



RESOLUCION - CS - N° 422/98

Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

SALTA, 23 NOV 1998

Expediente N° 14.163/98.-

VISTO las presentes actuaciones y la Resolución N° 377/98 por la que el CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA aprueba el Proyecto de nuevo *Plan Estudios de la Carrera de Ingeniería Química (Plan 1999)*; a la vez que solicita a este Cuerpo su ratificación, y

CONSIDERANDO:

Que Secretaría Académica ha tomado debida intervención en las actuaciones, realizando algunas observaciones al Plan de Estudio.

Que las mismas fueron salvadas por la FACULTAD DE INGENIERÍA.

Que de acuerdo al Punto 3) del artículo 100 del Estatuto de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA, es atribución del Consejo Superior ratificar los Planes de Estudios aprobados por cada Facultad.

Que la COMISIÓN DE DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y DISCIPLINA de este Cuerpo ha emitido su opinión mediante Despacho N° 240/98.

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA  
(en su Duodécima Sesión Especial del 19 de Noviembre de 1998)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Ratificar el nuevo *Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química (Plan 1999)* en el ámbito de la FACULTAD DE INGENIERÍA, cuyo texto obra como ANEXO I de la presente.

ARTÍCULO 2°.- Hágase saber y remítase copia a: Sr. Rector, Facultad de Ingeniería, Secretaría Académica y Dirección de Control Curricular. Cumplido, siga a la mencionada Unidad Académica para su toma de razón y demás efectos.-



Prof. Juan Antonio Barbosa  
Secretario Consejo Superior

Dr. JUAN CARLOS GOTTFREDI  
RECTOR



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA  
REPUBLICA ARGENTINA

ANEXO I - Expte. N° 14.163/98.-

1

PLAN DE ESTUDIOS 1999

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

1. ANTECEDENTES

El Plan de Estudios 1999 de la Carrera de Ingeniería Química es el fruto de un largo trabajo iniciado en Febrero de 1995 por la Comisión Académica designada al efecto por la Escuela de Ingeniería Química y que culmina con esta propuesta luego de numerosas reuniones y consultas mantenidas entre dicha Comisión, la Comisión de Escuela, la diferentes Áreas de la Carrera y docentes responsables de Cátedra.

En la elaboración de la propuesta se tuvieron en cuenta el Plan de Estudios vigente, las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de "Unificación Curricular en la Enseñanza de las Ingenierías en la República Argentina", los problemas de cursado de la Carrera detectados como consecuencia del Proceso de Autoevaluación de la Carrera de Ingeniería Química, las observaciones realizadas por los profesionales que actuaran como Evaluadores Externos de dicho proceso y la de los docentes de la Escuela de Ingeniería Química.

En consecuencia, para la elaboración del nuevo Plan de Estudios se estableció un marco general de referencia en función de las siguientes premisas:

- El nuevo plan de estudios debe tener una duración de cinco años.
- Se plantean como objetivos centrales de la carrera de Ingeniería Química la formación de profesionales con capacidad para el diseño de procesos y el desarrollo, montaje y conducción de plantas industriales.
- El nuevo plan de estudios debe permitir a los estudiantes transitarlo sin mayores inconvenientes. Por lo tanto, enfatizar en la minimización de la carga horaria semanal total y la cantidad de materias cursadas en forma simultánea.
- Habiéndose aprobado la carrera de Doctorado en Ingeniería, considerar esta circunstancia como un elemento que permite reducir los contenidos de las materias a lo indispensable en la carrera de grado.
- Tener en cuenta la evolución de los requerimientos laborales de los profesionales de la ingeniería en general y de la Ingeniería Química en particular. El nuevo plan debe conciliar el alcance profesional con las características de la realidad regional.
- Tener en cuenta las recomendaciones formuladas por el CONFEDI, ofreciendo al alumno opciones en áreas que satisfagan necesidades regionales.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

2

- Tener en cuenta las principales pautas estipuladas y la experiencia acumulada en el período de vigencia del Plan 1984.

## 2. OBJETIVOS

El Plan de Estudios propuesto para la Carrera de Ingeniería Química tiene como objetivo la formación de Ingenieros Químicos capaces de desarrollar actividades de desarrollo de procesos y de diseño, montaje y conducción de plantas industriales, con especial orientación y enfoque hacia la resolución de problemas regionales y del uso racional de los recursos. Esta formación específica, complementada con conocimientos de Ingeniería General, le permitirán al profesional un desempeño eficaz en la resolución de problemas interdisciplinarios, aún en aquellos casos en que sea el único profesional responsable de estas actividades.

Para el cumplimiento de este objetivo general, las materias de la Carrera se dividen en cinco áreas con los siguientes objetivos particulares en cada uno de los casos:

**a) Área Básica General:** Tiene por objetivo capacitar al alumno en los conceptos básicos de matemática, física y química y sus respectivas aplicaciones. La metodología de trabajo a aplicar en estos cursos debe ser tal que permita al alumno aprender a estudiar y a buscar y obtener la información necesaria para el desarrollo de su actividad. El plan de estudios contempla, además, que estas materias se cursen simultáneamente -a partir de segundo año- con materias fundamentales de la Ingeniería Química, con el propósito de integrar los conocimientos generales con situaciones específicas y que el alumno comprenda los fundamentos y propósitos de la Ingeniería Química desde los primeros años de la carrera.

**b) Área Básica Específica:** Este ciclo tiene dos objetivos principales: el primero es el de interactuar con las materias del área básica general a fin de integrar los conocimientos en aplicaciones concretas y el segundo es el de preparar al alumno para recibir los conocimientos específicos de Ingeniería Química.

