

## PROGRAMA DE CURSO EFICIENCIA ENERGÉTICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil Mecánica					
Nombre del curso	Eficiencia Energética	Código	ME4012	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Energy Efficiency</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	X	
Requisitos	ME4140: Transferencia de Calor					

### B. Propósito del curso:

El propósito de este curso es que los y las estudiantes manejen el concepto de eficiencia energética y gestión de energía para hacer un mejor uso de los recursos energéticos de una institución, velando por el cumplimiento de la normativa local existente.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos.

CE2: Interpretar los resultados de la modelación y simulación de fenómenos relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos, estableciendo la pertinencia de las técnicas utilizadas para ello.

CE3: Concebir y crear sistemas innovadores que den respuesta a nuevas necesidades tanto en el ámbito nacional como internacional.

CE7: Gestionar procesos productivos, recursos, activos físicos y proyectos mecánicos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**CG5: Sustentabilidad**

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

**CG6: Innovación**

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

**B. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2	RA1: Implementa una auditoría energética, considerando sus etapas (consumo y uso de energía, oportunidades y medidas de eficiencia energética), variables según la información disponible, uso de ecuaciones de termodinámica, transferencia de calor y sistemas eléctricos y la realización de memorias de cálculo.
CE2, CE7	RA2: Analiza el funcionamiento de un sistema de gestión de energía, los requerimientos a los que está sometido, la complejidad del proceso, las barreras para la implementación del sistema, según la realidad de diferentes instituciones de carácter público o privado.
CE1, CE2	RA3: Analiza reportes de medición y verificación de ahorros de energía identificando los principales factores y como estos afectan en el comportamiento de los ahorros a futuro.
CE1, CE2, CE3	RA4: Evalúa el impacto en el consumo energético de tecnologías en diversos sistemas mecánicos, considerando las variables de operación en distintas situaciones.

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Produce informes o reportes de auditorías energéticas, de sistemas de gestión de energía y de medición y verificación de ahorros, utilizando, de manera clara y precisa, un lenguaje técnico acorde.
CG4	RA6: Planifica organizadamente su trabajo y tiempo para cumplir con las actividades asignadas por el equipo, respetando las decisiones consensuadas por los y las integrantes del equipo.
CG5	RA7: Analiza los impactos o beneficios de las medidas de eficiencia energética trabajadas en su proyecto, considerando las variables económicas, medio ambientales y sociales, además, integra las normas y regulaciones vigentes relacionadas a los proyectos trabajados.
CG6	RA8: Genera y explora nuevas ideas para identificar y sugerir cambios en la gestión y operación de diferentes sistemas mecánicos, observando y analizando las condiciones de operación de estos, y así lograr ajustes que agreguen valor a los sistemas actuales.

