



UNIVERSIDAD DEL SALVADOR

Facultad de Historia, Geografía y  
Turismo

Licenciatura en Higiene y  
Seguridad en el Trabajo.

PROGRAMA

ACTIVIDAD CURRICULAR:		TERMODINAMICA Y MAQUINAS TERMICAS			
CÁTEDRA:		Ing. Enrique Néstor PAZ			
TOTAL DE HS/SEM.:		3	TOTAL HS	54	
SEDE:	CENTRO	CURSO:	4°	TURNO:	Noche
AÑO ACADÉMICO:		2019			
URL:					

1. CICLO:

Básico		Superior/Profesional	X
--------	--	----------------------	---

(Marque con una cruz el ciclo correspondiente)

2. COMPOSICIÓN DE LA CÁTEDRA:

Docente	E-mail
Ing. Enrique Néstor PAZ	ingenp@hotmail.com
-----	-----
-----	-----

3. EJE/ÁREA EN QUE SE ENCUENTRA LA MATERIA/SEMINARIO DENTRO DE LA CARRERA:

4. FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA/SEMINARIO EN LA CARRERA:

Nociones de Calor y Transmisión del Calor en Cuerpos. Elementos de Termodinámica Técnica, necesarios para el desarrollo de los Ciclos Térmicos de Combustión Externa y de Combustión Interna. Combustión.

**Ciclos Térmicos de Combustión Externa y de Combustión Interna. Termodinámica del Aire Húmedo (Psicrometría). Ciclos Frigoríficos.**

**5. OBJETIVOS DE LA MATERIA:**

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

- Discernir entre los distintos vectores energéticos en uso actual y futuro.
- Comprender y aplicar criterios referentes a la conservación de las fuentes energéticas y el medio ambiente.
- Incorporar nociones de combustión y uso de combustibles.
- Comprender y analizar procesos industriales y de generación de energía, aplicando nociones de termodinámica.
- Manejar criterios de correcta utilización de las máquinas térmicas y frigoríficas.
- Servir de base para el estudio de temas asociados al área térmica.
- Conocer el comportamiento físico del Aire Húmedo.

**6. ASIGNACIÓN HORARIA:** (*discriminar carga horaria teórica y práctica para carreras que acreditan ante CONEAU*)

	Teórica	Práctica	Total
Carga horaria	0	0	0

**7. UNIDADES TEMÁTICAS, CONTENIDOS, BIBLIOGRAFÍA BÁSICA POR UNIDAD TEMÁTICA:**

**Unidad 1: Elementos de termodinámica**

Conceptos básicos: Calor, energía, temperatura; transmisión del calor; conducción, convección y radiación. Conceptos fundamentales: sistema, medio y universo. Estado de un sistema. Punto de vista macro y microscópico. Parámetros y funciones de estado. Parámetros intensivos y extensivos. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Equilibrio térmico, mecánico y químico. Conceptos de transformaciones. Ciclos. Sistemas abiertos y cerrados.

**Bibliografía:** Calor Ing. Cataño Apunte C.E.I. – F.I.U.B.A.; **Termodinámica** Sears; **Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL.

**Unidad 2: Nociones del Primer Principio- Gases Ideales**

Trabajo, calor. Expresiones del primer principio para sistemas cerrados. Energía interna. Primer principio para sistemas abiertos. Entalpía. Transformaciones cuasi estáticas.

Gas ideal: sus leyes. Ecuación de estado de gas ideal. Transformaciones con gases ideales. Experiencias de Joule Thompson. Ley de Joule. Transformaciones

Isotérmicas, adiabáticas, isobaras e isocoras. Transformaciones politrópicas. Diagrama de Clapeyron.

**Bibliografía:** **Termodinámica** Sears; **Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL; **Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002.

