

**PROGRAMA EDUCATIVO:  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA  
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: SISTEMA DE COMBUSTIÓN Y CALDERAS**

**CLAVE: E-SCC-2**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumnado validará el funcionamiento de un sistema de combustión a través de la verificación del comportamiento de un generador de vapor para optimizar su operación.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Dirigir el soporte técnico de sistemas mecánicos considerando el diagnóstico y reparación para el óptimo funcionamiento del equipo.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	5	4.68	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Principios termodinámicos de combustión	6	9
II. Conceptos generales de combustibles y combustión	5	12	17
III. Componentes y funcionamiento de un sistema de combustión para un equipo industrial	4	9	13
IV. Generador de vapor	5	11	16
V. Ajuste y carburación de un sistema de combustión	4	10	14
<b>Totales</b>	<b>24</b>	<b>51</b>	<b>75</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Diagnosticar las fallas de los sistemas mecánicos mediante la aplicación de las técnicas correspondientes, para la corrección de las mismas.</p>	<p>Examinar las condiciones de operación del equipo con base en manuales de operación y servicio, para determinar el origen y causa de la falla.</p>	<p>Compara las variables de operación contra especificación y las registra en una lista de cotejo. Estas variables son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión</li> <li>- Temperatura</li> <li>- Vibración</li> <li>- Niveles de líquido</li> <li>- Gasto o caudal</li> <li>- Potencia</li> <li>- Voltaje</li> <li>- Amperaje</li> </ul> <p>Elabora un reporte donde define de las fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El origen</li> <li>- Causas</li> <li>- Clasificación</li> <li>- Área a la que será turnada</li> </ul>
	<p>Generar ordenes de trabajo de acuerdo a la categorización, para llevar a cabo la reparación.</p>	<p>Elabora una orden de trabajo que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de maquinaria</li> <li>- Tipo de operación</li> <li>- Número de máquina</li> <li>- Descripción del área de trabajo</li> <li>- Descripción de la falla</li> <li>- Prioridad</li> <li>- Recomendaciones de seguridad</li> <li>- Código de control</li> </ul>
<p>Supervisar la corrección de las fallas mecánicas mediante la utilización de manuales, normas y estándares correspondientes, para el óptimo funcionamiento del equipo.</p>	<p>Controlar la reparación mecánica de acuerdo a la orden de trabajo, para el funcionamiento del sistema.</p>	<p>Verifica el cumplimiento de la orden de trabajo comprobando:</p> <p>* Corrección de la falla tomando en cuenta las variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión</li> <li>- Temperatura</li> <li>- Vibración</li> <li>- Niveles de líquido</li> </ul>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

		- Gasto o caudal
	Validar la reparación desarrollada realizando la puesta en marcha del sistema, para la liberación respectiva.	Entrega una lista de verificación que contenga: - Puntos a verificar de la reparación - Secuencia de la puesta en marcha - Resultado

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Principios termodinámicos de combustión					
Propósito esperado	El alumnado identificará las variables termodinámicas para definir las características de la combustión y generación de vapor					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Sistemas termodinámicos	<p>Reconocer los conceptos básicos de termodinámica afines al sistema de combustión y calderas.</p> <p>Distinguir los sistemas termodinámicos: cerrados, abiertos, aislados, adiabáticos y fronteras, según sus características físicas</p> <p>Identificar las formas de energía y variables termodinámicas que intervienen en los sistemas de combustión y generación de vapor</p>	Determinar los tipos de sistemas termodinámicos involucrados en equipos de combustión y generadores de vapor	<p>Responsable Disciplinado</p> <p>Ético</p> <p>Organizado</p> <p>Investigador</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Habilidad de comunicarse correctamente. Tolerante</p> <p>Asertivo</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Principios de transferencia de calor	Identificar los procesos de conducción, convección y radiación	Determinar los principios de transferencia de calor involucrados en equipos de combustión y generadores de vapor	Sentido de Planificación Analítico Objetivo
--------------------------------------	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación Prácticas en laboratorio Trabajo colaborativo Aprendizaje auxiliado por las TIC's	Impresos Internet Equipo de cómputo Equipo de laboratorio Internet de las cosas	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

1. Identificar los conceptos básicos de termodinámica	Elabora un reporte técnico que contenga:  - Conceptos termodinámicos involucrados en la combustión - Identificación de los sistemas termodinámicos en equipos de combustión y generación de vapor - Interpretación de diagramas P-V y P-T - Identificación de los tipos de transferencia de calor en equipos de combustión	Ejercicios prácticos  Lista de cotejo
2. Comprender los sistemas termodinámicos en equipos de combustión		
3. Comprender los diagramas P-V y P-T de los fluidos involucrados en la combustión y generación de vapor		
4. Comprender el proceso de transferencia de calor que dan en los equipos de combustión y generación de vapor		

