

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Auditoría Energética
<b>Clave de la asignatura:</b>	ERO-1002.
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	0-3-3
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Energías Renovables

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La asignatura de Auditoría Energética, promueve alternativas para el ahorro y uso racional de la energía en las empresas y organizaciones; mediante el análisis de los recursos energéticos tales como agua, electricidad, vapor, gas, desechos industriales y aire comprimido. Además genera las competencias para formular, evaluar y gestionar estrategias en proyectos de energía renovable con base a la normatividad vigente, para promover la eficiencia y la sustentabilidad energética.</p> <p>Esta asignatura permitirá al estudiante conocer los principios para realizar una auditoría energética empleando normatividad nacional e internacional; calcular la eficiencia de diversos equipos térmicos y eléctricos y aplicar técnicas para el ahorro de energía. Auditoría energética permitirán que el estudiante aplique sus conocimientos de transferencia de calor y de balance de energía aprendidos en termodinámica. Las asignaturas de sistemas térmicos y máquina eléctricas le proporcionarán las bases para determinar las eficiencias para equipos térmicos y eléctricos. El estudiante podrá considerar al momento de desarrollar algún proyecto el aspecto del ahorro y la gestión de la energía para complementar asignaturas como sistemas fotovoltaicos y energía eólica y realizar de ésta forma proyectos integradores que promuevan el ejercicio de actitudes de liderazgo y de trabajo en grupo para la toma de decisiones a partir de un sentido ético profesional en el uso consciente del consumo de energía</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Se organiza el temario, en seis temas, iniciando con conceptos básicos que le permitan al estudiante entender el proceso de una auditoría energética, para posteriormente estudiar los diferentes métodos de auditorías aplicando normatividad tanto nacional como internacional. Para finalizar el estudiante obtendrá las competencias para colaborar y aplicar técnicas que permitan la reducción de consumo de la energía en distintos dispositivos térmicos y eléctricos, así como en diferentes establecimientos.</p>

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

Los temas 1 y 2 proporcionarán al estudiante todos los conceptos básicos para entender el proceso de auditorías energéticas y la legislación vigente, así como los organismos y entidades que regulan el consumo de la energía.

Los métodos de auditoría energética se tocarán en el tema 3, se inicia con la administración y análisis en el consumo de los energéticos, se pasa a una planeación y formulación de un programa de uso racional de la energía, cuidando de que el contenido de estos temas aporte información elemental y sustancial al proyecto integral de la asignatura. En este tema es importante que el docente conozca del proceso de diagnóstico energético y que el estudiante comprenda los pasos de una auditoría energética y que realice un manual de procedimientos empleando algún software, esto con la finalidad de que obtenga una metodología propia que puede ser aplicable posteriormente en su campo laboral o en el desarrollo de algún proyecto.

En el tema 4 y 5 el estudiante conocerá las técnicas de ahorro de energía en dispositivos térmicos y eléctricos, realizará cálculos y análisis sobre la eficiencia energética de éstos dispositivos enfatizando estos cálculos en aplicaciones prácticas.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las 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.

Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el alumno 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, ya sean contruados, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión de temas vistos con anterioridad y que formulen la integración de varios conceptos y sistemas en un solo ente o proyecto que consolide la formación como

ingeniero.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el alumno aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su 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, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

### 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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplicar las normas vigentes de Ahorro de Energía en los sectores industriales y de servicios para promover el uso eficiente de la energía y el desarrollo sustentable.

#### 5. Competencias previas

<p>Para el desarrollo pleno de esta asignatura, se requiere que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analice el funcionamiento de las diferentes máquinas eléctricas y térmicas.</li> <li>• Utilice dispositivos de medición, como multímetros, sensores de radiación, etc.</li> <li>• Realice mediciones de carga eléctrica.</li> <li>• Aplique la primera ley de la Termodinámica en el análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas cerrados.</li> <li>• Interprete y ubique componentes dentro de planos y diagramas de instalaciones eléctricas, térmicas e hidráulicas.</li> <li>• Construya modelos para simular y optimizar dispositivos, aparatos y procesos en los sistemas que utilicen fuentes de energía renovables</li> </ul>
--

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a las Auditorías Energéticas	1.1 Conceptos básicos de auditorías energéticas. 1.2 Panorama nacional e internacional 1.3 Aspectos generales de la gestión energética.
2	Legislación y Normatividad vigente	2.1 Aspectos generales de la legislación. 2.2 Organismos y entidades nacionales. 2.3 Normatividad nacional e internacional. 2.4 Ejemplos de normas nacionales.
3	Métodos de Auditoría Energética	3.1 Estrategias para la administración de la energía. 3.2 Análisis de los consumos energéticos. 3.3 Planeación y formulación de un programa de uso racional de la energía. 3.4 Control de la gestión energética. 3.5 Metodología general para el diagnóstico energético. 3.6 Manejo de la información.