**c) Área Profesional General:** Los objetivos de este grupo de materias dentro del plan de estudios tienen en cuenta el medio en el que el egresado desarrollará su actividad profesional, en el que deberá desempeñarse eficientemente integrando equipos interdisciplinarios de trabajo. Debe tenerse en cuenta además que, en muchos casos, es posible que sea el único profesional técnico responsable de todas las actividades.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

3

Si bien no existen limitaciones, es razonable esperar que su ámbito ocupacional se ubique en la zona de influencia de nuestra Universidad, caracterizada por un escaso desarrollo industrial. Precisamente, uno de los objetivos de la carrera es que el egresado se constituya en un factor activo en dicho desarrollo participando en la concepción, diseño, construcción y conducción de nuevas plantas y nuevos procesos industriales. En consecuencia, es necesario que el egresado disponga de conocimientos de Ingeniería General que le permitan tener:

- Capacidad de definir adecuadamente los problemas, resolverlos y analizar sus soluciones.
- Capacidad de ampliar su formación en cualquier área en caso necesario.
- Una adecuada comunicación con otros profesionales.

**d) Área Profesional Específica:** Uno de los objetivos de las materias de esta área es el de aplicar todos los conocimientos de las áreas básicas para desarrollar métodos de diseño de equipos y plantas de producción. Esto comprende el problema del dimensionamiento, seguido por los métodos de optimización y estudio de la dinámica de equipos y plantas. Es también importante dar al alumno criterios para la selección de equipos que habitualmente no se diseñan, pero que deben especificarse adecuadamente para su compra.

Otros objetivos son el conocimiento de los servicios auxiliares que toda planta de proceso requiere para poder operar, así como conceptos claros referidos a los problemas de higiene y seguridad industrial y de contaminación del medio ambiente originados por tales plantas, y las formas más convenientes de minimizarlos.

**e) Área Orientación:** Este ciclo comprende dos cursos (denominados Optativa I y Optativa II, respectivamente), que los alumnos elegirán entre las siguientes alternativas: Beneficio de Minerales, Industria de los Alimentos y Petroquímica. En cada una de ellas los cursos están destinados a adquirir los conocimientos teóricos y prácticos correspondientes a la línea elegida. Queda abierta la posibilidad de incorporar nuevas orientaciones de especialización que sean de interés regional y/o nacional, con demanda específica del sector productivo o de reparticiones públicas y que exista disponibilidad del plantel docente y de la infraestructura física necesarios.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

4

**3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Una de las razones que conducen a la propuesta de modificación del Plan de Estudios es la de reducir la duración de la Carrera (de 6 años en el Plan actual) y, fundamentalmente, el tiempo real de permanencia del alumno en la misma (que en los últimos años alcanza un promedio de 8 años y 11 meses). Con respecto al plan vigente se reduce además la carga horaria en clases tanto teóricas como prácticas, permitiendo así que el alumno disponga de mayor tiempo para la consulta bibliográfica y el trabajo personal y en grupos, con la finalidad de afianzar los conocimientos. Con este propósito el plan de estudios propuesto presenta las siguientes características:

- Cinco años de duración de la carrera.
- Todas las materias son de dictado cuatrimestral, con una extensión de 15 semanas por cuatrimestre.
- Carga horaria semanal, en cursos regulares, es de 24 horas en todos los cuatrimestres.
- Las materias de primer año se dictarán en ambos cuatrimestres.
- Aprobación de todas las materias por promoción.
- El plan comprende un total de 36 materias de cursado regular, dos de las cuales son de carácter optativo, con cargas horarias que varían entre 4 y 10 horas semanales.
- Como requisitos curriculares se exigen: la aprobación de dos exámenes de idioma inglés: una prueba de traducción técnica y un examen de comprensión, escritura y gramática básicos; la aprobación de un Informe de Práctica de Fábrica y reunir un mínimo de 200 horas acreditadas en Cursos Complementarios Optativos.

**4. NÓMINA DE ASIGNATURAS, DICTADO Y DISTRIBUCIÓN POR AÑO Y ÁREA**

N°	MATERIA	ÁREA	CUATRIMESTRE
PRIMER AÑO			
1	Química General	Básica General	I
2	Álgebra y Geometría Analítica	Básica General	I
3	Análisis Matemático I	Básica General	I
4	Química Inorgánica	Básica General	II
5	Física I	Básica General	II
6	Análisis Matemático II	Básica General	II

*Universidad Nacional de Salta*

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

5

N°	MATERIA	ÁREA	CUATRIMESTRE
<b>SEGUNDO AÑO</b>			
7	Análisis Matemático III	Básica General	I
8	Física II	Básica General	I
9	Termodinámica I	Básica Específica	I
10	Análisis Numérico	Básica General	II
11	Termodinámica II	Básica Específica	II
12	Química Analítica e Instrumental	Básica General	II
<b>TERCER AÑO</b>			
13	Fenómenos de Transporte	Básica Específica	I
14	Fisicoquímica	Básica Específica	I
15	Química Orgánica I	Básica General	I
16	Cinética Química	Básica Específica	II
17	Operaciones Unitarias I	Profesional Específica	II
18	Química Orgánica II	Básica General	II
19	Dibujo Técnico	Profesional General	II
<b>CUARTO AÑO</b>			
20	Operaciones Unitarias II	Profesional Específica	I
21	Servicios Auxiliares	Profesional Específica	I
22	Fundamentos de Biotecnología	Profesional Específica	I
23	Materiales de la Ingeniería Química	Profesional Específica	I
24	Operaciones y Procesos	Profesional Específica	II
25	Instrumentación y Control de Procesos	Profesional Específica	II
26	Procesos Industriales	Profesional Específica	II
27	Economía	Profesional General	II