**Unidad 3: Segundo principio - Análisis termodinámico de sustancias puras.**

Segundo principio. Concepto de máquina térmica. Enunciados de Carnot, Clausius, Kelvin y Planck. Su equivalencia. Reversibilidad e irreversibilidad. Ejemplos de las transformaciones irreversibles. Máquinas térmicas reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Teorema de Clausius. Entropía. Sus propiedades.

Sustancias puras. Diagrama presión-temperatura. Punto triple.

Curvas de equilibrio. Estados de líquidos y vapor saturados. Vapor húmedo y sobrecalentado. Punto crítico. Calor de vaporización. Tablas. Diagramas entrópicos.

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL;  
**Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO.

#### **Unidad 4: Elementos de Psicrometría**

Aire húmedo. Conceptos de humedad absoluta y relativa. Humedad absoluta de saturación. Temperatura de rocío, bulbo húmedo y bulbo seco. Entalpía de aire húmedo. Diagramas para aire húmedo. Diagrama psicrométrico y de Mollier. Curvas y líneas características. Procesos con aire húmedo. Temperatura de saturación adiabática. Mezcla de aire húmedo.

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL;  
**Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO.

#### **Unidad 5: Fuentes de energía y vectores energéticos-Combustión y combustibles**

Conceptos de fuente de energía y vector energético. Clasificación de las fuentes y vectores energéticos primarios. La incidencia de cada uno. Principales ventajas y desventajas en el uso de los mismos. Combustión de un hidrocarburo; ecuaciones generales; concepto de rendimiento. Concepto de poder calorífico: poder calorífico superior y poder calorífico inferior. Combustibles; valor y costo. Combustibles alternativos. Combustibles derivados de la biomasa.

**Bibliografía: Apuntes de la Catedra; Combustión y Quemadores**-Manuel Márquez Martínez-Marcombo

#### **Unidad 6: Conversión de energía**

Formas utilizables de energía. Procesos de conversión de energía. Conversión por medios de máquinas de combustión externa. Conversión por medio de máquinas de combustión interna y conversión directa.

**Bibliografía: Apuntes de la Catedra.**

#### **Unidad 7: Elementos de máquinas térmicas de combustión externa**

Ciclos de máquinas térmicas de vapor. Ciclos de Carnot, Rankine y ciclos de recalentamiento. Mejoras de rendimiento. Ciclos regenerativos. Generadores de vapor, turbinas de vapor. Ciclos Frigoríficos

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL; **Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO; **Turbomáquinas Térmicas** – C. Mataix – Edit. Dosat – Barcelona

#### **Unidad 8: Elementos de máquinas térmicas de combustión interna**

Máquinas de combustión interna; clasificación y campos de utilización.

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL; **Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO;  
**Motores endotérmicos** – D. Giacossa.

#### **Unidad 9: Elementos de máquinas térmicas de combustión interna (Motores)**

Motores alternativos; encendido por chispa y encendido por compresión; tipos y usos; ciclos y rendimientos.

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M.BOLES, Editorial MC. GRAW HILL; **Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO;  
**Motores endotérmicos** – D. Giacossa.

### **Unidad 10: Elementos de máquinas térmicas de combustión interna (Turbinas)**

Turbinas de gas; tipos y usos; ciclos y rendimientos. Aplicaciones a las Plantas de Ciclos Combinados.

**Bibliografía: Termodinámica** - Y.CENGEL M. BOLES, Editorial MC. GRAW HILL; **Termodinámica Técnica**- CARLOS A. GARCIA; EDIT ALSINA; BS AS 2002; **Fundamentos de Termodinámica Técnica** -M.J. MORAN H.SHAPIRO; **Motores de Combustión Interna y Turbinas de Gas** – Daniel Cabronero Mesas.

### **8. RECURSOS METODOLÓGICOS:** *(incluir modalidad y lugares de prácticas, junto con la modalidad de supervisión y de evaluación de las mismas)*

### **9. CRITERIOS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN PARCIAL:**

1º) un parcial por cuatrimestre con su respectivo recuperatorio. Las unidades a evaluar con su correspondiente bibliografía obligatoria se fijarán por cronograma al iniciarse cada cuatrimestre.

