

## Industrialización de Hidrocarburos Planificación Ciclo Lectivo 2023

Datos administrativos de la asignatura			
Departamento:	Ingeniería Química		
Asignatura:	Industrialización de Hidrocarburos		
Carrera:	Ingeniería Química (Ord. N° 1028)		
Nivel de la carrera	Quinto Año	Duración	Anual
Bloque curricular:	Ciencias y Tecnologías Complementarias		
Cantidad de comisiones:	1 (una)		
Carga horaria presencial semanal:	2,25 h reloj	Carga Horaria total:	72 h reloj
Carga horaria no presencial semanal	-	% horas no presenciales	-
Cuerpo Docente			
Profesor Adjunto Ad-Honorem	Ing. Juan Domingo Vrcic	Dedicación:	1 (una) Simple

### Fundamentación

La ingeniería química desempeña un papel crucial en la operación de las plantas de procesamiento y refinación de hidrocarburos, desarrollando procesos de destilación, craqueo, hidrot ratamiento y otros métodos para convertir crudos en productos refinados. No obstante a esto, la industria petrolera necesita conformar equipos multidisciplinarios que trabajen en conjunto, para así descubrir y extraer los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo, en formaciones de distintas características y complejidad.

Así, la gran cantidad de fenómenos por conocer y de problemas a resolver, posibilitan a esta asignatura electiva el poder formar profesionales capaces de interpretar los datos recibidos de geólogos, geofísicos, químicos y físicos, y llevar adelante métodos de optimización de procesos para el desarrollo de los yacimientos, haciendo uso de todas las tecnologías que tengan a su alcance.

Por otro lado, la industrialización de hidrocarburos enriquece el perfil de egreso de la especialidad, desempeñando un papel significativo en la industria del petróleo y gas, así como en sectores relacionados, y contribuyendo a la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad en estas áreas.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera		
Competencias		Nivel de tributación
Específicas	CE1: Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	2
	CE8: Asesorar y/o capacitar a organizaciones, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, productos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	2
Genéricas tecnológicas (CGT)	CGT1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	2
	CGT3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	2
	CGT5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	1
Genéricas sociales, políticas y actitudinales (CGS)	CGS8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	2

### Propósito

Proporcionar a las/los estudiantes de la carrera una comprensión profunda de los procesos y tecnologías relacionados con la conversión y el procesamiento de hidrocarburos, así como herramientas para la gestión de proyectos, bajo normas seguras y eficientes, minimizando el número de accidentes y garantizando el cumplimiento de regulaciones de seguridad.

### Objetivos de la asignatura

De acuerdo con el Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química, las asignaturas electivas permiten la flexibilización académica del plan de estudio y posibilitan la adquisición de conocimientos, teniendo en cuenta las necesidades regionales del medio.

En este contexto, los objetivos de la presente asignatura son:

- Introducir a las/los estudiantes en la industrialización de petróleo, conociendo las distintas etapas de la transformación del petróleo crudo en combustibles o materias primas petroquímicas y las transformaciones de estas en productos para distintas áreas industriales.
- Identificar las distintas calidades de crudo y sus incidencias en los procesos productivos y los tratamientos de mejora de calidad de los productos.
- Relacionar e integrar los conocimientos de los primeros niveles de estudio, dando significación al aprendizaje.

### Resultados de aprendizaje

Competencia a la que tributa	Resultados de aprendizaje
CE1 CGT1	RA1: Identifica estrategias que mejoren la eficiencia de los procesos de conversión y refinación de hidrocarburos para maximizar la producción de productos refinados, tomando conocimiento de la complejidad del problema y las variables asociadas al mismo.
CE1 CGT5	RA2: Explora oportunidades para diversificar la gama de productos derivados del petróleo y gas, así como para acceder a nuevos mercados y aplicaciones, considerando el impacto social y ambiental de la actividad profesional.
CE8 CGT3	RA3: Describe los pasos operativos para desarrollar un proyecto de gestión ingenieril considerando no solo el funcionamiento de equipos, sino también la minimización de accidentes y las regulaciones sobre seguridad de procesos.