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

6

N°	MATERIA	ÁREA	CUATRIMESTRE
QUINTO AÑO			
28	Diseño de Procesos	Profesional Específica	I
29	Optativa I	Orientación	I
30	Diseño Mecánico de Equipos	Profesional Específica	I
31	Optimización de Procesos	Profesional Específica	I
32	Proyecto Industrial	Profesional Específica	II
33	Instalaciones Eléctricas	Profesional General	II
34	Optativa II	Orientación	II
35	Gestión Ambiental	Profesional Específica	II
36	Organización y Administración Industrial	Profesional General	II

### Requisitos Curriculares

- **Práctica Profesional:** Al finalizar el quinto año de la carrera deberá realizarse una Práctica de Fábrica en una planta industrial -preferentemente afín a la Orientación elegida- por un período mínimo de un (1) mes.
- **Idioma Inglés:** Previo al cursado de alguna materia de Tercer Año deberá aprobarse una prueba de traducción técnica y previo al cursado de alguna materia de Cuarto Año un examen de comprensión, escritura y gramática básicos. No se exigirá el cursado de materia alguna para el cumplimiento de este requisito, pero se dictarán cursos de idioma inglés que podrán ser tomados por todos aquellos alumnos que los consideren necesarios.
- **Cursos Complementarios Optativos:** Completado el cursado de las materias de Quinto Año, deberá acreditarse un mínimo de 200 horas en Cursos Complementarios Optativos.

### 5. CONTENIDOS SINTÉTICOS DE LAS MATERIAS

#### a) MATERIAS DEL ÁREA BÁSICA GENERAL

**Química General:** Estructura atómica. Enlaces químicos. Fórmulas y Ecuaciones Químicas. Estequiometría. Estados de agregación. Soluciones. Termoquímica. Equilibrio químico. Equilibrio iónico y ácido-base. Pilas. Potenciales de reducción.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

7

**Química Inorgánica:** Química nuclear. Enlace iónico. Enlace covalente. Reacciones en sistemas químicos inorgánicos. Enlace metálico. Metales. Metales de transición. Complejos. No metales.

**Química Orgánica I:** Teoría cuántica y estructura atómica. Modelo mecano-cuántico. Orbitales atómicos. Enlaces químico. Orbitales moleculares. Electronegatividad. Fuerzas intramoleculares. Estructura y reactividad. Estructura y propiedades físicas. Fuerzas intermoleculares. Cinética y termodinámica de las reacciones químicas. Ácidos y bases. Los compuestos orgánicos, su origen y principales características. Grupo funcional y grupos funcionales en química orgánica. Hidrocarburos alifáticos. Hidrocarburos aromáticos. Estereoquímica. Derivados halogenados. Alcoholes. Éteres. Aminas. Nitrilos e isonitrilos. Derivados orgánicos de fósforo, azufre y silicio. Compuestos organometálicos. Métodos de determinación de la estructura molecular. Compuestos orgánicos básicos de la síntesis industrial.

**Química Orgánica II:** Grupo carbonilo. Aldehídos. Cetonas. Ácidos carboxílicos. Derivados de ácidos carboxílicos (ésteres, anhídridos, halogenuros, amidas y análogos de azufre). Derivados orgánicos del ácido carbónico. Compuestos heterocíclicos. Relación entre estructura y color. Colorantes. Conceptos de macromolécula. Polímeros, propiedades físicas y químicas. Moléculas biológicas: ácidos nucleicos, aminoácidos y proteínas, hidratos de carbono, terpenos. Funciones en los sistemas biológicos. Toxicología de los compuestos orgánicos. Química orgánica industrial.

**Química Analítica e Instrumental:** Nociones de análisis cualitativo y cuantitativo. Muestreo y acondicionamiento de muestras. Evaluación de resultados. Análisis instrumental. Utilización de normas nacionales e internacionales. Sensores y analizadores de proceso.

**Álgebra y Geometría Analítica (AGA):** Matrices. Sistemas de ecuaciones lineales. Determinantes. Espacio vectorial. Cónicas y cuádricas. Transformación de coordenadas. Coordenadas polares, cilíndricas y esféricas. Álgebra de Boole y Grafos.

**Análisis Matemático I:** Conjuntos de puntos en  $\mathbb{R}$ . Funciones. Límite funcional. Derivada. Diferenciales. Integrales. Sucesiones y series de funciones. Cálculo diferencial e integral en una variable. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

**Análisis Matemático II:** Funciones de varias variables. Derivación y Diferenciación. Aplicaciones. Funciones definidas implícitamente. Extremos



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

8

libres y ligados. Operadores vectoriales. Curvas y superficies. Integrales dobles y triples, curvilíneas y de superficie. Teoremas integrales. Ecuaciones diferenciales lineales de orden n.

**Análisis Matemático III:** Ecuaciones diferenciales de orden superior al primero. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Aplicaciones. Autovalores y autofunciones. Nociones sobre transformadas de Fourier y Laplace. Introducción a las ecuaciones diferenciales a derivadas parciales. Cálculo de probabilidad y estadística.

**Análisis Numérico:** Algoritmos. Programación de computadoras. Sistemas algebraicos lineales y no lineales. Aproximación de funciones. Resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Problemas de valores iniciales y de contorno.

**Física I:** Magnitudes escalares y vectoriales. Mecánica. Estática. Cinemática. Dinámica. Trabajo y energía. Dinámica rotacional. Gravitación. Leyes de Kepler. Oscilaciones. Fluidos. Movimiento ondulatorio.

