

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Refrigeración y Aire Acondicionado
<b>Clave de la asignatura:</b>	ERF-1025
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Energías Renovables

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil profesional del ingeniero en energías renovables conocimientos que le permiten adquirir competencias en el campo de la refrigeración, aire acondicionado y los procesos que se involucran para el uso eficiente de la energía con el uso de fuentes renovables de energía; para integrarla se ha hecho un análisis de este campo, identificando toda la información que existe sobre nuevas tecnologías que cumple con el principio de evitar al máximo el grado de contaminación del medio ambiente y que tienen una mayor aplicación en el desempeño profesional de este ingeniero.</p> <p>Esta asignatura requiere de los conocimientos de los mecanismos de transferencia de calor, Mecánica de fluidos, Termodinámica y Química, debido a su característica aplicativa se pueden desarrollar proyectos de refrigeración solar en conjunto con las asignaturas de sistemas fotovoltaicos y térmicos, simulación de sistemas de energías renovables y Formulación y Evaluación de Proyectos</p> <p>Es importante destacar que se trata de una materia terminal que puede generar al nuevo profesionista un autoempleo, además de ser un campo de aplicación con mayor demanda.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Se organiza la asignatura en 6 temas, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura, lo que permite visualizar cada tema a estudiar buscando una visión de conjunto, para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado.</p> <p>La idea es abordar los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone desarrollar cada tema desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación en el entorno cotidiano o el de desempeño profesional. Se sugiere una actividad que integre y permita aplicar los temas estudiados.</p> <p>En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las actividades a realizar y registrar sus observaciones, se sugieren sobre todo las actividades necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos en las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes. En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su quehacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía. Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Diseña, evalúa y mantiene sistemas de aire acondicionado y refrigeración, relacionados con los sistemas renovables de energías, utilizando software para programar mantenimientos correctivos y preventivos, evaluando el impacto ambiental y el ahorro de energía en los mismos.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la importancia de las propiedades en función de la ubicación y clasificación de los elementos químicos en tabla periódica para relacionarlo con el comportamiento de estos en las interacciones químicas.</li> <li>• Aplica los conceptos fundamentales y propiedades de los fluidos para analizar sistemas hidráulicos.</li> <li>• Analiza y maneja adecuadamente los conceptos, principios y cambios de la materia para entender sus transformaciones.</li> <li>• Aplica la primera ley de la Termodinámica para el análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas cerrados.</li> <li>• Comprende y analiza las leyes y los fundamentos teóricos en los que se basa la hidrodinámica para la aplicación en problemas relacionados con los sistemas de fuentes renovables de energía.</li> <li>• Calcula las propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en balances de energía.</li> <li>• Calcula el coeficiente de transferencia de calor por convección forzada para diferentes ejemplos prácticos de flujo externo e interno.</li> <li>• Analiza y evalúa los mecanismos y las leyes de la radiación térmica en intercambio de energía entre superficies y en presencia de gases para realizar el diseño de colectores solares o el balance de energía de un sistema de energía renovables.</li> </ul>
---

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Refrigeración	<p>1.1 Ciclo mecánico de refrigeración</p> <p>1.2 Ciclo inverso de Carnot</p> <p>1.3 Ciclos reales de refrigeración por compresión</p> <p>1.4 Ciclos de refrigeración de doble etapa y cascada</p> <p>1.5 Ciclo de absorción</p> <p>1.6 Cálculo de la potencia frigorífica</p> <p>1.7 Selección de equipos de refrigeración: compresor, condensador, válvula de expansión, evaporador y accesorios</p> <p>1.8 Propiedades físico-químicas de los refrigerantes</p> <p>1.9 Manejo de tablas de propiedades de los refrigerantes</p> <p>1.10 Nomenclatura de los refrigerantes</p> <p>1.11 Sustitución y reciclado de Refrigerantes.</p> <p>1.12 Refrigeración solar</p> <p>1.13 La refrigeración utilizando otras fuentes renovables de energía</p>
2	Aire acondicionado	<p>2.1 Tablas y carta psicométrica</p> <p>2.2 Proceso de enfriamiento sensible</p> <p>2.3 Proceso de calentamiento sensible</p> <p>2.4 Proceso de enfriamiento-deshumidificación</p> <p>2.5 Proceso de enfriamiento-humidificación</p> <p>2.6 Proceso de calentamiento-deshumidificación</p> <p>2.7 Proceso de calentamiento-humidificación</p> <p>2.8 Uso de equipo auxiliar (Calderas, torres de enfriamiento serpentines de calentamiento enfriamiento y recalentamiento)</p> <p>2.9 Acondicionamiento de aire utilizando fuentes biológicas</p>
3	Condiciones de confort	<p>3.1 Factores que influyen en la comodidad</p> <p>3.2 Sensación de comodidad</p> <p>3.3 Carta de confort</p> <p>3.4 Temperatura efectiva</p>