CE8 CGS8	RA4: Reconoce planes de respuesta a crisis y contingencia para abordar situaciones de emergencia, como derrames de petróleo o incidentes operativos graves, de acuerdo con normativas de la industria y regulaciones gubernamentales en términos de impacto ambiental y seguridad.
-------------	--

### Asignaturas correlativas previas

Correlativas para cursar:

- Cursadas: Operaciones Unitarias I; Operaciones Unitarias II; Tecnología de la Energía Térmica; Ingeniería de las Reacciones Químicas.
- Finales: Termodinámica; Fisicoquímica; Fenómenos de Transporte.

### Asignaturas correlativas posteriores

Al tratarse de una asignatura electiva, se debe contar con la aprobación de la misma previo a rendir el Proyecto Final de carrera.

### Contenidos mínimos.

Definición cualitativa del proceso a escala industrial. Balances de masa y energía. Operaciones unitarias. Sistemas con reacción química. Sistemas de control e instrumentación.

Ingeniería de Procesos. Diagramas de ingeniería. Introducción a la simulación. PRO II, FCCSIM, MPIMS, DMC. Políticas de Seguridad, Calidad y Medio.

### Programa analítico. Unidades temáticas

#### UNIDAD TEMÁTICA 1: CRUDOS

Petróleo y su composición. Clasificación de Crudos. Evaluación de crudos. Técnicas de muestro. Métodos de laboratorio. Curvas TBP. Rendimientos, Viscosidad, Densidad, Grados API, Metales y Azufre. Agua y Sedimentos, Sólidos filtrables. Acidez Naftenica. La importancia del conocimiento de la canasta de crudos a procesar, tratamientos, problemas operativos. Metalurgia. Análisis de productos ASTM D86 y ASTM 1160. Cromatografía.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 2,25 h reloj.*

#### UNIDAD TEMÁTICA 2: ESQUEMAS

Estructuras de Refinación. Evolución Histórica de acuerdo a criterios de localización. Refinerías cercanas a los centros de producción, insulares y del mercado. Tendencias actuales. Refinerías simples o Hydroskimming, Refinerías con Conversión de Residuos, Refinerías Complejas con Lubricantes y Petroquímicos. Perfil de Rendimientos. Economía de la Refinación. Costos y márgenes de Refinación. Indicadores de eficiencia, Índices de Solomon.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 2,25 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 3: PLANIFICACIÓN**

Programación, coordinación y scheduling de las cargas, producciones, recepciones y despachos de los complejos de Combustibles, Lubricantes y Química. Uso de modelos de Programación Lineal, para el desarrollo del plan de producciones y despachos, análisis de cuellos de botella, planificación estratégica y selección de operaciones futuras y estudios de optimizaciones operativas.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 4,50 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 4: TOPPING Y VACÍO**

Unidad de destilación atmosférica, Topping. Materia prima - productos, Acondicionamiento de la carga, equipos de intercambio, integración energética. Proceso de desalado, principales variables, insumos. Distintos tipos de desaladores, ubicación. Columnas preflash y desnaftadoras, principios de operación, ubicación y objetivos. Horno, importancia de temperatura de línea de transferencia, descripción de funcionamiento y objetivo principal. Problemas de coquizado. Columna atmosférica, productos laterales, acondicionamiento de productos a tanque, sidestripper, enfriadores, recuperación energética. Reflujos circulantes o pumparound, su integración con el tren de intercambio. Vapor de stripping calidad y efecto. Crudo reducido. Destilación al vacío, sistemas de vacío. Integración energética y horno. Temperatura de línea de transferencia. Productos, acondicionamiento y destinos.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 6,75 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 5: FCC Y COQUE**

Introducción al proceso de FCC. Reactor-Regenerador-Fraccionadora-Gascon. Principales transformaciones catalíticas. Mecanismos de reacción. Productos y destinos. Componentes básicos del catalizador. Líneas tecnológicas de catalizadores – Vigilancia Tecnológica. Propiedades físicas, químicas y catalíticas. Laboratorio de análisis de catalizadores, escala banco y planta piloto. Evaluación y selección de catalizadores. Seguimiento de variables de operación. Efecto de la carga. Alineación del proceso de coque dentro de la Refinería. Descripción de proceso. Funcionamiento de las cámaras de coque. Horno y decoquizado. Fraccionamiento y Gascon. Blow Down. Sistema de recuperación de finos. Calidades de coque. Usos. Proceso de hidrocrqueo, características de acuerdo a la presión, tipo de cargas, productos, esquemas típicos de 1 y dos etapas. Conversión total o parcial. Producción de bases. Catalizadores.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 6,75 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 6: HHPP**