4	Técnicas de Ahorro de Energía en sistemas térmicos.	<p>4.1 Técnicas económicas de evaluación de proyectos de Ahorro de Energía.</p> <p>4.2 Balances de materia y energía.</p> <p>4.3 Cálculo de la eficiencia energética.(vapor, agua, gas, nitrógeno, aceite térmico, aire, etilenglicol)</p> <p>4.4 Cálculo de los potenciales de Ahorro de Energía.</p> <p>4.5 Ahorro de Energía en máquinas térmicas. (Calderas, turbinas de vapor y de gas, intercambiadores de calor, redes térmicas, ductos, compresores y motores de combustión interna y sistemas de refrigeración.)</p> <p>4.6 Ahorro de Energía para Generador de aceite térmico.</p> <p>4.7 Ahorro de Energía para Torres de enfriamiento.</p> <p>4.8 Ahorro de Energía en compresores de refrigeración</p> <p>4.9 Ahorro de Energía para plantas de nitrógeno</p> <p>4.10 Optimización de sistemas productores de energía.</p> <p>4.11 Aplicación de técnicas de ahorro. El factor humano, la capacitación y concientización)</p>
5	Técnicas de Ahorro de Energía en sistemas eléctricos.	<p>5.1 Introducción a la auditoría eléctrica.</p> <p>5.2 Estudio de tarifas eléctricas.</p> <p>5.3 Administración de la demanda de energía eléctrica.</p> <p>5.4 Estudio del factor de carga.</p> <p>5.5 Estudio del factor de potencia.</p> <p>5.6 Aplicación de la normatividad vigente.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Introducción a las Auditorías Energéticas</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta los aspectos generales relacionados con la auditoría energética para su aplicación en empresas de producción y de servicios, basándose en los panoramas nacional e internacional.</li> </ul> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una investigación sobre los principios y fundamentos de una auditoria energética, en el ámbito local, nacional internacional.</li> <li>• Elaborar un reporte que detalle los aspectos fundamentales de una auditoria energética y ponerlo a discusión con el grupo.</li> <li>• Seleccionar una organización donde llevar a cabo una auditoria energética.</li> </ul>

<b>Legislación y Normatividad Vigente</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta los aspectos generales relacionados con la legislación y normatividad vigente relacionados con el ahorro de energía para una realización adecuada de la auditoría energética.</li> </ul> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una investigación sobre los principios y legislación que aplican a las organizaciones como hoteles y empresas.</li> <li>• Realizar una investigación de normatividades para el ahorro de energía o eficiencia energética de dispositivos que emplean fuentes de energías renovables.</li> <li>• De la organización o equipo seleccionado hacer un resumen de las normatividades aplicables relacionadas con el uso eficiente de la energía.</li> <li>• Realizar una exposición del caso de estudio.</li> </ul>
<b>Métodos de Auditoría Energética</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Realiza algún proyecto implementado un método de auditoría energética para poner en práctica la metodología estudiada y presentar estrategias para la administración de la energía y el análisis de consumos energéticos.</p> <p><b>Generica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una investigación y exposición sobre las estrategias para la administración de la energía y análisis de los consumos energéticos.</li> <li>• Proponer un proyecto en equipos que incluya las etapas de planeación y formulación de un programa de uso racional de la energía. Además que manifieste las formas en que llevará el control de la gestión energética.</li> <li>• Plantear la metodología general para el diagnóstico energético.</li> <li>• Manejo de la información, reporte del avance del proyecto mediante la exposición y discusión de los contenidos.</li> </ul>
<b>Técnicas de Ahorro de Energía en Sistemas Térmicos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce las diferentes técnicas de ahorro de energía en sistemas térmicos para mejorar y reducir el consumo de energía de los mismos.</li> </ul> <p><b>Generica(s):</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir alguna industria para aplicar alguna técnica de ahorro de energía de un dispositivo térmico, esta técnica puede ser de simulación.</li> <li>• Realizar los cálculos para la memoria técnica como un avance del proyecto que incluya eficiencia energética.</li> <li>• Manejo de la información, reporte del avance del proyecto mediante la</li> </ul>