2º) los trabajos prácticos serán obligatorios en cada cuatrimestre. Las pautas y fechas se fijarán por cronograma al inicio de cada cuatrimestre.

### **10. RÉGIMEN DE EVALUACIÓN FINAL Y APROBACIÓN DE LA MATERIA:**

La materia posee el régimen de promoción sin examen, cumpliendo lo dispuesto por D.D.Nº2/16, que establece las siguientes condiciones:

- a) Para obtener la promoción de la materia sin examen final, el alumno deberá cumplir, sin excepción, con la aprobación de la totalidad de las evaluaciones parciales fijadas por la cátedra, obteniendo en cada una de ellas un mínimo de 7 (siete) y no como resultado del promedio. En caso de que el alumno haya sido aplazado o se haya encontrado ausente a alguna de las instancias parciales, no podrá acceder a la promoción de la materia.
- b) Será condición indispensable para acceder a la promoción de la asignatura, sin examen final, cumplir con el régimen de correlatividades y con el régimen de escolaridad establecido en los art. 27, 28 y 29 del Reglamento General de Estudios R.R Nº 152/14
- c) Los alumnos que aprueben las evaluaciones requeridas por la cátedra con una calificación inferior a 7 (siete), y superior a cuatro sólo obtendrán la escolaridad reglamentaria para acceder a la instancia del examen final.
- d) El alumno que hubiera promocionado deberá inscribirse al examen final de la asignatura respetando en un todo (tiempo y forma) los procedimientos vigentes y los plazos reglamentarios de vigencia de escolaridad, establecidos en el art. 34 del Reglamento General de Estudios, R. R. Nº 152/14.

Los Alumnos que no promocionen rendirán el examen final de acuerdo a las siguientes pautas:

- Examen Teórico- Práctico. La parte teórica se evalúa oralmente.
- En el examen final los alumnos podrán ser evaluados en todos los temas del presente programa vigente, independientemente de que se hayan explicado o no durante el curso.
- Todos los temas podrán ser estudiados utilizando la bibliografía citada.
- Los alumnos tienen la posibilidad de hacer consultas a la cátedra sobre dichos temas con suficiente antelación.

## 11. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Centrales de Vapor - Gaffert - Edit. Reverté. Barcelona
2. Steam, Generation and Use – Babcock & Wilcox – U.S.A.
3. Turbinas de Vapor – E. Church – Editorial Alsina
4. Termodinámica Técnica Alejandro ESTRADA; Editorial Alsina 1951.
5. Termodinámica Técnica V.A.KIRILIN V.V.SICHEV A.E.SHEINDLIN

## 12. ORGANIZACIÓN SEMANAL DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL (Orientadora)

(Completar las unidades temáticas y marcar las columnas correspondientes con una cruz. Considerar la cantidad de semanas en función del régimen de cursada de la materia. Ej. 18 semanas para las materias cuatrimestrales; 36 semanas para las materias anuales.)

**Nota:** En aquellos casos que la materia tenga una modalidad intensiva, consignar detalle de la actividad según corresponda (jornada, días)

Semana	Unidad Temática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Tutorías	Evaluaciones	Otras Actividades
1	<u>Unidad 1</u> -Presentación de la Materia- Pautas para realizar la cursada .Conceptos básicos: Calor, energía, temperatura; transmisión del calor; conducción, convección y radiación.	2	1			Ejercicios sobre: Cambio de Escalas de Temperatura. Calorimetría.
2	<u>Unidad 1</u> -Conceptos fundamentales: sistema, medio y universo. Estado de un sistema. Punto de vista macro y microscópico. Parámetros y funciones de estado. Parámetros intensivos y extensivos.	2	1			Ejercicios de Calorimetría y Dilatación.
3	<u>Unidad 1</u> -Sistemas homogéneos y heterogéneos. Equilibrio térmico, mecánico y químico. Conceptos de transformaciones. Ciclos. Sistemas abiertos y cerrados.	2	1			Ejercicios: Identificación del Sistema y del Medio.
4	<u>Feriado Naional</u>					
5	<u>Unidad 2</u> -Trabajo, calor. Expresiones del primer principio para sistemas cerrados. Energía interna.	2	1			Ejercicios sobre el 1° Principio en Sistemas Cerrados.
6	<u>Unidad 2</u> -Primer principio para sistemas abiertos. Entalpia.	2	1			Ejercicios sobre el 1° Principio