Reformado de naftas. Descripción del proceso. Distintas tecnologías de reformado. Reactores. Esquemas de carga. Reacciones químicas. Control y seguimiento de la operación. Química del

catalizador. Equilibrio cloro-agua. Variables operativas. Contaminantes. Regeneración del catalizador. Ciclo de vida. Hidroprocesos. Definición. Descripción del proceso según la presión de operación y según la carga. Reacciones típicas. Variables de proceso. Relación hidrogeno / hidrocarburo. Presión parcial de hidrogeno. Tipos de catalizadores. Reactores. Regeneración de catalizador. Ciclo de vida de un catalizador. Contaminantes. Procesos de blending. Procesos físicos, mezcla de diferentes fracciones para obtener un producto final. Control de la Calidad. Blending de gas oil y motonaftas. Optimización.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 6,75 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 7: LUBRICANTES (LUB)**

Obtención de lubricantes por extracción con solventes. Materias primas. Procesos de obtención de bases, Furfural-MEK-HTA. Obtención de parafinas HTP. Desafaltado con propano PDA. Proceso en batch, logística interna, tanques intermedios. Usos de productos y subproductos.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 4,50 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 8: PETROQUÍMICA**

Petroquímica. Situación nacional e internacional. Perspectivas económicas. Complejo de Aromáticos y Solventes parafínicos. Polietileno, polipropileno y Polibutileno. Plantas de anhídrido Maleico. 1-Buteno y Oxo alcoholes. MTBE, TAME. LAB – LAS (Lineal Alquil Benceno y Lineal Alquil Benceno Sulfonado). Base Detergentes. Materias Primas utilizadas en los diferentes Complejos Petroquímicos. Usos industriales de productos. Utilización del Gas Natural como materia prima petroquímica. Metanol y UREA.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 4,50 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 9: SERVICIOS AUXILIARES**

Sistema de agua industrial, captación, desmineralización, distribución, acondicionamiento de calidad y temperatura. Funcionamiento de torres de enfriamiento. Químicos. DQO y DBO. Planta de tratamiento de efluentes líquidos, aguas ácidas. Sistemas de generación y distribución de vapor. Niveles de presión, sistemas de colección de condensado. Pérdidas. Calderas y plantas de cogeneración. Sistemas de generación y distribución eléctrica. Sistema de antorcha y fuel gas. Sistemas de aire para instrumentos, efluentes.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 6,75 h reloj.*

### **UNIDAD TEMÁTICA 10: MANTENIMIENTO**

Conceptos generales sobre Mantenimiento. Planificación de tareas ordinarias y paros, organización. Procedimientos de trabajo. Normativa Usada. Elementos de control. Manejo de la emergencia.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 2,25 h reloj.*

## **UNIDAD TEMÁTICA 11: MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD (MAyS)**

Impacto medioambiental de los procesos. Sistemas de control. Efluentes líquidos, sólidos y gaseosos. Calidad de aire, programas de simulación. Gestión de residuos. Objetivos anuales de reducción. Identificación de riesgos operativo. Elementos de protección personal. Procedimientos de operación, permisos de trabajo. Planes de Capacitación específica. Actuación ante emergencias, definiciones de planes y roles.

*Tiempo asignado para actividades teórico-prácticas: 6,75 h reloj.*

### **Metodología de enseñanza**

La metodología de enseñanza comprende actividades teórico-prácticas como desarrollo de conceptos básicos, estudios de casos, análisis de situaciones problemáticas y una visita de jornada completa a una planta industrial de alta complejidad, con recorrido de sala de control y equipos principales de cada unidad, sector de reactores, bombas y compresores, columnas, equipos de intercambio de calor y hornos.

