de datos, mediciones de microprocesadores y circuitos digitales, evaluación de software. Analizador de protocolos. Normas y regulaciones aplicables a las mediciones y a la calibración de los instrumentos.

### ***Electrónica de Alta Frecuencia***

Diseño de guías de ondas y microcintas. Adaptación de impedancias. Parámetros S. Parámetros de dispersión. Redes pasivas de varios puertos. Filtros en microcintas. Divisores de potencia. Acopladores direccionales. Circuladores. Circuitos activos. Parámetros S de transistores de alta frecuencia y criterio de estabilidad.

Diseño amplificadores para mínima figura de ruido. Diseño de amplificadores de máxima ganancia. Transmisores y receptores de radio frecuencia y sus bloques funcionales: Diseño de osciladores y mezcladores.

Interfaces electro-ópticas.

### ***Internet de las Cosas***

Redes: acceso, enrutamiento, seguridad, jerarquías, centros de procesamiento de datos, aplicaciones punta a punta. Distintas Redes de Acceso (telefonía celular, tecnologías de acceso de bajo consumo, Internet de las Cosas).

Redes Definidas por Software (SDN). Organización de Internet mediante el enrutamiento intra-sistemas-autónomos (BGP: Border Gateway Protocol).

Seguridad de la información: integridad, privacidad, autenticación de extremos. Casos de aplicación.

Centros de Procesamiento Datos: uso de SDNs, jerarquías y aplicaciones. Sistemas de adquisición y procesamiento de datos.

### ***Infraestructura de Redes***

Tecnologías de base de las redes fijas. Medios físicos de enlace. Fibras ópticas: clasificación y selección según la arquitectura elegida. Estándares y arquitecturas típicas de redes de cable y redes ópticas. Redes de transporte. Redes en el acceso. Principios de dimensionamiento de las redes. Diseño de redes de transporte y redes de acceso. Diseño de una red PON. Núcleo de la red. Arquitecturas posibles. Elementos de la red núcleo. Solución de una red núcleo y su implementación. Servicios a prestar en función de la arquitectura de la red.

### ***Propagación y Sistemas Irradiantes***

Ondas electromagnéticas. Propagación de ondas en el espacio libre con sus parámetros. Condiciones de borde dieléctrico - buen conductor. Radiación en el espacio libre. Atenuación. Foco isotrópico puntual.

Antenas Lineales: Dipolos corto y de media onda. Parámetros de las antenas: ganancia, directividad, rendimiento, área efectiva, longitud efectiva, diagrama de radiación, resistencia de radiación, resistencia de pérdidas, impedancia de entrada, expresiones de los campos eléctrico y magnético, potencia total radiada y zonas de campos. Aplicaciones de antenas Lineales.

Mecanismo de Propagación: propagación de ondas espaciales, método de dos rayos, ecuación de Friis, propagación de ondas de superficie, ondas ionosféricas como interferencia de la onda de superficie.

Conjuntos de focos isotrópicos. Conjuntos equiespaciados y uniformemente alimentados. Conjuntos de dipolos. Tipos de Conjuntos: Endfire, Broadside. Parámetros de los conjuntos de antenas. Conjuntos no uniformes. Aplicaciones de los conjuntos de antenas.

### ***Compatibilidad Electromagnética***

Nociones de Compatibilidad Electromagnética. Fuentes de interferencia. Mecanismos de acoplamiento. Interferencia conducida y radiada y su medición. Corrientes de modo común y de modo diferencial. Red de Estabilización de Impedancia de Línea (LISN). Filtros. Puesta a tierra. Esquemas de puestas a tierra. Seguridad. Emisiones radiadas. Modelos de emisiones simples. Modelos de emisiones de modo diferencial y modo común. Interferencia cruzada. Blindaje: pérdidas por absorción, reflexión y reflexiones múltiples.

Normas y regulación en Compatibilidad Electromagnética.

### ***Laboratorio de Comunicaciones***

Diseño de proyectos de sistemas de comunicaciones: Integración de arquitecturas y servicios. Evaluación de requerimientos técnicos, de servicios, de impacto socio-económico y ambiental.

Confiabilidad y disponibilidad de un sistema de comunicaciones. Cálculo de Confiabilidad y disponibilidad. Confiabilidad de elementos combinados. Pruebas de aceptación y no paramétricas. Niveles de acuerdo de servicio. Parámetros de calidad para enlaces. Normas asociadas.

Sistemas Aeroespaciales: Componentes básicos. Problemática de las comunicaciones en el espacio. Redes satelitales: Conceptos y aplicaciones. Tipos de satélites. Satélites geoestacionarios (GEO) y de órbita baja (LEO). Diseño y cálculo de enlaces de uplink y downlink. Factor de Calidad. Práctica de medición de parámetros en enlaces digitales satelitales.

Protocolos de comunicaciones digitales: Diseño de redes. Configuración y gestión de dispositivos de redes. Laboratorios de redes LAN y WAN. Mediciones. Redes inalámbricas: Redes Wifi. Modos de funcionamiento. Protocolo 802.11. Laboratorio de redes inalámbricas.

Telefonía IP: Conceptos generales de VoIP (Voice over IP). Protocolo SIP. Centrales telefónicas IP. Laboratorio de telefonía sobre IP: Medición de parámetros.