		3.5 Recomendaciones para ambiente interior (verano - invierno) 3.6 Confort general 3.7 Aplicaciones específicas (Tiendas comerciales, hospitales, escuelas, etc.) 3.8 Aplicaciones de bajo factor de calor sensible 3.9 Aplicaciones industriales 3.10 Normas y reglamentos 3.11 Normas de ventilación
4	Cálculo de las cargas térmicas	4.1 Carga por transmisión a través de barreras paredes, techos, puertas, ventanas, pisos. 4.2 Carga por radiación solar a través de ventanas, paredes de vidrio y otras 4.3 Carga por radiación solar a través de paredes y techos 4.4 Carga debida a las personas de acuerdo a la actividad 4.5 Carga por iluminación 4.6 Carga por equipos misceláneos 4.7 Cálculo de la carga de enfriamiento 4.8 Cálculo de la carga de calentamiento
5	Características del aire de ventilación	5.1 Cantidad de aire necesario 5.2 Ciclo completo de aire suministrado 5.3 Cálculo de humedad agregada o eliminada al aire de ventilación 5.4 Cálculo del calor latente 5.5 Cálculo del calor sensible 5.6 Factor de calor sensible 5.7 Aire de retorno
6	Normas y selección del equipo de aire acondicionado	6.1 Normas NOM para equipos de refrigeración 6.2 Normas NOM de equipos para instalaciones diversas 6.3 Tipos de sistemas de aire acondicionado 6.4 Selección de equipo de enfriamiento 6.5 Selección de accesorios 6.6 Programación del mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Refrigeración</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña y evalúa térmicamente los sistemas de refrigeración por compresión de vapor utilizando fuentes renovables de energía, así como seleccionar los equipos que los componen con el objeto de determinar sus indicadores fundamentales de eficiencia de acuerdo con las necesidades específicas de los mismos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el funcionamiento de un sistema de refrigeración por compresión de vapor y por absorción.</li> <li>• Conocer un ciclo mecánico de refrigeración por compresión de vapor y realizar las mediciones necesarias en la operación del mismo.</li> <li>• Realizar una visita a una instalación de refrigeración con aplicación a aire acondicionado</li> <li>• Calcular un sistema de refrigeración por compresión de vapor, a partir de las tablas, diagramas, software especializado para tal efecto.</li> <li>• Realizar un informe técnico sobre las observaciones de una visita a una instalación de refrigeración por compresión de vapor (IRCV).</li> </ul>
<b>Aire acondicionado</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Calcula y evalúa los diferentes procesos psicrométricos mediante el uso de tablas y monogramas para determinar las condiciones y propiedades del aire para cualquier aplicación.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> </ul>	<p>.Identificar y calcular las propiedades en la carta psicrométrica y en software especializado.</p> <p>Investigar las condiciones de diseño para las principales ciudades de México.</p> <p>Desarrollar un proyecto de aire acondicionado para instalaciones de confort e industriales.</p> <p>Desarrollar un proyecto de aire acondicionado para instalaciones particulares o específicas.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	
<b>Condiciones de confort</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Establece las condiciones de diseño para acondicionamiento del aire con aplicaciones en verano e invierno con base a la carta de confort.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.</li> <li>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar correctamente la carta de confort para determinar las condiciones de diseño interior para una aplicación específica</li> <li>Seleccionar el equipo adecuado para crear las condiciones de confort</li> <li>Investigar cuando es época de calor y época de frío de varias ciudades de México consultando al servicio meteorológico nacional.</li> <li>Elaborar un catalogo de condiciones de diseño para varias ciudades de México.</li> </ul>
<b>Cálculo de las cargas térmicas</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determina la carga total de calor para un sistema de refrigeración para aplicación de aire acondicionado y seleccionar la capacidad de cada uno de sus componentes, así como sus aplicaciones.</li> </ul> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar qué información debe aplicar para evaluar la transferencia de calor: por conducción, por radiación solar</li> <li>Identificar y calcula el calor y la humedad introducidos por el aire de infiltración</li> <li>Cuantificar el calor y la humedad cedidos por los ocupantes, de acuerdo a la actividad realizada.</li> <li>Cuantificar el calor por alumbrado y equipamiento eléctrico</li> <li>Evaluar el calor que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación.</li> <li>Evaluar la humedad que debe</li> </ul>