**Física II:** Electricidad: Electrostatica. Campo eléctrico. Condensadores y Dieléctricos. Corriente eléctrica y resistencia. Campo magnético. Inducción. Electromagnetismo. Óptica geométrica y física.

**b) MATERIAS DEL ÁREA BÁSICA ESPECÍFICA**

**Termodinámica I:** Soluciones gaseosas y líquidas. Balance de materia con y sin reacción química. Balance de energía en sistemas cerrados y abiertos. El efecto de la reacción química. La generación de entropía. Estructura y relaciones de los potenciales termodinámicos. Cálculo de las propiedades termodinámicas. La combinación del primer y segundo principios. Sus consecuencias. Equilibrio. Definición y consecuencia. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Regla de las fases. Diagramas de equilibrio. Introducción al análisis termodinámico de procesos.

**Termodinámica II:** Análisis de los sistemas en equilibrio, homogéneos y heterogéneos. Balances de masa, cantidad de movimiento, energía y entropía en sistemas continuos. Desarrollo de las ecuaciones de balance. Transferencia de cantidad de movimiento. Flujo en el interior de conductos.

**Fisicoquímica:** Propiedades fisicoquímicas de fluidos puros. Sistemas multicomponentes (propiedades de las disoluciones). Equilibrio entre fases.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. EOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

9

Celdas y soluciones electrolíticas. Electroquímica. Electrodo y pilas. Fenómenos superficiales.

**Fenómenos de Transporte:** Fenómenos de transporte y transferencia de calor. Conducción de calor no estacionaria en sólidos. Transferencia de calor por convección forzada en el interior de conductos y alrededor de objetos sumergidos (régimen laminar y turbulento). Transferencia de calor por convección libre. Transferencia de calor en procesos de condensación y evaporación.

Fenómenos de transporte y transferencia de masa en sistemas binarios. Difusividad y mecanismos del transporte de masa. Difusión en estado no estacionario. Transferencia de masa por convección forzada en el interior de conductos y alrededor de objetos sumergidos (régimen laminar y turbulento). Transferencia de masa por convección libre.

**Cinética Química:** Cinética y equilibrio químico complejo. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Sistemas de flujo con reacción química. Modelado de sistemas: sólido-fluido (sólido catalítico, sólido reactivo); fluido-fluido.

**c) MATERIAS DEL ÁREA PROFESIONAL GENERAL**

**Dibujo Técnico:** Estudio del lenguaje normalizado para la interpretación de planos y representaciones gráficas de equipos, procesos, instalaciones auxiliares, etc., inherentes a procesos y plantas industriales.

**Instalaciones Eléctricas:** Elementos básicos de instalaciones eléctricas industriales. Descripción y selección de dispositivos eléctricos: transformadores, generadores, motores.

**Economía:** Introducción de conceptos básicos de micro y macroeconomía relacionados con aspectos de la ingeniería en general e ingeniería química en particular. Análisis económico del consumidor y de la empresa. Indicadores de riqueza generada e índices de precios. Introducción a la formulación y evaluación de proyectos de inversión de plantas industriales. Estudio de mercado. Estudio de localización. Ingeniería del proyecto. Capítulo económico de los proyectos. Cálculo e interpretación de los indicadores de rentabilidad y de riesgo.

**Organización y Administración Industrial:** Principales aspectos de la problemática organizativa y administrativa de las empresas industriales. Conceptos fundamentales de metodologías de control de la producción. Técnicas vinculadas al eficiente manejo de los Bienes de Cambio y correcta



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

10

preservación del Activo Fijo. Los costos ingenieriles como herramienta básica en el diseño de la estrategia industrial. Conceptos básicos de la administración industrial moderna.

**d) MATERIAS DEL ÁREA PROFESIONAL ESPECÍFICA**

**Fundamentos de Biotecnología:** Nociones básicas de microbiología. Transformaciones de masa y energía en sistemas biológicos. Cinética de reacciones enzimáticas. Cinética de crecimiento microbiano. Sistemas continuos y discontinuos. Transferencia de oxígeno en procesos aeróbicos. Esterilización de medios, aire y reactores. Procesos microbiológicos. Procesos enzimáticos.

**Servicios Auxiliares:** Instalaciones auxiliares de proceso. Combustión y sus aplicaciones industriales. Hogares: Hornos de radiación. Generadores de vapor. Calefacción con vapor y otros fluidos. Producción de energía mecánica: turbinas y motores de combustión interna. Tratamiento y recuperación del agua industrial. Agua para calderas. Instalaciones frigoríficas. Producción de vacío.

**Operaciones Unitarias I:** Transporte de fluidos líquidos y gaseosos por cañerías. Balances de energía mecánica y pérdidas de carga. Bombas, ventiladores y compresores. Trituración y molienda de sólidos. Transporte y almacenamiento de sólidos. Sistemas fluido/partículas sólidas: sedimentación, filtración, centrifugación, lechos fluidizados. Sistemas de ventilación industrial.

**Operaciones Unitarias II:** Ecuaciones de dimensionamiento de equipos de operaciones y procesos. Clasificación. Equipos de transferencia de calor. Equipos de transferencia de materia.

**Operaciones y Procesos:** Equipos de transferencia simultánea de calor y materia. Reactores: tubulares, tanque agitado continuo y discontinuo.

**Materiales de la Ingeniería Química:** Metales. Corrosión. Ensayos de propiedades químicas y mecánicas. Fundición. Aceros. Aceros inoxidables. Materiales no ferrosos y sus aleaciones. Cubiertas protectoras para metales. Cerámicos, cementos, refractarios y vidrios. Orgánicos. Madera y altos polímeros.