### ***Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo***

Introducción a las redes neuronales. Modelos de neuronas y funciones de activación. Arquitecturas básicas y propiedades emergentes. Perceptrón multicapa. Propiedades de aproximación universal. Algoritmos de aprendizaje supervisado. Error backpropagation.

Redes profundas. Inicialización y problemas de la explosión y evanescencia del gradiente. Optimizadores. Aceleración por GPU y paralelización. Ajuste de hiper-parámetros. Problemáticas de generalización de las redes profundas y métodos de regularización. Arquitecturas de redes neuronales profundas adaptadas a dominios específicos: redes convolucionales, autoencoder, redes sobre grafos, redes recurrentes, redes generativas.

Transferencia de aprendizaje. Mecanismo de atención. Modelos de redes neuronales con aprendizaje no supervisado: arquitecturas y sus propiedades emergentes. Aplicaciones diversas en Ingeniería y Ciencias de Datos.

### ***Aprendizaje por Refuerzo***

Introducción al aprendizaje por refuerzo: definición, aplicaciones y comparación con otros paradigmas del aprendizaje automático. Procesos de decisión de Markov: estados, acciones, recompensas y dinámica. Programación dinámica: iteración de valores, de políticas y ecuaciones de Bellman. Métodos Monte Carlo: métodos de primera visita y de cada visita, dentro y fuera de la política, equilibrio entre exploración y explotación. Aprendizaje de diferencia temporal (TD): algoritmos TD(0), SARSA y Q-Learning. Métodos de gradiente de políticas: algoritmo REINFORCE, métodos actor-crítico y el gradiente natural de políticas. Aprendizaje de refuerzo profundo: algoritmo Deep Q-Network (DQN). Aprendizaje por refuerzo de múltiples agentes: juegos cooperativos y competitivos, juegos de Markov y Q-learning independiente. Exploración en el aprendizaje por refuerzo: Epsilon-greedy, softmax, Upper Confidence Bound (UCB) y Thompson Sampling. Transferencia en el aprendizaje por refuerzo: adaptación del dominio, reutilización de modelos y transferencia de funciones de valor.

### ***Visión por Computadora***

Formación de la imagen, naturaleza de la luz, descripción paramétrica, modelos de color. Hardware de visión para máquinas, iluminadores, lentes, cámaras y procesadores. Adquisición de imágenes. Discretización y cuantización.

Procesamiento de imágenes. Operadores puntuales y sobre vecindarios. Filtrado lineal. Transformaciones. Operaciones morfológicas. Detección y ajuste de características. Esquinas y bordes. Detección de contornos. Ajuste de rectas y otros modelos simples. Segmentación de imágenes.

Estructura geométrica. Modelo de la cámara. Parámetros intrínsecos y extrínsecos. Homografía. Geometría epipolar. Métodos de calibración y aplicación a casos reales. Reconstrucción 3D. Arreglos estereoscópicos.

Reconocimiento de objetos. Técnicas de aprendizaje de máquinas.

### ***Procesamiento del Habla***

Introducción al procesamiento del habla: Reconocimiento de voz, procesamiento natural del lenguaje, sistemas de texto a voz, sistemas de diálogo, codificación del habla, traducción, separación del habla de otras fuentes. Fundamentos del procesamiento de la señal de habla: Análisis espectral de la señal de voz y sus variantes, extracción de parámetros de la señal de voz, nociones de fonética acústica. Modelos de reconocimiento de habla basados en modelos ocultos de Markov (HMMs). Sistemas basados en aprendizaje profundo (DNN). Arquitecturas de redes neuronales usadas en procesamiento del habla: Redes directas, redes convolucionales y redes recurrentes. Modelos atencionales. Arquitecturas híbridas (HMM\_DNN) y arquitecturas de principio a fin (end-to-end). Modelos de lenguaje basados en redes neuronales. Arquitecturas avanzadas basadas en aprendizaje autosupervisado. Decodificación de la voz.

### ***Optimización Convexa***

Fundamentos matemáticos de la optimización. Funciones objetivo. Análisis de convexidad: conjuntos y funciones convexas, desigualdad de Jensen, condiciones de optimalidad y teoremas de soporte. Formulación de problemas de optimización convexos con restricciones. Teoría de la dualidad y multiplicadores de Lagrange: dualidad en optimización convexa, holgura complementaria y teorema de dualidad fuerte y débil. Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker. Análisis de sensibilidad y análisis de perturbaciones. Desigualdades generalizadas. Programación semidefinida. Introducción a la optimización combinatoria. Problemas en grafos. Relajación de problemas combinatorios. Algoritmos

de optimización: gradiente descendente, Newton-Raphson, métodos de puntos interiores. Aplicaciones prácticas de problemas de optimización en ingeniería y ciencia de datos.

### ***Procesamiento Estadístico de Señales***

Filtros digitales: diseño, implementación y consideraciones prácticas. Procesamiento multi-tasa. Bancos de filtros. Reconstrucción perfecta. Aplicaciones a descomposiciones en ondas. Modelos paramétricos. Estimación de parámetros. Cota de Crámer-Rao. Estimación de máxima verosimilitud. Estimación lineal bayesiana. Filtrado de Wiener. Factorización espectral. Filtrado adaptivo. Filtrado LMS y variantes. Filtrado RLS. Convergencia y estabilidad de filtros adaptivos. Introducción al filtrado de Kalman.

### ***Taller de Sistemas Digitales***

FPGA. Diseño con Máquinas de Estado (FSM). Controladores de memorias. Aritmética de Punto Fijo. Procesamiento Digital de Señales. Técnicas de procesamiento paralelo. Mapeo de Arquitecturas Dedicadas. Pipelining y Retiming. Optimización de circuitos digitales bloques funcionales: Alta Velocidad, Reducción de Potencia y Reducción de Área. Flujos de diseño completo.

Sistemas en Chip. Integración hardware-software para depuración. Arquitectura de buses de alta velocidad (AXI, Avalon, Wishbone).

### ***Diseño y Verificación Digital***

ASIC y Verificación. Aritmética de Punto Fijo. Flujo de diseño en ASIC. Simulación y pruebas funcionales. Optimización de circuitos digitales en circuitos integrados: Alta Velocidad, Reducción de Potencia y Reducción de Área. Verificación y Validación (V&V) de circuitos digitales.

Diseño de CPU: principios y técnicas de diseño de la unidad de control y la unidad de procesamiento, incluyendo el diseño de pipelines y caches. Diseño de sistemas digitales: manejo de excepciones, interrupciones, cachés y sistemas multiprocesador.

Implementación de un microprocesador en una FPGA: Softcores, configuración del sistema, interacción con periféricos. Simulación y depuración de microprocesadores. Co-diseño hardware-software.

### ***Sistemas Operativos***

Rol y propósito de un sistema operativo. Funcionalidad típica de un sistema operativo. Arquitecturas de un sistema operativo (monolítico, capas, micro-kernel). Abstracción de procesos y recursos. El mecanismo de una llamada a Sistema (system call) y de una llamada a función de biblioteca (library call). Conceptos de API (application program interfaces). Uso de interrupciones. Concepto de modo usuario/supervisor y protección. Modo Dual. Transición entre modo usuario y modo kernel. Dispatching y cambio de contexto. El rol de las interrupciones. Procesos y planificación de tareas. Políticas de planificación. Planificación con desalojo (preemptive) y sin desalojo (non-preemptive). Concepto de Proceso y Thread. Estructuras de datos (ready list, process control blocks, etc.). Manejo de acceso atómico a los objetos del sistema operativo. Implementación de primitivas de sincronización. Tópicos de Multiprocesadores (spin-locks, reentrancy). Revisión de la memoria física y de la gestión de memoria a nivel hardware. Paginación y memoria virtual. Memoria caché. Descripción general de la seguridad del sistema. Políticas y mecanismos de separación. Métodos de seguridad y dispositivos. Protección, Control de acceso y autenticación. Sistemas de Archivos: VFS: dato, metadato, operaciones, y organización. Directorios: contenido y estructura.

### ***Algoritmos y Estructuras de Datos***

Complejidad computacional: cálculo de complejidad computacional para algoritmos iterativos y recursivos simples. División y Conquista, Teorema Maestro. Algoritmos de ordenamiento no comparativos. Abstracción en el diseño de estructuras de datos y tipos abstractos de datos. Análisis de implementaciones sobre estructuras en arreglo y estructuras enlazadas. Criterios de redimensión en estructuras en arreglo y análisis de complejidad amortizado. Estructuras de datos básicas: Vector, Pila, Cola, Listas enlazadas, diccionarios, tablas de Hashing y resolución de colisiones en tablas de hashing, árboles, árboles binarios de búsqueda, árboles autobalanceados, colas de prioridad. Grafos. Características y representaciones de grafos. Implementaciones eficientes de grafos. Recorridos BFS y DFS de grafos. Ordenamiento topológico. Algoritmos de cálculo de caminos mínimos en grafos. Algoritmos de cálculo de árboles de tendido mínimo.

### ***Sistemas Operativos Embebidos***

Sistemas de Tiempo Real: multitarea cooperativa y expropiativa, recursos de sincronización y comunicación entre tareas, gestión de interrupciones de hardware, cambio de contexto, implementación según la arquitectura.

Comparación de los enfoques con y sin sistemas operativos.

Sistemas Centralizados y Distribuidos de Tiempo Real.

Planificación de tareas en Sistemas de Tiempo Real Centralizados.

Manejo de procesos en Sistemas Operativos Multitarea.

Sistemas Operativos de Tiempo Real.

Uso de Sistemas Operativos Embebidos en aplicaciones de Tiempo Real.

Gestión de recursos de bajo nivel.

### ***Instrumentación y Control de Procesos Industriales***

Protocolos de comunicación industrial.

PLC. SCADA. Comunicación entre PLC y SCADA. PLC estándar IEEE (ladder, SFC, function block), Contactores, Relé inteligente.

Sensores y actuadores, Diagrama eléctrico, Diagrama P&I (piping and instrumentation), Instrumentación y control de procesos, Seguridad Intrínseca (SIL), Control distribuido.

### ***Control Automático Avanzado***

Modelado de sistemas dinámicos. Variables de estado para sistemas MIMO, en tiempo continuo y discreto. Estabilidad de sistemas.

Modelos lineales y no lineales. Linealización de sistemas.

Matriz de Transición de estados.

Observabilidad y Controlabilidad. Conceptos y definiciones. Determinación de la Observabilidad y Controlabilidad de un sistema. Realizaciones mínimas. Caracterización tiempo-frecuencia para sistemas lineales.