	Transformaciones cuasi estáticas.					en Sistemas Abiertos.
Semana	Unidad Temática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Tutorías	Evaluaciones	Otras Actividades
7	<b>Unidad 2-</b> Gas ideal: sus leyes. Ecuación de estado del gas ideal. Transformaciones con gases ideales. Experiencias de Joule Thompson. Ley de Joule.	2	1			Ejercicios sobre Gases Ideales. Determinación de los parámetros usando la Ecuación General de los Gases.
8	<b>Unidad 2-</b> Transformaciones : isotérmicas, adiabáticas, isobaras e isocoras. Transformaciones politrópicas. Diagrama de Clapeyron	2	1			Ejercicios sobre Gases Ideales. Aplicados a Transformaciones de los Gases.
9	<b>Unidad 3-</b> Segundo principio. Concepto de máquina térmica. Enunciados de Carnot, Clausius, Kelvin y Planck. Su equivalencia. Reversibilidad e irreversibilidad. Ejemplos de las transformaciones irreversibles	2	1			Ejercicios sobre Gases Ideales. Aplicados a Transformaciones de Gases.
10	<b>Unidad 3-</b> Máquinas térmicas reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Teorema de Clausius. Entropía. Sus propiedades. Sustancias puras. Diagrama presión-temperatura. Punto triple.	2	1			Ejercicios sobre Máquinas Teóricas Ideales Reversibles. Cálculo del Rendimiento
11	<b>Unidad 3-</b> Curvas de equilibrio. Estados de líquidos y vapor saturados. Vapor húmedo y sobrecalentado. Punto crítico. Calor de vaporización. Tablas. Diagramas entrópicos.	2	1			Ejercicios vinculados al uso de las Tablas de Vapor,  Obtención de los parámetros el agua en función de su estado.
12	1º Parcial Temas Teóricos y Prácticos de las Unidades 1 a 3				3	

Semana	Unidad Temática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Tutorías	Evaluaciones	Otras Actividades
13	<b><u>Unidad 4-</u></b> Aire húmedo. Conceptos de humedad absoluta y relativa. Humedad absoluta de saturación. Temperatura de rocío, bulbo húmedo y bulbo seco. Entalpía de aire húmedo. Diagramas para aire húmedo.	2	1			Ejercicios vinculados al uso de las Tablas de Vapor, obtención de los parámetros el agua en función de su estado.
14	Recuperación del 1º Parcial Temas Teóricos y Prácticos de las Unidades 1 a 3 .				3	Alumnos que aprobaron el 1º Parcial, ejercicios de la Unidad 4
15	<b><u>Unidad 4-</u></b> Diagrama psicrométrico y de Mollier. Curvas y líneas características. Procesos con aire húmedo. Temperatura de saturación adiabática. Mezcla de aire húmedo.	2	1			Ejercitación sobre el uso de los Diagramas Psicométricos. Obtención de los distintos parámetros del Aire Húmedo. Evoluciones del aire húmedo.
16	<b><u>Unidad 5-</u></b> Conceptos de fuente de energía y vector energético. Clasificación de las fuentes y vectores energéticos primarios. La incidencia de cada uno. Principales ventajas y desventajas en el uso de los mismos.	2	1			Ejercitación sobre el uso de los Diagramas Psicométricos. Obtención de los distintos parámetros del Aire Húmedo. Evoluciones del aire húmedo.
17	<b><u>Unidad 5-</u></b> Combustión de un hidrocarburo; ecuaciones generales; concepto de rendimiento. Concepto de poder calorífico: Poder calorífico superior y poder calorífico inferior. Combustibles; valor y costo. Combustibles alternativos. Combustibles derivados de la biomasa.	2	1			Ejercicios vinculados al cálculo del aire necesario para realizar la combustión estequiométrica de un combustible.