**Diseño Mecánico de Equipos:** Solicitaciones en los equipos y elementos de máquinas. Elasticidad y distintos tipos de esfuerzos. Uniones fijas y desmontables. Órganos de transmisión y apoyo: ejes y cojinetes. Transmi-



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

11

sión de energía: conceptos básicos sobre engranajes, correas y cajas reductoras. Cálculo y diseño de tanques agitados, recipientes de presión interna y de vacío. Sistemas de cañerías y accesorios.

**Instrumentación y Control de Procesos:** Estructura matemática de los procesos. Fundamentos del control de procesos: controlabilidad, observabilidad, estabilidad, sensibilidad. Estimación de estado. Sistemas de control: procesos escalares y procesos multivariados. Elementos de control y de acción final. Sistemas de control. Instrumentación.

**Procesos Industriales:** Industria de procesos: características e importancia, descripción y estudio. Industrias de la alimentación. Fermentación alcohólica. Industria azucarera y láctea. Industria del petróleo y petroquímica. Petróleo y gas natural. Destilación y procesos químicos. Principales procesos petroquímicos. Industria del papel. Industria química pesada. Procesamiento de minerales y metalurgia extractiva: principales industrias.

**Optimización de Procesos:** Formulación de problemas de optimización. La función objetivo. Grados de libertad. Restricciones. Caracterización del problema de optimización. Consistencia matemática. Formulación de algoritmos con consistencia matemática. Optimo de una función. Problemas con y sin restricciones. Extremos de un funcional. Aplicaciones a problemas de ingeniería.

**Diseño de Procesos:** Conceptos e interrelaciones de Ingeniería e Ingeniería Química. La función del Ingeniero Químico. Justificación macro y microeconómica de los criterios utilizados para la evaluación de proyectos de inversiones. El proceso de decisión. La síntesis de procesos: el problema, su representación y búsqueda de soluciones. Generación de esquemas de procesos. Métodos de optimización a multinivel. Integración de procesos. Procesos discontinuos. Plantas multipropósito y multiproducto.

**Proyecto Industrial:** Confiabilidad y seguridad. Teoría de fallas. Análisis de riesgo. Criterios para un diseño robusto. La presentación de los resultados del diseño: el proyecto de inversión. Operación de plantas. Control de calidad. Se incluye como práctico el desarrollo del proyecto de instalación o rediseño de un equipo industrial, tal como tanque, intercambiador de calor, caldera, etc., incluyendo cañerías y accesorios, con todos los detalles de presentación y evaluación.

**Gestión Ambiental:** Higiene y seguridad industrial: objetivos. Salud ocupacional. Accidentes de trabajo. Contaminación del ambiente laboral. Car-



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

AV. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

12

ga térmica. Iluminación y color. Ruidos y vibraciones. Riesgo eléctrico. Protección contra incendios. Legislación vigente. La protección del medio ambiente. Caracterización de efluentes líquidos, emisiones gaseosas y residuos sólidos provenientes de procesos industriales. Minimización de la contaminación: alternativas técnicas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Legislación y normas.

**e) MATERIAS DEL ÁREA ORIENTACIÓN**

**Optativa I (Beneficio de Minerales):** Rocas y minerales. Mena. Clasificación de los minerales. Proceso de beneficio. Liberación de un mineral. Análisis granulométrico. Transporte y almacenamiento. Trituración y molienda de minerales. Clasificación por tamaños. Separación de polvos. Concentración. Evaluación de los procesos de concentración. Concentración gravitacional. Medios densos. Análisis densimétrico.

**Optativa II (Beneficio de Minerales):** Propiedades magnéticas de los minerales: separación magnética. Flotación por espuma. Fisicoquímica de la flotación. Reactivos. Plantas de flotación. Hidrometalurgia. Lixiviación de minerales y recuperación del metal. Electrometalurgia. Pirometalurgia: principales procesos. Hornos de combustión y eléctricos. Descripción de los principales procesos de la industria minero-metalúrgica.

**Optativa I (Petroquímica):** Origen y evolución de los hidrocarburos. La industria del petróleo: prospección, perforación y producción. Caracterización y estimación de propiedades de hidrocarburos y sus mezclas. Transporte de hidrocarburos. Procesamiento de gas natural y petróleo.

**Optativa II (Petroquímica):** Introducción a la industria petroquímica. Producción de gas de síntesis, olefinas y aromáticos: características termodinámicas y cinéticas de los sistemas reaccionantes. Fundamentos de los procesos petroquímicos y de refinación de hidrocarburos.

**Optativa I (Alimentos):** Macrocomponentes de los alimentos: propiedades químicas, físicas y funcionales (agua, proteínas, hidratos de carbono, lípidos, minerales). Alimentos: composición y control de calidad (cereales, carne, leche y sus productos, grasas y aceites, frutas y hortalizas, productos azucarados). Aditivos alimentarios.

**Optativa II (Alimentos):** Operaciones unitarias en el procesamiento de alimentos. Métodos de conservación de alimentos: procesos térmicos (refrigeración, congelación, pasteurización, esterilización, deshidrata-



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

13

ción). Conservación por fermentación. Ecología microbiana de los alimentos. Enfermedades de origen alimentario. Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) en la producción de alimentos.

#### 6. CURSOS COMPLEMENTARIOS OPTATIVOS

Constituyen una serie de cursos optativos cuyo objetivo es complementar la formación integral del egresado. Los contenidos de los mismos serán fijados con el propósito de: introducir al alumno en otras áreas del conocimiento; profundizar ciertos temas específicos correspondientes a cursos regulares; introducir al alumno en áreas de punta de la Ciencia, la Técnica y la Ingeniería Química en particular; analizar problemas actuales de interés para el país y la región; servir a la formación cultural del alumno: arte, política, economía, problemas sociales, etc.