Control por realimentación del vector de estado. Control con acción integral en el espacio de estados.

Observadores. Observador completo y reducido. Análisis y Diseño. Esquemas de control con observadores en el lazo, para sistemas lineales y no lineales.

Fundamentos de control óptimo. Control LQR.

### ***Control Automático Multivariable***

Sistemas en variable de estados (MIMO) en tiempo continuo y discreto: soluciones de los sistemas lineales, discretización y sistemas equivalentes. Estabilidad (tiempo continuo y discreto): estabilidad entrada-salida, estabilidad interna, Teorema de Lyapunov. Controlabilidad y Observabilidad: definición, gramianos de controlabilidad y observabilidad, índice de controlabilidad y observabilidad, formas canónicas, controlabilidad de los sistemas muestreados. Realizaciones mínimas. Control por realimentación de estados (MIMO): diseño del regulador y seguimiento de trayectorias, estabilización y rechazo de perturbaciones, estimación/observación del vector de estados, observador reducido, diseño de un controlador con observador. Conceptos de control óptimo y ecuaciones de Riccati.

### ***Identificación y Control Adaptativo***

Identificación No Paramétrica. Espectro en frecuencia. Su cálculo a partir del análisis dinámico. Estimación empírica de la Función de Transferencia.

Identificación Paramétrica de Sistemas Lineales. Identificación de Parámetros por Mínimos Cuadrados. Forma recursiva. Generalización.

Métodos alternativos. Identificación por Variables Instrumentales. Mínimos Cuadrados Generalizados.

Condiciones de Excitabilidad. Relación entre contenido armónico de la excitación y la identificabilidad de los parámetros de un sistema.

Análisis de la convergencia de los diferentes métodos de identificación. El sesgo en los algoritmos y mecanismos de corrección. Velocidad de convergencia. Relación entre inmunidad a mediciones espurias y convergencia.

Reguladores Clásicos. Posibilidad de adaptación. Ventajas y Desventajas.

Controladores Predictivos. Predictor a  $d$  Pasos. Control Predictivo Clásico. Control Predictivo Ponderado. Control Predictivo Adaptativo.

Control con Modelo de Referencia. Redefinición del Predictor. Su versión adaptativa.

Control de Mínima Varianza. Entorno estocástico de los reguladores predictivos.

Control por Asignación de Polos. Forma de adaptación utilizando técnicas de ubicación de polos.

Implementación práctica de reguladores adaptativos. Equipos Comerciales.

### ***Electrónica de Potencia***

Potencia Eléctrica, activa, reactiva, aparente y deformante. Análisis de circuitos RLC. Análisis de Fourier, Reguladores lineales y conmutados. Dispositivos Electrónicos de Potencia: Diodos, Tiristores y Triacs, IGBT, MCT, GTO, Transistores bipolares y de Efecto de Campo, dispositivos auxiliares. Rectificadores monofásicos y polifásicos. Conversión Alterna-Alternativa, reguladores monofásicos y trifásicos, Cicloconvertidores, Convertidores de Frecuencia. Conversión Continua-Continua, Conversión Continua-Alternativa. Sistemas de Alimentación, fuentes conmutadas, cargadores de baterías, estabilizadores de tensión, acondicionadores de línea, UPS.

### ***Accionamientos Variables***

Nociones de Mecánica, Fricción, cupla, momentos de torsión y flexión. Sistemas polifásicos. Medición de potencia en polifásica. Conversión estática, convertidores conmutados, convertidores para control de motores de alterna y continua. Circuitos magnéticos, transformador. Conversión electromecánica de la energía, tipos de máquinas. Accionamientos de corriente continua, variadores de velocidad, motores sin colector. Control de velocidad a lazo cerrado, modelos y estructuras básicas de controladores. Máquinas de corriente alterna, máquinas sincrónicas y asincrónicas. Motores

trifásicos de inducción, variadores de velocidad para motores de inducción. Accionamientos con motores paso a paso.

### ***Robótica Móvil***

Paradigmas de control de robots móviles. Sensores de proximidad. Robótica probabilística. Modelos de movimiento

Modelos de sensores. Filtros Bayesianos: Filtros Discretos, Filtro de Partículas, Montecarlo, Filtro de Kalman, Filtro de Kalman Extendido, Filtro UKF. Mapeo. SLAM – Mapeo y Localización Simultánea. Planeamiento de trayectorias.

### ***Robótica Industrial***

Características de los manipuladores industriales. Estudio de la cinemática. Problema de las velocidades. Configuraciones y singularidades. Generación de trayectorias. Estudio de la dinámica e identificación de parámetros. Simulación de la cinemática y la dinámica. Actuadores reductores y transmisiones. Sensores internos. Arquitectura de control. Control lineal. Análisis de estabilidad. Control no lineal. Incertezas.

Planteo del Problema de calibración. Movimiento sujeto a vínculos. Acomodamiento y control de fuerzas. Visión para robots.

Métodos y lenguajes de programación de robots industriales. Programación offline.

### ***Microelectrónica***

Tecnología y fabricación de circuitos integrados. PDK, reglas de diseño, herramientas CAD para simulación, validación y verificación. Modelos de SPICE. Efectos de canal corto. El Inversor CMOS. Circuitos digitales CMOS estáticos y dinámicos. Memorias. Circuitos analógicos lineales, diseño físico (layout). Circuitos no-lineales. Conversores de datos. Sensores CMOS.