Dado el convenio vigente entre YPF S.A. y la Universidad, cada bloque temático será desarrollado por un/a especialista de la empresa junto al Profesor Adjunto, quien coordinará la cátedra. A continuación, se detalla el listado de profesionales que participarán:

- Unidad Temática 1: Crudos. Especialista/s de la empresa: Juan D. Vrcic.
- Unidad Temática 2: Esquemas. Especialista/s de la empresa: Alejandro Zubizarreta.
- Unidad Temática 3: Planificación. Especialista/s de la empresa: Carolina Porchile; Rubén Russo.
- Unidad Temática 4: Topping y Vacío. Especialista/s de la empresa: Jorge Arze Torrez.
- Unidad Temática 5: FCC y Coque. Especialista/s de la empresa: Marcelo Ruiz; Juan E. Vrcic; Gustavo Trubiano.
- Unidad Temática 6: HHPP. Especialista/s de la empresa: Maria P. Monsalvo; Silvana Rey; Emiliano Casino; Daniel Garry; Oscar Cruz.
- Unidad Temática 7: Lubricantes. Especialista/s de la empresa: Jorge Carozzi.
- Unidad Temática 8: Petroquímica. Especialista/s de la empresa: Aníbal José; José Vargas; Sergio Almirón; Marcela Rodriguez Bruno.
- Unidad Temática 9: Servicios Auxiliares. Especialista/s de la empresa: Alejandro Reda; Alfredo Aguilar.
- Unidad Temática 10 Mantenimiento. Especialista/s de la empresa: Guillermo Celentano.
- Unidad Temática 11: Medio Ambiente y Seguridad. Especialista/s de la empresa: Melisa Sitnyk; Juan Santangelo; Rodolfo Chavez

En lo que respecta al material didáctico, se emplearán presentaciones en PowerPoint, videos ilustrativos, simulaciones de procesos, entre otros, los cuales se entregarán vía electrónica una semana antes de cada clase, con el objetivo de incentivar la participación, el dialogo y la puesta en común de ideas.

### **Recomendaciones para el estudio**

Se recomienda participar activamente en clase y consultar toda inquietud relacionada con el desempeño profesional, dada la vasta experiencia que tienen las/los especialistas de la empresa que participarán durante el dictado de la asignatura.

### **Metodología de evaluación**

La metodología de evaluación para los resultados de aprendizaje (RA1, RA2, RA3 y RA4) será mediante 2 (dos) instancias de evaluación teórico-prácticas conceptuales. Una vez finalizadas las mismas, se desarrollarán espacios de retroalimentación y devolución personalizada a cada una/o de las/los estudiantes.

Cabe señalar que las evaluaciones tendrán 2 (dos) recuperaciones cada una, contando además con una última fecha extra (flotante) en donde las/los estudiantes podrán rendir las instancias de evaluación no aprobadas previamente.

#### *Condiciones de aprobación*

La promoción de la asignatura será en forma directa (promoción) cuando las/los estudiantes acrediten la aprobación de las instancias de evaluación con una calificación mínima de 6 (seis). En el caso de que obtengan un 4 (cuatro) o 5 (cinco) tendrán regularizada la materia y deberán rendir examen final para su eventual aprobación. Si llegaran a obtener calificaciones inferiores a las indicadas, deberán recuperar o recurrar la materia, según corresponda.

Finalmente, la corrección de las evaluaciones se realizará de forma conjunta entre el responsable de cátedra y las/los especialistas.

### **Cronograma sintético de clases y/o actividades**

#### **Primer Cuatrimestre (16 semanas - 36 h reloj)**

Unidad Temática 1: Crudos. *Tiempo estimado: 2,25 h reloj (1 semana).*

Unidad Temática 2: Esquemas. *Tiempo estimado: 2,25 h reloj (1 semana).*

Unidad Temática 3: Planificación. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semanas).*