Unidad de Aprendizaje	II. Conceptos generales de combustibles y combustión					
Propósito esperado	El alumnado identificará las propiedades, características de los combustibles y la combustión, para utilizarlos en los procesos relacionados.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	17

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Los combustibles y sus propiedades	Identificar las propiedades de los combustibles.	Seleccionar el combustible adecuado con base a las propiedades del mismo	Responsable Disciplinado Ético
La combustión y sus características	Reconocer las diferentes variables y características que se dan en una combustión (físicas y químicas).	Determinar las variables de la combustión y monitoreo	Organizado Investigador
Aire teórico y productos de la combustión	Definir los métodos para calcular el aire teórico y productos de la combustión.	Calcular el volumen de aire teórico en la combustión.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Poder calorífico	Listar las variables que intervienen en la determinación del poder calorífico.	Determinar el poder calorífico real de un combustible.	Trabajo en equipo Habilidad de comunicarse correctamente. Tolerante  Asertivo  Sentido de Planificación Analítico  Objetivo
------------------	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	x
Tareas de investigación Prácticas en laboratorio Trabajo colaborativo Aprendizaje auxiliado por las TIC's	Impresos Internet Equipo de cómputo Equipo de laboratorio Internet de las cosas	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1. Identificar las características de la combustión	Elabora un reporte técnico que contenga:	Ejercicios prácticos
2. Comprender el procedimiento para calcular el aire teórico de la combustión de acuerdo al tipo de	- Propiedades físicas y químicas de la combustión	Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

combustible	- Clasificación de las propiedades de los combustibles	
3. Comprender el procedimiento para utilizar el analizador de gases	- Uso de los instrumentos (analizadores de gases y medidores de flujo)	
4. Comprender el procedimiento para la medición de gases	- Procedimiento para medir el poder calorífico de un combustible	
5. Comprender el procedimiento de medición del poder calorífico	- Medir los productos principales de una combustión (CO <sub>2</sub> , CO)	
6. Comprender las diferencias entre las propiedades físicas y químicas de los combustibles	- Determinar la cantidad de los gases de combustión	
Unidad de Aprendizaje	<b>III. Componentes y funcionamiento de un sistema de combustión para un equipo industrial</b>	
Propósito esperado	El alumnado determinará los elementos de un sistema de combustión para establecer su aplicación en un proceso considerando la normatividad aplicable.	
Tiempo Asignado	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer
	4	9
		Horas Totales
		13

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Quemadores	Identificar los tipos de quemadores así como su funcionamiento.	Seleccionar los tipos de quemadores de acuerdo a su aplicación y funcionamiento.	Responsable Disciplinado
Combustibles	Reconocer los elementos de control aplicados al sistema de manejo de los combustibles.	Determinar los elementos de control de los combustibles.	Ético Organizado Investigador

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Normatividad para manejo de combustibles	Identificar las normas que rigen el manejo de combustibles.  (Normas: NOM-016-CRE-2016, NOM-005-ASEA-2016, ISO 29001, etc.)	Seleccionar las normas aplicables en el manejo de combustibles.	Trabajo en equipo Habilidad de comunicarse correctamente. Tolerante  Asertivo  Sentido de Planificación Analítico  Objetivo
--	---	---	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación Prácticas en laboratorio Trabajo colaborativo	Impresos Internet Equipo de cómputo Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1.- Identificar los tipos de quemadores y su funcionamiento	A partir de un estudio de casos, elabora reporte técnico, que contenga:	Estudio de casos Lista de cotejo
2.- Comprender el funcionamiento de los elementos	-Diagramas de sistemas de combustión	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

de un sistema de combustión para un proceso determinado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición y funcionamiento de los elementos del sistema de combustión (presostatos, termostatos, válvulas de alivio, etc.)</li> <li>- Diagramas de control de los sistemas de combustión</li> <li>- Normas aplicables para el manejo de combustibles</li> </ul>	
3.- Comprender los procedimientos para manejo de combustibles de acuerdo a sus normatividad		

Unidad de Aprendizaje	IV. Generador de vapor					
Propósito esperado	El alumnado verificará el funcionamiento de un generador de vapor para comprobar su eficiencia.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	11	Horas Totales	16