### C. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA7	Contexto nacional sobre eficiencia energética	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Institucionalidad chilena en energía. 1.2. Balance nacional de energía. 1.3. Relación entre eficiencia energética y cambio climático. 1.4. Ley de eficiencia energética.		El/la estudiante: 1. Reconoce y analiza la institucionalidad chilena sobre temas energéticos, específicamente de eficiencia energética, considerando las relaciones administrativas dentro de dicha institucionalidad. 2. Identifica las normativas chilenas relacionadas a proyectos de eficiencia energética, considerando el fin o propósito de dichas normativas.	
Bibliografía de la unidad		[1], [2]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA5, RA6, RA7, RA8	Auditoría energética	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Requerimientos de auditorías energéticas. 2.2. Planificación de auditorías energéticas. 2.3. Ejecución de auditorías energéticas. 2.4. Reporte de auditorías energéticas. 2.5. Casos de estudio.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementa una auditoría energética a un caso de estudio considerando variables acotadas según la información disponible.</li> <li>2. Revisa y calcula memorias de cálculo de auditorías energéticas considerando ecuaciones de termodinámica, transferencia de calor y sistemas eléctricos.</li> <li>3. Elabora reportes de auditorías energéticas organizando la información mediante párrafos concisos y claros que dan cuenta de sus decisiones.</li> <li>4. Identifica, a partir del análisis, oportunidades para establecer mejoras en el consumo y uso de energía, sugiriendo ideas innovadoras, tomando en cuenta el tipo de institución y sus necesidades</li> <li>5. Planifica, con su equipo, su trabajo y tiempo, para el desarrollo de actividades asociadas al proyecto de investigación, considerando toma de decisiones consensuadas.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[3]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA5, RA7	Sistemas de gestión de energía (SGE)	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Norma ISO50001. 3.2. Requisitos generales de SGE. 3.3. Planificación de SGE. 3.4. Operación de SGE. 3.5. Verificación de SGE. 3.6. Gestores energéticos. 3.7. Casos de estudio.		El/la estudiante: 1. Identifica los requisitos de un SGE considerando las principales dificultades de implementación dentro de las instituciones. 2. Compara mecanismos de implementación de SGE según las condiciones de la empresa o institución a la cual se quiere implementar. 3. Identifica y analiza las competencias profesionales y de formación en cuanto a conocimientos y habilidades que debe tener un gestor energético para ser responsable de un SGE. 4. Trabaja organizadamente con su equipo, respetando las decisiones consensuadas por los y las integrantes del equipo y los plazos asignados.	
Bibliografía de la unidad		[4]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA5, RA7	Medición y verificación	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Protocolo internacional de medición y verificación. 4.2. Principios fundamentales de la medición y verificación. 4.3. Planificación de medición y verificación. 4.4. Recopilación de datos. 4.5. Métodos de cálculos y estimaciones. 4.6. Reporte de información. 4.7. Casos de estudio.		El/la estudiante:  1. Identifica los requisitos para implementar un protocolo de medición y verificación considerando la normativa existente. 2. Revisa reportes de medición y verificación de proyectos de eficiencia energética, detectando las variables críticas de este.	
Bibliografía de la unidad		[5], [6]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA4, RA6	Análisis técnico de la eficiencia energética en diferentes rubros	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Sistemas de cogeneración. 5.2. Factores relevantes en sistemas de cogeneración. 5.3. Tecnologías de cogeneración. 5.4. Normativa de sistemas de cogeneración. 5.5. Tecnologías de sistemas de energía distrital. 5.6. Factores relevantes de sistemas de energía distrital. 5.7. Fases de diseño de un proyecto de energía distrital. 5.8. Factores del consumo energético en vehículos de carga, pasajeros y particular. 5.9. Preparación del vehículo para el viaje. 5.10. Operación del vehículo durante el viaje. 5.11. Características térmicas de envolventes. 5.12. Demanda de agua caliente sanitaria. 5.13. Demanda de iluminación. 5.14. Renovación de aire. 5.15. Propiedades del hidrógeno. 5.16. Tecnologías de producción de hidrógeno. 5.17. Aplicaciones del hidrógeno. 5.18. Casos de estudio.		El/la estudiante:  1. Evalúa tecnologías existentes para la implementación sistemas de cogeneración tomando en cuenta las condiciones de funcionamiento. 2. Identifica la normativa vigente para la correcta implementación de proyectos de cogeneración y energía distrital, considerando el propósito de dicha normativa. 3. Evalúa tecnologías existentes para la implementación de sistemas de energía distrital tomando en cuenta las condiciones de operación. 4. Distingue los principales factores que influyen en el consumo de energía de vehículos considerando las condiciones de las rutas que se recorren, el tamaño y tipo de vehículo. 5. Compara el consumo energético de vehículos para una misma ruta, analizando información disponible en casos de estudio. 6. Analiza las características de una vivienda para calificarla energéticamente considerando la envolvente térmica, demanda de agua caliente sanitaria, demanda de iluminación y renovación de aire. 7. Realiza memorias de cálculo de consumos de energía para calefacción de la vivienda y demanda de agua caliente sanitaria según las condiciones de operación de la vivienda. 8. Compara las características del hidrógeno con respecto a otras fuentes de combustibles tradicionales. 9. Propone soluciones para la aplicación de hidrógeno en casos de estudio atingentes, tomando en cuenta las condiciones de operación.	
Bibliografía de la unidad		[7], [8], [9], [10], [11]	

### E. Estrategias de enseñanza-aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Casos de estudio
- Trabajos de investigación.

### F. Estrategias de evaluación:

La propuesta de evaluación es el proceso en donde el estudiante deberá demostrar sus aprendizajes en las siguientes instancias:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación y unidades asociadas
<b>Tareas, controles de lectura y ejercicios:</b> los y las estudiantes deben justificar por escrito el trabajo realizado.	Evalúa RA2, RA3, RA4, RA7, RA8
<b>Trabajo de investigación semestral (equivalente al examen):</b> los y las estudiantes deben estudiar un tema propuesto por el cuerpo docente y presentar avances durante el semestre, finalizando con una presentación e informe.	Evalúa RA1, RA5, RA6, RA8

*Al inicio de cada semestre el académico o académica informará al estudiante sobre los tipos de evaluación, cantidad, así como las ponderaciones correspondientes.*

### G. Recursos bibliográficos:

#### Bibliografía obligatoria:

- [1] Balance nacional de energía, Ministerio de Energía.
- [2] Ley de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía.
- [3] Guía Metodológica de Auditoría Energética en Edificación, Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía, Primera Edición: abril 2019.
- [4] Guía Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en ISO 50001, Agencia de Sostenibilidad Energética, Cuarta Edición Revisada: septiembre 2018.
- [5] Guía de Estudio para Evaluadores CAPE - Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Tercera Edición: enero 2019.
- [6] Protocolo Internacional de Medida y Verificación, Efficiency Valuation Organization, septiembre 2010.
- [7] Síntesis de sistemas de cogeneración – fundamentos y aplicaciones, Miguel Ángel Lozano

Serrano, 2003.

[8] Manual de desarrollo de proyectos de Energía Distrital, Agencia de Sostenibilidad Energética, diciembre 2018.

[9] Guía de Conducción Eficiente – Vehículos de carga – Vehículos de pasajeros – Vehículos particulares, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2013.

[10] Manual de procedimientos calificación energética de viviendas en Chile, Ministerio De Vivienda Y Urbanismo, 2019.

[11] Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile, Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2019.

**H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:**

Vigencia desde:	Otoño, 2024
Elaborado por:	Reynaldo Cabezas
Validado por:	Validación CTD de Mecánica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular