



**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**

**Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2018**

Asignatura: **Tecnología y Aplicación de Gases Combustibles**

Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: **Ing. Gustavo Zabalza (Especialista en Ingeniería de la Energía)**

Profesor Responsable Local <sup>1</sup>: **Dr. Ing. Pedro Curto, Profesor (G4) del IIMPI**

Otros docentes de la Facultad: **Ing. Marcos Tenconi Vigueret, Profesor (G3) del IIMPI  
Ing. Gabriel Pena Profesor (G2) del IIMPI**

Docentes fuera de Facultad: **Ing. Gustavo Zabalza (Especialista en Ingeniería de la Energía) Tec.  
IG2 Alejandro Berger, Ing. Javier Martínez, Ing. Alberto Devincenzi, Ing. Sergio Musetti, Ing.  
Fernando Peláez, Ing. Alberto Rucks, Arq. Martín Sales.**

Instituto ó Unidad: **Instituto de ingeniería Mecánica y Producción Industrial (IIMPI).**  
Departamento ó Area: **Departamento de Termodinámica Aplicada.**

Fecha de inicio y finalización: **26/06/18 al 21/08/18**

Horario y Salón: **Martes y Jueves de 18:00 a 22:00 / Visitas: Sábados 09:00a 13:00 salón  
Marrón (705)**

Horas Presenciales: **88 (incluye visita y ejercicios)**

Nº de Créditos: **8**

**Público objetivo y Cupos:** Ingenieros Mecánicos, Industriales, Químicos. Arquitectos e Ingenieros Civiles con experiencia en climatización e instalaciones sanitarias. Técnicos con formación y experiencia específicas en diseño y construcción de sistemas de cañerías para conducción de gases, climatización e instalaciones sanitarias. Personas que hayan cursado y aprobado el Curso de Fundamentos de la Tecnología y Aplicación de Gases Combustibles. Cupo mínimo: 5 personas. Cupo máximo: 15 personas.

**Objetivos:** Desarrollar los aspectos tecnológicos y aplicados para la utilización eficiente y segura de los gases combustibles a nivel industrial, comercial y residencial.

**Conocimientos previos exigidos:** Fundamentos de metalurgia física, metalurgia de transformación y procesos de soldadura.

**Conocimientos previos recomendados:** Fundamentos de metalurgia física, metalurgia de transformación y procesos de soldadura.

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 60
- Horas clase (práctico): 6
- Horas clase (laboratorio): 20
- Horas consulta: 2
- Horas evaluación: 2
- Subtotal horas presenciales: 90
- Horas estudio: 16
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 8
- Horas proyecto final/monografía: 8
- Total de horas de dedicación del estudiante: 122

**Forma de evaluación:** Combinación de una o más de las siguientes metodologías: Entrega en tiempo y forma de trabajos prácticos específicos. Presentación y desarrollo en clase de temas monográficos. Examen oral teórico práctico.

**Temario:**

1. Diseño, construcción y ampliación de propanoductos y gasoductos de transporte: Caudal de transporte. Consumo específico. Presiones operativas. Determinación del espesor y el diámetro de las cañerías. Fórmulas de cálculo. Consideración de la eficiencia operativa. Fórmulas simplificadas. Cálculo del factor de fricción. Factor de diseño según trazados. Protección anticorrosiva. Procedimientos constructivos. Especificaciones de soldadura. Calificación de procedimientos de soldadura y soldadores. Planos y especificaciones técnicas. Seguridad. Materiales utilizados. Reglamentación. Pruebas. Inspecciones de materiales en fábrica. Inspección de obras. Certificaciones de calidad. Criterios de ampliación de gasoductos. Previsión de demanda. Gestión del line-pack. La problemática uruguaya. Evaluación de alternativas para la ampliación de la capacidad de transporte. Incremento de la máxima presión operativa. Incremento de la potencia de compresión. Construcción de loops.

2. Compresión y transporte de GN: Tipos de compresores y de impulsores. Turbinas a gas. Cálculo de la potencia de compresión. Modelos de turbinas disponibles comercialmente. Rendimientos. Factor de compresibilidad. Consumo de combustible. Transporte de gas por cañerías. Plantas compresoras. Optimización de su ubicación sobre la línea. Gasoductos Virtuales. Gas Natural Licuado.

3. Diseño y construcción de redes de distribución: Presiones operativas. Diseño básico. Cálculo de diámetros. Válvulas de línea. Construcción de redes de polietileno. Materiales utilizados (cañerías, accesorios, herramientas). Obra mecánica. Obra civil. Planos y especificaciones técnicas. Seguridad. Reglamentación. Pruebas. Inspección de obras. Puesta en servicio. Calificación del personal. Criterios de ampliación de redes de distribución. Previsión de demanda y ampliación de la capacidad de la red.

**4. Estaciones reguladoras de presión:** Criterios de diseño y construcción. Sistemas aislados y en antena. Tipos de abastecimiento. Abastecimiento a redes y consumos concentrados (industrias y grandes consumidores) Procedimientos de cálculo. Verificación de la velocidad de circulación del gas. Selección de válvulas de regulación y de seguridad. Instrumentos. Pruebas. Separadores de polvo y líquido, filtros, calentadores, otros dispositivos.