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Generador de vapor	Identificar partes, accesorios y equipos auxiliares de un generador de vapor.  Explicar el funcionamiento de partes, accesorios y equipos auxiliares de un generador de vapor.	Seleccionar accesorios y equipos auxiliares de un generador de vapor.  Determinar las variables del sistema de generación de vapor y su monitoreo.	Responsable Disciplinado  Ético  Organizado  Investigador  Trabajo en equipo  Habilidad de comunicarse correctamente. Tolerante
Tratamiento de agua	Identificar el proceso de acondicionamiento del agua para el generador de vapor.	Seleccionar el tratamiento del agua para el generador de vapor.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Rendimiento de un generador de vapor	Identificar las variables que determinan el rendimiento de un generador de vapor.	Calcular la eficiencia del generador de vapor.	Asertivo Sentido de Planificación Analítico Objetivo
Normatividad para generadores de vapor	Identificar las normas que rigen la operación de generadores de vapor.	Determinar si la operación del generador de vapor cumple con la normatividad correspondiente.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	x
Tareas de investigación Prácticas en laboratorio Trabajo colaborativo	Impresos Internet Equipo de cómputo Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1. Describir las partes que componen un generador de vapor  2. Comprender la importancia de acondicionar el agua para el generador de vapor  3. Comprender los procedimientos de arranque, operación y paro de un generador de vapor, con base a la normatividad aplicable	A partir de un caso práctico elabora un reporte técnico contenido en la nube que contenga:  - Partes, componentes, accesorios y equipos auxiliares de un generador de vapor - Procesos de acondicionamiento de agua para generador de vapor	Ejercicios prácticos  Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

4. Comprender el procedimiento para calcular la eficiencia del generador de vapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculo de la eficiencia del generador de vapor</li> <li>- Manual de operación de un generador de vapor (con base a norma NOM-020-STPS-2002)</li> </ul>	
---	--	--

<b>Unidad de Aprendizaje</b>	V. Ajuste y carburación de un sistema de combustión				
<b>Propósito esperado</b>	El alumnado seleccionará el método de carburación en un sistema para garantizar su operación.				
<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	4	<b>Horas del Saber Hacer</b>	10	<b>Horas Totales</b> 14

<b>Temas</b>	<b>Saber Dimensión Conceptual</b>	<b>Saber Hacer Dimensión Actucional</b>	<b>Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva</b>
Sistemas de carburación	Identificar los métodos de carburación en los quemadores.	Seleccionar el método de carburación para el ajuste de un sistema.  Determinar las variables del sistema de generación del vapor y su monitoreo.	Responsable Disciplinado  Ético  Organizado  Investigador

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Legislación para el control de emisiones de gases a la atmósfera	Identificar las normas que rigen el control de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.	Comprobar si el sistema de combustión cumple con la legislación aplicable.	Trabajo en equipo Habilidad de comunicarse correctamente. Tolerante  Asertivo  Sentido de Planificación Analítico  Objetivo
--	---	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	x
Tareas de investigación Prácticas en laboratorio Trabajo colaborativo Aprendizaje auxiliado por las TIC's	Impresos  Internet  Equipo de cómputo  Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1.- Comprender el método de carburación de un sistema.  2.- Comprender el procedimiento para el ajuste y	A partir de un estudio de casos, entrega un reporte técnico del sistema de combustión considerando:	Ejercicios prácticos Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

<p>puesta en marcha de un sistema</p> <p>3.- Revisar el funcionamiento antes y después del ajuste</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamiento</li> <li>- Método de carburación</li> <li>- Ajuste para cada uno de sus componentes</li> <li>- Condiciones ideales de operación (relación aire-combustible)</li> <li>- Normatividad aplicada (NOM-085-ECOL-1994, ISO 14 000)</li> </ul>	
---	---	--

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniero Mecánico, industrial, en Materiales, Electromecánico. Ingeniero Mecánico Automotriz y carreras afines.	El docente debe saber metodologías y técnicas que desarrollen y potencialicen el conocimiento y habilidades del alumnado.	- 2 años afín a los conocimientos de las unidades de aprendizaje

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
W.H.Severnsh Er.Degler J.C.Miles	(2021)	Energía Mediante Vapor Aire o Gas	España	Reverte	9788429191028
G. A. Gaffert	(1981)	Centrales de Vapor	España	Reverte	9788429148305
E. Pull	(1977)	Calderas de vapor	España	Reverte	8425202310
Percy Castillo Neira	(2019)	Manual Práctico de la combustión industrial			
Yunus A. Cengel C	(2023)	Termodinámica	España	Mc Graw Hill	9786071512819
Angel Rubio-González	(2019)	Generadores de vapor. Funcionamiento y Explotación	Cuba	Editorial Feijóo	9799593121286

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER		PHET INTERACTIVE SIMULATIONS	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_es.html</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	