<p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>Capacidad para formular, gestionar y analizar proyectos.</p>	<p>agregarse o eliminarse al aire de ventilación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar una hoja de cálculo referente describiendo las partidas que conforman la carga total.</li> <li>• Desarrollar un proyecto utilizando software especializado para el cálculo de cargas térmica.</li> </ul>
<b>Características del aire de ventilación</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Calcula las características del aire de ventilación, evaluando la ganancia de humedad por ocupantes del espacio ocupado y decide cuánto y donde debe recircularse aire.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>Capacidad para formular, gestionar y analizar proyectos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la carga sensible del espacio a acondicionar</li> <li>• Evaluar la carga latente del espacio a acondicionar 3.- Calcular el calor que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación</li> <li>• Calcular la humedad que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación.</li> <li>• Aplicar cantidades de aire de ventilación recomendadas , de acuerdo al uso y actividad desarrollada en el espacio acondicionado</li> <li>• Desarrollar un proyecto utilizando software especializado para calcular y evaluar las características del aire de ventilación incluyendo el equipamiento.</li> </ul>
<b>Normas y selección del equipo de aire acondicionado</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciona el equipamiento de un sistema de aire acondicionado y refrigeración con base a normatividades nacionales (NOM, CENAM), con el objeto cuidar y proteger el medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar el tipo de equipos de aire acondicionado que se fabrican y se venden en el mercado nacional</li> <li>• Decidir la selección de equipo cuidando que su operación no dañe el medio ambiente</li> <li>• Investigar y comprueba las normas nacionales de equipos de aire acondicionado.</li> <li>• Aplicar la información de selección de equipamiento en el proyecto realizado.</li> </ul>



<p>Genéricas:</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>Capacidad para formular, gestionar y analizar proyectos.</p>	
---	--

## 8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprender a manejar varios dispositivos para medir la temperatura del aire (termómetro digital con termopares, termómetro de rayos infrarrojos, psicrómetro de onda o digital ).</li> <li>2. Conocer y manejar un higrómetro digital.</li> <li>3. Comprobar qué es un material diatérmico.</li> <li>4. Realizar un experimento que permita visualizar un proceso de calor sensible y un proceso de calor latente.</li> <li>5. Conocer y manejar un anemómetro digital.</li> <li>6. Comprobar el funcionamiento de un control dual de presión.</li> <li>7. Determinar con un medidor, si hay fugas en un ciclo de refrigeración mecánica.</li> <li>8. Medir: presión dinámica, presión estática, carga de velocidad, de un ducto, para medir el gasto de un ventilador axial, con un tubo de Pitot.</li> <li>9. Medir: presión dinámica, presión estática ,carga de velocidad, de un ducto, para medir el gasto de un ventilador centrífugo, con un tubo de Pitot</li> <li>10. Identificación de compresores y su estructura</li> <li>11. Función de un lubricante miscible</li> <li>12. Características de la mezcla aire-vapor.</li> <li>13. Ciclo teórico de refrigeración.</li> <li>14. Ciclo real de refrigeración.</li> <li>15. Componentes del sistema de refrigeración.</li> <li>16. Capacidad de un sistema de refrigeración</li> <li>17. Relación de los aspectos importantes en un sistema para el mantener el</li> <li>18. Funcionamiento óptimo del equipo.</li> <li>19. Elaboración y operación del circuito eléctrico de control un sistema de</li> <li>20. Refrigeración.</li> <li>21. Procesos psicrométricos.</li> <li>22. Ventilación.</li> <li>23. Condiciones del aire manejado.</li> <li>24. Determinación de las propiedades psicrométricas del aire.</li> <li>25. Cálculo de la carga de calentamiento ó enfriamiento de un sistema de aire Acondicionado.</li> </ol>
---

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- Observación del desempeño del alumno durante la realización trabajos e investigaciones.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de solución de problemas prácticos, así como, las conclusiones obtenidas
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas experimentales
- Desarrollo de proyectos prácticos sobre las aplicaciones de la energía eólica

## 11. Fuentes de información

1. Mitchell, J.W. & Braun, J.E. (2013) *Heating, Ventilation, and Air Conditioning in Buildings*. USA: Wiley
2. Cook, N. (2009) *Curso práctico de refrigeración y aire acondicionado*. Antonio Madrid Vicente Ediciones.
3. Dincer, I. & Kanoglu, M. (2010) *Refrigeration Systems and Applications*. USA: Wiley.
4. Hernández, E. (2002). *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. México: Limusa.
5. Grimm, N., Rosaler, R. (1996). *Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado*. México: Mc. Graw Hill.
6. Rey, F. & Velasco, E. (2005). *Bombas de calor y energías renovables en edificios*. España: Thomson.
7. Air conditioning and refrigeration Institute. (1999). *Manual de refrigeración y aire acondicionado*. México: Prentice Hall International.
8. Hamza, A., Noeres P. & Clemens P. (2008) “*Performance assessment of an integrated free cooling and solar powered single-effect lithium bromide-water absorption chiller*” *Solar energy* 82
9. Lecuona, A., Ventas, R., Venegas, M., Zacarias, A. & Salgado, R. (2009). “*Optimum hot water temperature for absorption solar cooling*”. *Solar Energy* 83.