Cada uno de los cursos tendrá una carga horaria máxima de 30 horas, dictados en un período no superior a las seis semanas. El alumno podrá cursarlos desde el primer año de la carrera debiendo acreditar al final de la misma un mínimo de 200 horas. Los cursos comprenderán todas las áreas del conocimiento, estableciéndose cantidades máximas de horas acreditadas por área a los efectos del cumplimiento de la condición anterior.

Para cada uno de los Cursos la Escuela de Ingeniería Química establecerá, de común acuerdo con los docentes responsables de su dictado:

- contenidos y objetivos del curso
- fecha y horarios de dictado
- profesor responsable y docentes a cargo
- modalidad de evaluación
- condiciones para su cursado
- cantidad de horas acreditadas.

La Escuela de Ingeniería Química revisará periódicamente el listado de cursos ofrecidos, eliminando los de escasa demanda y proponiendo otros que surjan como consecuencia de nuevas necesidades.

#### 7. METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE

El nuevo plan de estudios plantea la revisión de las metodologías a aplicar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en base a los siguientes aspectos:

- Enseñanza centralizada en el alumno.
- Integración de clases teórico-prácticas, priorizando el aprendizaje de construcción del conocimiento por sobre la exclusiva transmisión.
- Evaluación continua del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Participación activa y protagónica e interactividad de docentes y alumnos en el proceso.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. EOLIVIA 5150 - 4400 SALTA  
REPUBLICA ARGENTINA

ES COPIA  
TUPI ROBERTO RODRIGUEZ  
JEFE DEPARTAMENTO  
Resolución N° 422/98  
Secretaría del Consejo Superior  
UNSA

14

- Desarrollar en el alumno una metodología de estudio y aprendizaje, así como la aplicación de conocimientos a la resolución de problemas planteados.
- Desarrollar en el alumno una metodología de trabajo aplicable a la búsqueda y obtención de la información necesaria para el desarrollo de su actividad.
- Adecuada relación docente/alumno que permita estimular, dirigir y controlar el aprendizaje del alumno.
- Intensificar el uso de los modernos medios audiovisuales aplicables al proceso de enseñanza-aprendizaje: computación, software y videos educativos, sistemas de proyección, etc.
- Incentivar el trabajo en equipo, fomentando la discusión y el intercambio de opiniones en grupos, para el desarrollo de una capacidad crítica en el alumno.

#### 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Teniendo en cuenta que:

- Se priorizará el aprendizaje de construcción del conocimiento por sobre la simple transmisión del mismo.
- Se tenderá a una participación más activa y protagónica tanto de docentes como de alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Se incrementará la relación docente/alumno.
- Se está logrando una infraestructura más adecuada para la enseñanza y el trabajo en equipo, a través de presupuestos propios y otras fuentes de financiamiento (FOMECA).
- Todas las materias del plan de estudio son promocionales.

Los sistemas de evaluación para promocionar las asignaturas del plan comprenden:

- Establecer un mínimo de asistencia a clases prácticas y de laboratorio.
- Aprobación de todos los trabajos prácticos que programen las cátedras.
- Realización de coloquios teórico-prácticos.
- Evaluaciones parciales e integrales de los contenidos de las materias.
- Incluir trabajos monográficos y grupales en aquellas materias de orientación específica de la carrera.

Todos los requerimientos anteriores serán ponderados adecuadamente para definir la promocionalidad de la materia, en base a una escala numérica que será precisada en normativa complementaria de la Facultad de Ingeniería.



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR  
 Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA  
 REPUBLICA ARGENTINA

15

## 9. CARGA HORARIA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Carga Horaria Semanal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## PRIMER AÑO

Química General (8) [120]	Algebra y Geometría Ana- lítica (8) [120]	Análisis Matemático I (8) [120]
Química Inorgánica (8) [120]	Física I (8) [120]	Análisis Matemático II (8) [120]

## SEGUNDO AÑO

Análisis Matemático III (7) [105]	Física II (8) [120]	Termodinámica I (9) [135]
Análisis Numérico (7) [105]	Termodinámica II (8) [120]	Química Analítica e Instru- mental (9) [135]

## TERCER AÑO

Fenómenos de Trans- porte (7) [105]	Fisicoquímica (10) [150]	Química Orgánica I (7) [105]	
Cinética Química (7) [105]	Operaciones Unitarias I (7) [105]	Química Orgánica II (6) [90]	Dibujo Técnico (4) [60]

## CUARTO AÑO

Operaciones Unitarias II (7) [105]	Servicios Auxiliares (7) [105]	Fundamentos de Biotecnología (5) [75]	Materiales de la Ing. Química (5) [75]
Operaciones y Procesos (7) [105]	Instrumentación y Control de Procesos (7) [105]	Procesos Industria- les (4) [60]	Economía (6) [90]



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

16

## QUINTO AÑO

Diseño de Procesos (8) [120]		Optativa I (6) [90]	Diseño Mecánico de Equipos (5) [75]	Optimización de Procesos (5) [75]
Proyecto Industrial (4) [60]	Instalaciones Eléctricas (4) [60]	Optativa II (6) [90]	Gestión Ambiental (6) [90]	Organización y Adm Indust. (4) [60]

(8): Carga horaria semanal

[120]: Carga horaria total del curso

- Total Cursos Regulares 3.600 horas
- Total Cursos Complementarios Optativos 200 horas
- Práctica de Fábrica 150 horas

## 10. RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES DE MATERIAS

N°	Cuatrimestre	Materia	Correlativa
<b>PRIMER AÑO</b>			
1	I	Química General	-----
2	I	Álgebra y Geometría Analítica	-----
3	I	Análisis Matemático I	-----
4	II	Química Inorgánica	1 (A)
5	II	Física I	2 (A), 3 (A)
6	II	Análisis Matemático II	2 (A), 3 (A)
<b>SEGUNDO AÑO</b>			
7	I	Análisis Matemático III	6 (A)
8	I	Física II	5 (A), 6 (A)
9	I	Termodinámica I	1 (A), 5 (A)
10	II	Análisis Numérico	7 (A)
11	II	Termodinámica II	6 (A), 9 (A)
12	II	Química Analítica e Instrumental	4 (A)
<b>TERCER AÑO</b>			
13	I	Fenómenos de Transporte	7 (A), 11 (A)
14	I	Fisicoquímica	8 (A), 11 (A)
15	I	Química Orgánica I	4 (A)
16	II	Cinética Química	13 (A), 14 (A)
17	II	Operaciones Unitarias I	13 (A)
18	II	Química Orgánica II	15 (A)
19	II	Dibujo Técnico	2 (A)



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. EOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

17

N°	Cuatrimestre	Materia	Correlativa
<b>CUARTO AÑO</b>			
20	I	Operaciones Unitarias II	17(A)
21	I	Servicios Auxiliares	17(A)
22	I	Fundamentos de Biotecnología	16(A), 18(A)
23	I	Materiales de la Ingeniería Química	15(A)
24	II	Operaciones y Procesos	16(A), 20(A)
25	II	Instrumentación y Control de Procesos	12(A), 24(CS)
26	II	Procesos Industriales	22(A)
27	II	Economía	21(A)
<b>QUINTO AÑO</b>			
28	I	Diseño de Procesos	31(CS)
29	I	Optativa I	26(A)
30	I	Diseño Mecánico de Equipos	21(A)
31	I	Optimización de Procesos	10(A), 25(A)
32	II	Proyecto Industrial	27(A), 28(A)
33	II	Instalaciones Eléctricas	21(A)
34	II	Optativa II	29(A)
35	II	Gestión Ambiental	26(A)
36	II	Organización y Administración Industrial	27(A)

(A): Aprobada (CS): Cursado Simultáneo

11. RÉGIMEN DE EQUIVALENCIAS ENTRE EL PLAN DE ESTUDIOS 1999  
Y EL PLAN DE ESTUDIOS 1984

PLAN DE ESTUDIOS 1999	PLAN DE ESTUDIOS 1984
<b>PRIMER AÑO</b>	
Química General	Química General
Álgebra y Geometría Analítica	Álgebra Lineal y Geometría Analítica
Análisis Matemático I	Análisis Matemático I
Química Inorgánica	Química Inorgánica Analítica
Física I	Física I
Análisis Matemático II	Análisis Matemático II
<b>SEGUNDO AÑO</b>	
Análisis Matemático III	Análisis Matemático III y Complemento



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

18

Física II	Física II
Termodinámica I	Fundamentos de la Ingeniería Química I
Análisis Numérico	Cálculo Numérico
Termodinámica II	Fundamentos de la Ing. Química II
Química Analítica e Instrumental	Química Analítica Cuantitativa e Instrumental

PLAN DE ESTUDIOS 1999	PLAN DE ESTUDIOS 1984
<b>TERCER AÑO</b>	
Fenómenos de Transporte	Fundamentos de la Ing. Química IV
Fisicoquímica	Fundamentos de la Ing. Química III
Química Orgánica I	Química Orgánica
Cinética Química	Fundamentos de la Ing. Química V
Operaciones Unitarias I	Ingeniería Química I y Complemento
Química Orgánica II	Química Orgánica
Dibujo Técnico	Dibujo Técnico
<b>CUARTO AÑO</b>	
Operaciones Unitarias II	Ingeniería Química II
Servicios Auxiliares	Ingeniería Química I
Fundamentos de Biotecnología	Microbiología Industrial
Materiales de la Ingeniería Química	-----
Operaciones y Procesos	Ingeniería Química II
Instrumentación y Control de Procesos	Ingeniería Química III
Procesos Industriales	Procesos Industriales
Economía	Economía
<b>QUINTO AÑO</b>	
Diseño de Procesos	Ingeniería Química V
Optativa I	Especialidad A
Diseño Mecánico de Equipos	Diseño Mecánico y Construcción de Equipos
Optimización de Procesos	Ingeniería Química IV
Proyecto Industrial	-----
Instalaciones Eléctricas	Instalaciones Eléctricas
Optativa II	Especialidad B
Gestión Ambiental	Saneamiento Ambiental Higiene y Seguridad Industrial
Organización y Administración Industrial	Organización Industrial



Universidad Nacional de Salta

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

ES COPIA  
LUIS ROBERTO S. RODRIGUEZ  
JEFE DEPARTAMENTO  
Asesoramiento y Gestión  
Secretaría del Consejo Superior  
/R/S/

Para los alumnos que se encuentran cursando el plan de estudios 1984 y que optaren mediante solicitud personal continuar con el nuevo plan de estudios 1999, se aplicará el régimen de equivalencias indicado en tabla anterior.

Las características y modalidad de aprobación del complemento requerido serán definidos por las cátedras involucradas en la equivalencia solicitada.

