

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

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

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:**

(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**

**Educación permanente**

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Ing. Gustavo Zabalza (Especialista en Ingeniería de la Energía)  
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

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

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

**Docentes fuera de Facultad:** Ing. Gustavo Zabalza (Especialista en Ingeniería de la Energía); Ing. Mario Botto (Especialista GNL); Ing. Alberto Rucks (Jefe de Ingeniería, MONTEVIDEO GAS); Arq. Martín Sales (Depto. de Ingeniería, MONTEVIDEO GAS); Ing. Alberto Devincenzi (Gerente de Ingeniería, CONECTA); Ing. Sergio Musetti (Encargado de Proyectos, GASODUCTO CRUZ DEL SUR); Ing. Javier Martínez (Gerente de Ingeniería, ACODIKE, Uruguay; Tec. IG2 Alejandro Berger (Director, MANUEL BERGER Y CÍA.);  
(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:** Maestría y Doctorado en Ingeniería de la Energía, Maestría en Ingeniería Mecánica.

**Instituto o unidad:** Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial

**Departamento o área:** Departamento de Termodinámica Aplicada

**Horas Presenciales:** 88

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos:** 8

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** Profesionales con título de grado en Ingeniería Mecánica, Química o Civil – Orientación Sanitaria. Técnicos con experiencia en diseño y ejecución de instalaciones comerciales e industriales de gases combustibles.

**Cupos:** Mínimo = 5 personas / Máximo = 20 personas

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

---

**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:**

---

**Metodología de enseñanza:**

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

Descripción de la metodología:  
[Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 60
- Horas de clase (práctico): 6
- Horas de clase (laboratorio): 20
- Horas de consulta: 2
- Horas de evaluación: 2
  - Subtotal de horas presenciales: 90
- Horas de estudio: 16
- Horas de resolución de 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 desarrollado en clase de temas monográficos. Examen oral teórico – práctico.

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

---

**Temario:**

a.- 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.

b.- 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.

c.- 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.

d.- Estaciones reguladoras de presión: Criterios de diseño y construcción. Sistemas aislados y en línea. 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.

e.- 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.

f.- 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 dilución. Sistemas de peak-shaving. Previsión para futura conversión e intercambiabilidad con GN

g.- Combustión y evacuación de humos: Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad de entregas 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 conductos colectivos. Cálculo del conducto colectivo. Ventiladores. Tipos y características. Regulación del caudal.

h.- 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.

i. Instalaciones residenciales y gasodomésticos: Prolongación domiciliar. 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.

j.- 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 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.

k.- 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 inseguridad. Revisión periódica de cilindros. Estaciones de abastecimiento de GNCV. Normativa aplicable en el Uruguay.

---

#### **Bibliografía:**

Tratado General del Gas  
Raúl R. Llobera I.S.B.N. 950-526-071-7 Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires

UNIT 1005-00 – Norma de Instalaciones para Gases Combustibles por Cañería. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)

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)

NAG - 201: Disposiciones, Normas y Recomendaciones para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales Ente Nacional Regulador del Gas de la República Argentina (ENARGAS)

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

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

---