<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> </ul>	<p>exposición y discusión de los contenidos.</p>
<p><b>Técnicas de Ahorro de Energía en Sistemas Eléctricos</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla y aplica las técnicas económicas de evaluación de proyectos de ahorro de energía, considerando las tarifas eléctricas, la administración de la demanda de energía eléctrica para calcular los potenciales de ahorro de energía eléctrica en instalaciones y máquinas eléctricas.</li> </ul> <p><b>Genérica(s):</b></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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar prácticas en la organización donde se incluyan técnicas de estudio de tarifas eléctricas, considerando, la administración de la demanda de energía eléctrica.</li> <li>• Realizar los cálculos para la memoria técnica como un avance del proyecto que incluya cálculos de estudio del factor de carga y estudio del factor de potencia de máquinas e instalaciones eléctricas, analizarlos y aplicarlos en el proyecto de ahorro de energía.</li> <li>• Presentar el manejo de la información, reporte del avance del proyecto mediante la exposición y discusión de los contenidos.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mediciones de variables: corriente eléctrica, voltaje, luminosidad, etc.</li> <li>• Elaboración de programas de diagnóstico de energía.</li> <li>• Identificación y análisis de los componentes de un sistema eléctrico y equipos térmicos.</li> <li>• Análisis y valoración de ejemplos proyectos de ahorro de energía ya realizados en otras instalaciones.</li> <li>• Realiza el análisis y diagnóstico de consumos energéticos en instalaciones típicas como dependencias, hospitales, industrias, etc.</li> <li>• Realizar y formular un programa de ahorro de energía en instalaciones típicas como dependencias, hospitales, industrias, etc.</li> <li>• Operación de un sistema de ahorro de energía monitoreando y registrando los ahorros en equipos de análisis de datos (PC).</li> <li>• Aplicar simuladores y programas para análisis térmico y eléctrico en instalaciones industriales y de servicio.</li> </ul>
--

- Visitas industriales para el planteamiento del proyecto de ahorro de energía.
- Aplicación de sistemas fotovoltaicos, de biomasa y eólicos.
- Levantamiento de censos de alumbrado y niveles de iluminación.
- Levantamiento de censos de cargas de motores.

## 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

La evaluación de la asignatura se hará con base en el desempeño alcanzado en los siguientes puntos (aunque no necesariamente todos):

- Proyecto seleccionado para aplicar método de auditoría.
- Reporte de ahorro de energía en algún equipo térmico y eléctrico.
- Desarrollo de las prácticas en forma independiente o en equipos.
- Exposición de un proyecto de ahorro de energía en una institución o empresa.
- Examen escrito.



## 11. Fuentes de información

- Capechart, B.L., Turner, W.C. & Kennedy, W.J (2012) *Guide to energy management*. USA: Fairmont Press.
- Capechart, B.L., Turner, W.C. & Kennedy, W.J (2007) *Guide to energy management, International Version*. USA: Fairmont Press.
- Turner, W.C. (2001) *Energy Management Book* . Oklahoma State University, United States of America, The Fairmont Press, Inc.
- Severns, W.H., Degler H.E. y Miles J.C.(2001), *Energía mediante Vapor, Aire o Gas*, Reverte, S.A.
- World Energy (1993) *Energía para el Mundo del Mañana*
- Internacional Energy Outlook (2000.) *Report DOE/EIA-0484 1999*.
- De Alba F. (1997) *Introducción a los Energéticos*, México, El Colegio Nacional.
- Informe WAES 1985-2000 (1981), *Energía: Perspectivas Mundiales* , México, Fondo de cultura Económica
- Wolfgang P. (2000) *Renewable Energies in 2000: A great success story*, Sovereign Publications Ltd.
- Rincón M.E. (2002), *Fuentes limpias de Energía y su Aprovechamiento*, Iberoamericana.
- Ambriz J.J. y Paredes Rubio H.R., *Metodología y Aplicación de diagnósticos energéticos*. México: UAM Iztapalapa.
- Ambriz J.J. y Prado H.R. (1993), *Administración y Ahorro Energético*. México: UAM Iztapalapa.
- Ávila Espinosa J., *Diagnósticos Energéticos*, Serie AE.
- Polo Encinas M., *Turbo máquinas Hidráulicas*, Limusa.
- Viejo Zubicaray M., *Centrales Hidroeléctricas*, Limusa
- Clark II, William H., *Análisis y gestión energética de edificios: métodos, proyectos y sistema de ahorro energético*, McGraw-Hill ISBN: 978-84-4812102-0.
- Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía (2013) <http://www.conae.gob.mx/wb/>
- Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, FIDE(2013), <http://www.fide.org.mx/>