12. PLAZO DE EXTINCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS 1984

Se fija el año 1999 como de iniciación del plan 1999 y el año 2003 como el último año en que se dictará alguna materia del plan 1984, de acuerdo con el esquema de vigencia de planes por año calendario que se detalla a continuación:

AÑO	PLAN 1984	PLAN 1999
1999	2do a 6to Año	1er Año
2000	3er a 6to Año	1er y 2do Año
2001	4to a 6to Año	1er a 3er Año
2002	5to y 6to Año	1er a 4to Año
2003	6to Año	1er a 5to Año
2004	Extinción	Continúa

Vencido el plazo de vigencia del Plan de Estudios 1984 no se dictarán cursos regulares de materias contenidas en dicho plan de estudios y solamente se conformarán mesas examinadoras para materias que estén regularizadas.

13. PLAN DE TRANSICIÓN DE DICTADO DE MATERIAS

Se establece el plan de transición de dictado de materias que se cumplirá por única vez en las fechas que se detallan a continuación:

Año 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>La cátedra de Química Inorgánica dictará el curso anual de Química Inorgánica Analítica para el plan 1984 y el curso de Química Inorgánica en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li> </ul>
----------	--

*[Handwritten signatures]*

*Universidad Nacional de Salta*

CONSEJO SUPERIOR

Av. BOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

20

	<ul style="list-style-type: none"><li>• La cátedra de Análisis Matemático II dictará este curso en el primer cuatrimestre para el plan 1984 y en el segundo para el plan 1999.</li><li>• La cátedra de Física I dictará este curso solamente en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li></ul>
<b>Año 2000</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La cátedra de Cálculo Numérico dictará el curso anual de Cálculo Numérico para el plan 1984 y el curso de Análisis Numérico en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li><li>• La cátedra de Fundamentos de la Ingeniería Química II dictará este curso en el primer cuatrimestre para el plan 1984 y el curso de Termodinámica II en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li><li>• La cátedra de Química Analítica dictará el curso anual de Química Analítica Cuantitativa e Instrumental para el plan 1984 y el curso de Química Analítica e Instrumental en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li></ul>
<b>Año 2001</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La cátedra de Química Orgánica dictará el curso anual de Química Orgánica para el plan 1984 y los cursos de Química Orgánica I y Química Orgánica II para el plan 1999, en el primer y segundo cuatrimestre, respectivamente.</li><li>• La cátedra de Fundamentos de la Ingeniería Química V dictará este curso en el primer cuatrimestre para el plan 1984 y el curso de Cinética Química en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li><li>• La cátedra de Ingeniería Química I dictará este curso anual para el plan 1984 y el curso de Operaciones Unitarias I en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li></ul>
<b>Año 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La cátedra de Ingeniería Química III dictará este curso anual para el plan 1984 y el curso Instrumentación y Control de Procesos en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li><li>• La cátedra de Economía dictará este curso en el primer cuatrimestre para el plan 1984 y en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li></ul>
<b>Año 2003</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La cátedra de Ingeniería Química V dictará el curso anual para el plan 1984 y los cursos de Diseño de Procesos y Proyecto Industrial para el plan 1999 en el primer y segundo cuatrimestre, respectivamente.</li><li>• La cátedra de Ingeniería Química IV dictará este curso en el primer cuatrimestre para el plan 1984 y el curso de Optimización de Procesos en el mismo cuatrimestre para el plan 1999.</li><li>• Las cátedras de Saneamiento Ambiental e Higiene y Seguridad Industrial dictarán estos cursos para el plan 1984 en el primer y segundo cuatrimestre, respectivamente, y el curso de Gestión Ambiental en el segundo cuatrimestre para el plan 1999.</li></ul>



*Universidad Nacional de Salta*

CONSEJO SUPERIOR

Av. EOLIVIA 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

ES COPIA  
TUJAHORRETA & RODRIGUEZ  
JEFE DEPARTAMENTO  
Resolución N° 422/98  
Secretaría del Consejo Superior  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA

21

**14. ALCANCES DEL TÍTULO**

- El campo de actividad del Ingeniero Químico comprende:
- A) Estudio, factibilidad, proyecto, dirección, construcción, instalación, inspección, certificación, operación y mantenimiento de:
    - a) Industrias que involucran procesos físicos, químicos, fisicoquímicos, de bioingeniería y sus instalaciones auxiliares.
    - b) Instalaciones donde intervengan operaciones y/o procesos unitarios industriales.
    - c) Instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental por efluentes originados por las industrias y/o sus servicios.
    - d) Equipos, maquinarias, aparatos, instrumentos, gabinetes y laboratorios para las industrias e instalaciones indicados en los incisos a, b y c.
  
  - B) Estudios, tareas y asesoramientos relacionados con:
    - a) Funcionamiento y mantenimiento de las construcciones industriales y de los servicios auxiliares indicados en el párrafo A).
    - b) Factibilidad de aprovechamiento e industrialización de los recursos naturales y las materias primas que sufren transformación y la elaboración de nuevos productos.
    - c) Planificación, programación, dirección, organización, control y optimización de los procesos industriales indicados en el párrafo A).
    - d) Aspectos de Ingeniería Legal, Económica y Financiera relacionados con los incisos anteriores.
    - e) Arbitrajes, pericias y tasaciones relacionados con los incisos anteriores.
    - f) Higiene, seguridad y contaminación ambiental relacionados con los incisos anteriores.
  
  - C) Análisis químico, físico, fisicoquímico y bromatológico de sustancias y mezclas de compuestos orgánicos e inorgánicos, para control de procesos, control de calidad y para otros fines industriales.
  
  - D) Enseñanza de los conocimientos básicos, técnicos y científicos de los temas contenidos en la Carrera en el nivel Superior Universitario y la investigación relacionada con esos conocimientos, de acuerdo con las reglamentaciones vigentes.