### ***Laboratorio de Microelectrónica***

Flujo de diseño en un proyecto de microelectrónica. Floorplanning. Automatización del diseño de circuitos digitales. Gestión de energía. Circuitos de adaptación de señal. Estructuras de protección electrostática (ESD). Medición, caracterización y modelización de dispositivos semiconductores y circuitos integrados.

### ***Comunicación y Computación Cuántica***

Orígenes de la Computación Cuántica. Formalismo de Dirac. Operadores relevantes. Postulados de la Mecánica Cuántica. Qubits y Sistemas de Qubits. Compuertas cuánticas. Circuitos Cuánticos. Paralelismo e interferencia cuántica. Analogías y diferencias entre la computación cuántica y la clásica. Algoritmos cuánticos. IBMQ quantum composer. Polarización de fotones. Teorema de no clonación. Protocolo cuántico de distribución de claves: BB84. Formalismo del Operador estadístico. Estados puros (o estados coherentes) y estados mezcla. Operación traza parcial y matriz densidad reducida. Entropía de Von Neumann de un estado cuántico. Entrelazamiento cuántico. Estados de dos qubits máximamente entrelazados: de Bell o pares EPR. Clasificación del grado de entrelazamiento de sistemas cuánticos de dos qubits. Estados entrelazados de 3 o más qubits: estados GHZ, W y grafos (ket G). Intercambio de entrelazamiento. Redes cuánticas. Tecnologías de computadoras cuánticas. Lenguajes de programación en computación cuántica.

### ***Dispositivos Optoelectrónicos Avanzados***

Diodos láser Fabry-Perot, DFB, DBR y VCSEL. Dispositivos de pozo cuántico. LEDs de homojuntura, de

heteroestructura y basados en pozos cuánticos. Electrónica para manejo de LEDs. Láseres de fibra óptica. Acopladores y divisores de fibra óptica. Interferómetros basados en fibras ópticas. Moduladores ópticos integrados. Modulador Mach-Zehnder y acusto-óptico. Fotodiodos PIN, de efecto avalancha y Schottky. Circuitos para fotodiodos. Modelo de pequeña señal. Tiempos característicos y velocidad de respuesta. Potencia equivalente de ruido y detectividad específica. Fototransistor. Fotomultiplicador. Sensores para imágenes.

### ***Optoelectrónica***

Ondas electromagnéticas en sistemas ópticos. Matriz óptica ABCD. Interferometría óptica. Haces y resonadores ópticos. Procesos radiativos. Amplificación óptica. Extracción óptima de la energía de una cavidad láser. Dinámica del láser. Eficiencia de un sistema láser. Sistemas de bombeo. Láseres semiconductores. Guía de onda dieléctrica plana. Modos de propagación. Velocidad de grupo y diagrama de dispersión. Fibras ópticas de índice abrupto y gradual. Fibras de dispersión modificada. Absorción y scattering en fibras ópticas. Características constructivas de las fibras ópticas. Bolómetros y fotodetectores piroeléctricos. Detector fotoconductor. Fotodiodos.

### ***Introducción a la Ingeniería Acústica***

Generación del sonido. Propagación en diferentes medios materiales. Características físicas de las ondas sonoras y su velocidad de propagación. Mediciones acústicas objetivas y subjetivas. Parámetros globales. Nivel de presión sonora, nivel de potencia sonora y nivel de intensidad sonora. Análisis espectral. Filtros de octavas, tercios de octava y FFT. Mecanismos de audición humana: Anatomía del oído. Distribución tonotópica. Percepción del timbre: armónicos y octavas, dinámica del sonido. Curvas de igual nivel de sonoridad. Umbrales de audición. Definición de fones y sones. Riesgo de daño por exposición a ruidos. Trauma acústico. Hipoacusia conductiva y de percepción, presbiacusia. Implantes cocleares y de tronco-cerebral. Localización espacial del sonido. Efecto Hass, efecto de precedencia. Bandas críticas. Enmascaramiento, y su aplicación en procesamiento de audio. Instrumental y técnicas de medición de ruidos y de vibraciones. Preparación del instrumento para una medición. Calibración. Errores comunes en las mediciones de ruido. Normativa de aplicación en las diferentes áreas.

### ***Acústica de Recintos***

Propiedades acústicas de materiales: Absorción sonora y aislamiento acústico. Clasificación de fonoabsorbentes en función de sus mecanismos de trabajo. Aislamiento acústico: Transmisión del sonido entre recintos. Coeficiente de transmisión. Particiones simples y múltiples. Transmisión por flanco. Dependencia con la frecuencia. Control por rigidez y por masa. Ley de masa. Efecto de coincidencia. Particiones compuestas. Ensayos normalizados de propiedades acústicas de materiales y de elementos de construcción. Ensayos normalizados de edificaciones. Mediciones en laboratorio y de campo. El sonido en los recintos. Campos directo y reverberante. Concepto de distancia crítica. Tiempo de reverberación. Modelos matemáticos de cálculo. Constante "R" del recinto. Modos naturales de resonancia. Criterios y métodos de cálculo en el diseño acústico de salas.