Unidad Temática 4: Topping y Vacío. *Tiempo estimado: 6,75 h reloj (3 semanas).*

Unidad Temática 5: FCC y Coque. *Tiempo estimado: 6,75 h reloj (3 semanas).*

Unidad Temática 6: HHPP. *Tiempo estimado: 6,75 h reloj (3 semanas).*

Primera evaluación teórico-práctica. *Tiempo estimado: 2,25 h reloj (1 semana).*

Recuperaciones. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semanas).*

### **Segundo Cuatrimestre (16 semanas - 36 h reloj)**

Unidad Temática 7: Lubricantes. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semana).*

Unidad Temática 8: Petroquímica. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semana).*

Unidad Temática 9: Servicios Auxiliares. *Tiempo estimado: 6,75 h reloj (3 semanas).*

Unidad Temática 10 Mantenimiento. *Tiempo estimado: 2,25 h reloj (1 semana).*

Unidad Temática 11: Medio Ambiente y Seguridad. *Tiempo estimado: 6,75 h reloj (3 semanas).*

Segunda evaluación teórico-práctica. *Tiempo estimado: 2,25 h reloj (1 semana).*

Recuperaciones. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semanas).*

Visita a planta industrial. *Tiempo estimado: 4,50 h reloj (2 semanas).*

### **Recursos necesarios**

Se necesita de un aula provista de cañón para proyecciones y equipamiento informático asociado (PC, monitor, internet, etc.). Por su parte, cuando se realiza la visita a YPF S.A se necesitan los seguros de las/los estudiantes y docentes, dado que empresa ofrece el transporte y los elementos de protección para la misma.

### **Referencias bibliográficas**

#### *Recomendada*

American Society for Testing Materials (2016). *Standars on Petroleum Products and Lubricants. USA.* ASTM.

Fanchi, J. R., Christiansen, R. L (2016). *Introduction to Petroleum Engineering.* Wiley.

Chow, S. (2014). *Petroquímica y Sociedad.* S.L. Fondo de Cultural Económica de España.

Parra Iglesias, E. (2003). *Petróleo y Gas Natural.* Akal.

Wauquier, J. P. (2004). *El Refino del Petróleo.* Instituto Superior de la Energía.

Bhaduri, S., Mukesh, D. (2014). *Homogeneous Catalysis: Mechanisms and Industrial Application.* Wiley.

Nørskov, J. et al. (2014). *Fundamental Concepts in Heterogeneous Catalysis.* Wiley.

Beller, M. et al. (2012). *Catalysis: From Principles to Applications.* Wiley.

#### *Complementaria*

Wuithier, P. (1973). *El Petróleo, Refino y Tratamiento Químico.* CEPESA.

Gary, J. H., Hanwerk, G. E. (1980). *Refino del Petróleo.* Reverté.

Topsoe, H. et al. (1996). *Hydrotreating Catalysis.* Springer Velarg.

## Función Docencia

### *Profesor Adjunto (Responsable de Cátedra)*

- Dictar clases teóricas-prácticas correspondientes a los cursos designados.
- Colaborar en las tareas académicas que la directora de cátedra determine, así como en el desarrollo de seminarios de la misma.
- Integrar los jurados de concursos de auxiliares docentes, comisiones examinadoras u otras de carácter docente y técnico para los que sean elegidos o designados.
- Desempeñar los cargos directivos y académicos para los cuales sean elegidos o designados.
- Participar en la toma y la corrección de las evaluaciones finales.

## Reuniones de asignatura y área

Se realizan reuniones periódicas entre el responsable de cátedra y las/los especialistas de la empresa, a modo de coordinar actividades y/o realizar modificaciones sobre las mismas, según corresponda.

A su vez, el Profesor Adjunto asiste a las reuniones convocadas por el Departamento de Ingeniería Química y las intercátedra, es decir, aquellas donde participan los docentes de las asignaturas correlativas con la presente.

## Atención y orientación a las y los estudiantes

Las/los estudiantes podrán realizar consultas de manera presencial los días martes de 19:00 a 20:00 hs. También se resuelven por medios informáticos (videoconferencia zoom), previa coordinación entre ambas partes.

## Lineamientos de Extensión de la cátedra

### Actividades en las que pueden participar las y los estudiantes

#### Extensión

Visita al CILP YPF.

Se pacta una visita con las autoridades de la empresa (suele realizarse a fin de año, cuando hay paro de planta).