**5. Medición y odorización:** Diseño y construcción de plantas de medición y odorización. Selección de equipos. Criterios de asignación de medidores para uso industrial y residencial. Cumplimiento de normas. Error de medición admitido. Dosificación de odorante. Controles.

**6. Instalaciones de GLP:** Plantas de Almacenamiento y Envasado. Depósitos de Recipientes. Diseño y construcción de tanques y recipientes Portátiles de GLP. Baterías de cilindros. Características generales. Ubicación e instalación. Cálculo y dimensionamiento. Capacidad de suministro en régimen continuo. Factor de utilización. Almacenamiento de GLP en instalaciones industriales. Tipos de depósitos. Cálculo y dimensionamiento. Equipos de vaporización. Elementos de control y dispositivos de seguridad. Cañería interna. Cálculo y dimensionamiento. Instalaciones domiciliarias individuales y colectivas. Instalaciones de calefacción. Aplicaciones industriales. Utilización de gas licuado como combustible alternativo. Plantas de indilución. Sistemas de peak-shaving. Previsión para futura conversión e intercambiabilidad con GN

**7. Combustión y evacuación de humos:** Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad entre gas natural y propano indiluido. Conversión de redes de distribución. Adaptación de gasodomésticos. Efectos del monóxido de carbono. Evacuación de los productos de combustión. Clasificación de sistemas. Sistemas para artefactos no conectados a conductos. Requerimientos de ventilación de ambientes y cálculo de aberturas mínimas. Artefactos conectados a conductos individuales. Artefactos de tiro natural o cámara abierta. Artefactos de tiro balanceado o cámara cerrada. Sistemas de conexión a conducto colectivos. Cálculo del conducto colectivo. Ventiladores. Tipos y características. Regulación del caudal.

**8. Quemadores de gas:** Tipos y características. Presión de trabajo. Incorporación de aire. Grado de automatización. Controlador. Secuencia de encendido. Tiempos de seguridad. Prebarrido. Control de aire primario y secundario. Regulación de la potencia de fuego. Dispositivos de seguridad: pilotos; detección de llama; detectores térmicos, iónicos y fotoeléctricos; dispositivos de control de límite; válvulas automáticas de cierre; enclavamientos. Quemadores duales.

**9. Instalaciones residenciales y gasodomésticos:** Prolongación domiciliaria. Prolongaciones con medidores al frente y en el interior del edificio. Prolongaciones para baterías de medidores. Cañería interna: instalación; soportes de la cañería; pendientes mínimas; ubicación de sifones. Llaves de paso. Accesorios. Pruebas de hermeticidad, habilitación y puesta en servicio. Obstrucciones. Localización de pérdidas. Instalación y utilización de los gasodomésticos. Cocinas. Secadores de ropa. Producción de agua caliente sanitaria. Calefones. Termotanques. Sistemas de calefacción a gas. Calefacción local y centralizada. Calderas de cámara estanca. Calderas de cámara abierta con ventilación a los cuatro vientos. Calefactores a gas. Sistemas de radiación infrarroja. Convectores de tiro natural o cámara abierta. Convectores de tiro balanceado o cámara estanca. Estufas catalíticas. Refrigeradores y equipos de aire acondicionado. Eficiencia de la instalación. Funcionamiento. Distribución del calor.

**10. Instalaciones y equipos comerciales e industriales:** Criterios de diseño y configuración general. Sistemas ramificados y de anillo. Consumos de procesos y servicios. Planilla de artefactos y planilla de cálculo. Parámetros de diseño: presión de distribución interna; velocidad máxima de gas; caídas de presión admisibles; diámetros, espesores y materiales. Equipos de secado, cocción y manufactura de alimentos. Equipos industriales: sopletes, secadores, hornos y calderas industriales. Generación de energía eléctrica. Calderas a gas. Tipos y características. Conversión de calderas para uso con gas combustible. Instalación. Sala de



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

calderas: Ubicación y lay-out; dimensiones y distancias de seguridad; ventilación del recinto; evacuación de los productos de combustión. Instalación de servicios en la sala de calderas. Instalación eléctrica. Instalación de lucha contra incendios. Normas de aplicación.

11. Gas Natural Comprimido Vehicular (GNCV): Utilización del GNC para transporte vehicular en el mundo. La experiencia Argentina. Sistemas de adaptación. Performance del motor. Kits de conversión. Elementos de seguridad. Revisión periódica de cilindros. Estaciones de abastecimiento de GNCV. Normativa aplicable en el Uruguay.

### Bibliografía:

1. Tratado General del Gas

Raúl R. Llobera

I.S.B.N. 950-526-071-7

Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires

2. UNIT 1005 – Norma de Instalaciones para Gases Combustibles por Cañería  
Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)

3. NAG - 201: Disposiciones, Normas y Recomendaciones para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales

Ente Nacional Regulador del Gas de la República Argentina (ENARGAS)

4. NAG - 100: Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte de Gas Natural y Otros Gases por Cañerías

Ente Nacional Regulador del Gas de la República Argentina (ENARGAS)

5. Material Específico del Curso, desarrollado o seleccionado por los Docentes a cargo del Curso: apuntes, selección de notas y artículos bibliográficos, catálogos e información técnica de proveedores especializados.