### ***Electroacústica***

Refuerzo del sonido. Nivel de inteligibilidad. Analogías electromecanoacústicas. Aplicación a la modelización de transductores. Altoparlantes. Diseño de bafles. Aplicación de las tablas de alineaciones de Thiele-Small y fórmulas de Keele. Micrófonos: sensibilidad, respuesta en frecuencias, impedancia y diagramas direccionales. Percepción de la distorsión. Distorsión armónica total, THD.

Distorsión por intermodulación. Distorsión de fase. Enmascaramiento de las componentes de distorsión.

### ***Audio Profesional***

Parámetros para la evaluación de sistemas de audio. Amplificadores realimentados. Topologías circuitales de amplificadores de potencia y señal. Fuentes de alimentación para amplificadores de potencia. Preamplificadores, controles de tono y volumen. Ruido en amplificadores de bajo nivel de señal. Líneas de transmisión. Procesamiento de la dinámica de señales de audio. Tecnología de componentes para audio.

### ***Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas***

Introducción a la ciberseguridad: confidencialidad, integridad, disponibilidad, control de acceso, no repudio, autenticación, trazabilidad, auditabilidad. Vulnerabilidades, Amenazas, Ataques. Impacto, Probabilidad, Riesgo, Salvaguardas. Introducción a la Gestión del Riesgo. Catálogo y lista de vulnerabilidades CVE, CWE y CVSS. Primitivas Criptográficas: Cifradores Simétricos, AES y Asimétricos, RSA y Curvas Elípticas. Primitivas de Integridad y Autenticación de Mensajes, HASH y MAC. Blockchain. Introducción a la criptografía post cuántica.

Esquemas de Seguridad: Autenticación y Generación de Confianza. Protocolos de autenticación. Infraestructura de Clave Pública PKI. Single Sign On. Firma Digital.

Seguridad en comunicaciones, TLS, autenticación de una y dos vías. Seguridad en redes, IPSEC. Seguridad Perimetral. Firewalls, IDS e IPS. Ataques y Salvaguardas.

Seguridad en Aplicaciones Web. Seguridad en arquitecturas de Servicios, OpenID, JWT. Seguridad de APIs. Técnicas forenses. Seguridad Ofensiva. Pruebas de penetración.

Seguridad en entornos corporativos. Organización de la seguridad. Respuesta a Incidentes. Continuidad y plan de recuperación de desastres. Tópicos de Seguridad Física. Auditoría. Aspectos Legales y Regulaciones.

Seguridad Industrial: Segregación de redes industriales. Ciberseguridad de redes y de infraestructuras críticas y convergencia IT/OT. Problemática del Monitoreo y Gestión. Gestión segura de la configuración de dispositivos. Seguridad en capas.

Hardware Hacking. Protocolos y Comunicaciones seguras en Sistemas Embebidos. Regulaciones y Marcos de Seguridad cibernética en infraestructuras críticas.

### ***Sistemas Gráficos***

Pipeline Gráfico. Procesadores de Vértices y Fragmentos. Modelado de escenas 3D. Curvas paramétricas. Superficies bi-paramétricas. Modelos de Color. Técnicas de Iluminación, sombreado, texturado. Bibliotecas gráficas.

### ***Introducción a la Industria, los Sistemas y el Negocio Aeroespacial***

Aplicaciones típicas mejor resueltas por los sistemas espaciales. Partes y sistemas que componen una misión espacial. El negocio aeroespacial, las principales industrias y las tecnologías involucradas. Los proyectos de desarrollos espaciales. Evolución histórica del sector espacial. Estrategias nacionales de política espacial, sus objetivos, etapas y resultados. Los ecosistemas institucionales e industrias modelos. Estrategias actuales en países centrales y emergentes. Los casos de EE.UU., Europa, India. Argentina como modelo de país emergente. Las infraestructuras espaciales en operación y su impacto en la sociedad y la economía. El negocio espacial. Los mercados en sus diferentes segmentos de negocios. Tendencias en el sector espacial (new space y old space).

### ***Tecnología de Materiales para la Industria Aeroespacial B***

Tipos de materiales. Niveles de Estructura. Propiedades. Procesos de Fabricación. Relaciones proceso/estructura/propiedades. Polímeros. Cerámicos. Metales. Materiales compuestos. Aceros, aleaciones de aluminio, aleaciones de titanio, aleaciones base Ni. Compuestos laminados. Fibras cortas y largas. Refuerzos particulados. Fundamentos. Características, tipos y aplicaciones en la industria. Procesos en fabricación. Recubrimientos. Manufactura aditiva. Uniones. Propiedades mecánicas, corrosión, desgaste, fractura y fatiga. Defectos. Ensayos No Destructivos. Selección de Materiales. Requerimientos e integridad. Vida en servicio.

### ***Comunicaciones Aeroespaciales B***

Redes tolerantes a demoras y/o desconexión. Protocolo de segmentación en paquetes (bundle). Enlaces punto a punto y redes de datos satelitales. Problemática del enrutamiento en redes satelitales: plan de contactos, recursos. Protocolos de enrutamiento: CGR (Contact Graph Routing) y sus variaciones, otras propuestas.

Análisis de un caso de redes satelitales en una constelación LEO (Low Earth Orbit). Comunicaciones satelitales en órbitas MEO y GEO. Comunicaciones de distintos tipos de vehículos, satélites y vectores aeroespaciales.