Semana	Unidad Temática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Tutorías	Evaluaciones	Otras Actividades
18	<b><u>Unidad 6-</u></b> Formas utilizables de energía. Procesos de conversión de energía. Conversión por medios de máquinas de combustión externa. Conversión por medio de máquinas de combustión interna y conversión directa	2	1			Ejercicios vinculados al cálculo del aire necesario para realizar la combustión estequiometrica de un combustible.
19	<b><u>Unidad 7-</u></b> Ciclos de máquinas térmicas de vapor. Ciclos de Carnot, Rankine.	2	1			Dado un ciclo el Alumno debe calcular los parámetros de los distintos puntos que constituyen el Ciclo.
20	<b><u>Unidad 7-</u></b> Ciclos con recalentamiento. Mejoras de rendimiento. Ciclos regenerativos.	2	1			Dado un ciclo el Alumno debe calcular los parámetros de los distintos puntos que constituyen el Ciclo.
21	<b><u>Unidad 7-</u></b> Generadores de vapor, turbinas de vapor. Ciclos de Refrigeración.	2	1			Con los datos obtenidos en las clases anteriores el Alumno debe obtener la Potencia del Ciclo y su rendimiento.
22	<b><u>Unidad 8-</u></b> Máquinas de combustión interna; clasificación y campos de utilización.	2	1			Problemas sobre ciclos frigoríficos.
23	<b><u>Unidad 9-</u></b> Motores alternativos; encendido por chispa, tipos y usos; ciclos y rendimientos.	2	1			Identificar los elementos constitutivos del motor de encendido a chispa

Semana	Unidad Temática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Tutorías	Evaluaciones	Otras Actividades
24	<b><u>Unidad 9-</u></b> Motores alternativos; encendido por chispa, tipos y usos; ciclos y rendimientos.	2	1			Cálculos de rendimientos en función de las características de un motor dado. Utilización de las fórmulas de rendimiento vistas en la teoría.
25	<b><u>Unidad 9-</u></b> Motores alternativos; encendido por compresión; tipos y usos; ciclos y rendimientos.	2	1			Identificar los elementos constitutivos del motor de encendido a compresión.
26	<b><u>Unidad 9-</u></b> Motores alternativos; encendido por compresión; tipos y usos; ciclos y rendimientos.	2	1			Cálculos de rendimientos en función de las características de un motor dado. Utilización de las fórmulas de rendimiento vistas en la teoría.
27	2º Parcial Temas Teóricos y Prácticos de las Unidades 4 a 9	3				
28	<b><u>Unidad 10-</u></b> Turbinas de gas; tipos y usos; ciclos y rendimientos	2	1			Explicación de la utilización de las Turbinas de Gas a la generación de energía
29	<b><u>Unidad 10-</u></b> Turbinas de gas; tipos y usos; ciclos y rendimientos	2	1			Explicación de la utilización de las Turbinas de Gas en los Ciclos Combinados.
30	Recuperación del	3				

	2° Parcial Temas Teóricos y Prácticos Unidades 4 a 10 -				
--	--	--	--	--	--

**13. OTROS REQUISITOS PARA LA APROBACIÓN DE LA MATERIA**  
**Presentar la Carpeta de Trabajos Prácticos completa.**

**14. FIRMA DE DOCENTES:**

**15. FIRMA DEL DIRECTOR DE LA CARRERA**