## **13. RÉGIMEN DE TRANSICIÓN ENTRE PLANES**

El plan de estudios propuesto entrará en vigencia el cuatrimestre inmediatamente posterior a su aprobación por el Consejo Superior. El plan 2009 tendrá vigencia durante un período de 10 cuatrimestres contados a partir del cuatrimestre siguiente a la aprobación del Consejo Superior.

La incorporación de los estudiantes al nuevo plan de estudios o la permanencia en el plan anterior se ajustará a lo siguiente:

a. Los/las ingresantes al CBC en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudio.

b. Los/las ingresantes al segundo ciclo de la carrera en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, que cumplan con lo establecido en la RESCS 2022-1721-E-UBA-REC con las excepciones establecidas en los artículos 2 y 3, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios.

c. Los/las estudiantes no incluidos en los puntos a. y b. podrán optar por pasar al nuevo plan o permanecer en el plan actual.

c.1. Los/las estudiantes que opten por permanecer en el plan vigente deberán optar mediante nota escrita presentada en Dirección de Alumnos en un periodo no mayor a un (1) año a partir de la sanción de la presente resolución. Hecha la opción por continuar en dicho plan, deberán concluir los estudios antes de la finalización del plazo previsto en el primer párrafo de este apartado. Los estudiantes que no hayan cumplido los requisitos previstos durante dicho plazo, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios conforme la tabla de equivalencias que se fija en el cuadro siguiente.

c.2. Los/las estudiantes que opten por pasar al nuevo plan a partir de su entrada en vigencia deberán solicitar el pase de plan por nota dirigida a la Dirección de Alumnos y se les reconocerán las equivalencias incluidas en la siguiente Tabla. Adicionalmente, y de acuerdo con las funciones establecidas para la Comisión Curricular de la carrera, ésta analizará las trayectorias académicas de los/las estudiantes pudiendo otorgar además otras equivalencias y/o reconocimiento de créditos electivos/optativos en el plan 2023. Así, toda materia aprobada en el marco del Plan 2009 que no tuviera equivalencias en el Plan 2023 podrá ser considerada como créditos electivos/optativos en el plan 2023.

**Tabla de equivalencias con el Plan vigente**

<b>ASIGNATURAS OBLIGATORIAS</b>				
<b>Asignaturas Plan 2023</b>		<b>Asignaturas Plan 2009</b>		
Asignaturas	Créditos	Código	Asignaturas	Créditos
<b>CBC:</b> IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Pensamiento Computacional	38	24 - 40 62 - 66 03 - 05	<b>CBC:</b> IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Química	38
Análisis Matemático II	8	81.01	Análisis Matemático II	8
Física de los Sistemas de Partículas	6	82.01	Física I	8
Algoritmos y Programación	6	95.11	Algoritmos y Programación I	6
Álgebra Lineal	8	81.02	Álgebra II	8
Electricidad, Magnetismo y Calor	6	82.02	Física II	8
Introducción a la Ingeniería Electrónica	6	86.02	Introducción a la Ingeniería Electrónica	6
Probabilidad y Estadística	6	81.04	Probabilidad y Estadística B	6
Sistemas Digitales	6	86.01	Técnica Digital	6
Química y Electroquímica	6	83.01	Química	6
Electromagnetismo Aplicado	4	82.06	Electromagnetismo	6
Introducción a los Dispositivos Electrónicos	4	86.03	Dispositivos Semiconductores	6
Análisis de Circuitos	6	86.04	Análisis de Circuitos	6
Dispositivos Semiconductores	6	82.03	Física III	6
Señales y Sistemas	6	86.05	Señales y Sistemas	6
Circuitos Microelectrónicos	6	86.06	Circuitos Electrónicos	6
Gestión de Proyectos Electrónicos	6	91.19	Introducción a la Economía y Organización de la Empresa	4
Planificación de Proyectos	2	86.14	Introducción a Proyectos	4
Control Automático	6	86.08	Control Automático I	6

Procesos Estocásticos	6	86.09	Procesos Estocásticos	6
Taller de Sistemas Embebidos	6	86.07	Laboratorio de Microprocesadores	6
Redes de Comunicaciones	6	86.12	Comunicación de Datos	6
Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos	6	86.10	Diseño de Circuitos Electrónicos	6
Instrumentos Electrónicos y Metrología	4	86.69	Instrumentos y Mediciones Electrónicas	6
Legislación y Ejercicio Profesional	2	91.11	Legislación y Ejercicio Profesional de la Ingeniería Electrónica	4
Higiene y Seguridad	2	97.04	Seguridad Ambiental y del Trabajo	4
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica	12	86.00 86.99	Tesis de Ingeniería Electrónica ó Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica	18 18
Taller de Automatización y Control	6	86.22 ó 86.18	Laboratorio de Control Automático ó Control Industrial Distribuido ó 12 créditos de electivas del área de Automatización y Control	6
Taller de Procesamiento de Señales	6	86.55 ó 86.56 ó 86.51	Teoría de Detección y Estimación ó Procesamiento de Imágenes ó Procesamiento de Señales I ó 12 créditos de electivas del área de Procesamiento de Señales	6
Taller de Comunicaciones Digitales	6	86.25	Comunicaciones Digitales I ó 12 créditos de electivas del área de Telecomunicaciones	6
		95.04	Análisis Numérico I	6

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>				
<b>Asignaturas Plan 2023</b>		<b>Asignaturas Plan 2009</b>		
Asignaturas	Créditos	Código	Asignaturas	Créditos
Créditos Electivas	6	81.07	Análisis Funcional	6
Créditos Electivas	6	81.08	Análisis Matricial y Métodos Numéricos	6
Créditos Electivas	4	82.04	Mecánica Racional	4

Créditos Electivas	6	82.05	Física del Estado Sólido	6
Créditos Electivas	6	85.36	Máquinas Eléctricas	6
Créditos Electivas	4	85.37	Laboratorio de Instalaciones Eléctricas	4
Créditos Electivas	6	86.11	Teoría de la Información Codificación	6
Robótica Industrial	6	86.15	Robótica	6
Control Automático Multivariable	4	86.16	Control Automático II	6
Control Automático Avanzado	4	86.17	Control Automático III	6
Créditos Electivas	6	86.19	Control Robusto	6
Identificación y Control Adaptativo	4	86.20	Identificación y Control Adaptativo	6
Instrumentación y Control de Procesos Industriales	4	86.21	Instrumentación y Control de Procesos	6
Accionamientos Variables	4	86.23	Accionamientos Variables	6
Electrónica de Potencia	4	86.24	Electrónica de Potencia	6
Créditos Electivas	6	86.26	Comunicaciones Digitales II	6
Infraestructura de Redes	4	86.27	Infraestructura de Redes Fijas	6
Laboratorio de Comunicaciones	4	86.28	Laboratorio de Comunicaciones	6
Propagación y Sistemas Irradiantes	4	86.29	Propagación y Sistemas Irradiantes	6
Créditos Electivas	6	86.30	Comunicaciones Digitales III	6
Infraestructura de Redes	4	86.31	Servicios y Redes de Comunicaciones	6
Comunicaciones Inalámbricas	4	86.32	Sistemas Inalámbricos	6
Electrónica de Alta Frecuencia	4	86.34	Transmisores y Receptores de Comunicaciones	6
Créditos Electivas	6	86.35	Video Digital	6
Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas	6	86.36	Criptografía y Seguridad Informática	6
Créditos Electivas	6	86.37	Organización de Computadoras	6
Créditos Electivas	6	86.38	Arquitecturas Paralelas	6
Créditos Electivas	6	86.39	Redes de Computadoras	6
Créditos Electivas	6	86.40	Laboratorio de Redes de Computadoras	6
Taller de Sistemas Digitales	6	86.41	Sistemas Digitales	6
Diseño y Verificación Digital	6	86.42	Laboratorio de Sistemas Digitales	6
Sistemas Gráficos	4	86.43	Sistemas Gráficos	6
Créditos Electivas	6	86.44	Técnica Digital Avanzada	6
Créditos Electivas	6	86.45	Industrias y Productos de Electrónica	6

Microelectrónica	4	86.46	Microelectrónica	6
Optoelectrónica	4	86.47	Optoelectrónica	6
		86.48	Seminario de Electrónica	4
		86.49	Seminario de Electrónica II	4
Créditos Electivas	6	86.50	Tecnología de los Componentes	6
Procesamiento Estadístico de Señales	4	86.52	Procesamiento de Señales II	6
Procesamiento del Habla	4	86.53	Procesamiento del Habla	6
Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo	4	86.54	Redes Neuronales	6
Introducción a la Ingeniería Acústica	4	86.57	Acústica	6
Electroacústica	4	86.58	Electroacústica	6
Audio Profesional	4	86.59	Audio Profesional	6
		86.60	Sistemas Biológicos	6
		86.61	Ingeniería Biomédica	6
		86.62	Equipamiento para Diagnóstico y Tratamiento Biomédico	6
		86.63	Procesamiento y Análisis de Señales e Imágenes en Bioingeniería	6
Compatibilidad Electromagnética	4	86.64	Compatibilidad Electromagnética	6
Créditos Electivas	6	86.65	Sistemas Embebidos	6
Laboratorio de Microelectrónica	4	86.66	Laboratorio de Microelectrónica	6
Créditos Electivas	6	86.67	Comunicaciones Radioeléctricas y Radioenlaces	6
Créditos Electivas	6	86.68	Control no Lineal	6
Créditos Electivas	6	95.02	Algoritmos y Programación III	6
Sistemas Operativos	4	95.03	Sistemas Operativos	6
Créditos Electivas	6	95.05	Base de Datos	6
Créditos Electivas	6	95.06	Teoría de Algoritmos I	6
Créditos Electivas	4	95.07	Teoría de Lenguajes de Programación	4
Créditos Electivas	4	95.08	Taller de Programación	4
Créditos Electivas	6	95.09	Técnicas de Programación Concurrente I	6
Algoritmos y Estructuras de Datos	6	95.12	Algoritmos y Programación II	6
Créditos Electivas	2	86.70	Introducción al Diseño Asistido por Computadora para Electrónica	4
Créditos Electivas	4	81.05	Análisis Matemático III A	6

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.01 Física I del plan 2009.

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.02 Física II del plan 2009.

Se otorgarán 6 (seis) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 86.00 Tesis de Ingeniería Electrónica o 86.99 Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica del plan 2009.

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 97.04 Seguridad Ambiental y del Trabajo del plan 2009.