

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
<b>ME 7160</b>	<b>Diseño y Análisis de Sistemas Solares Térmicos</b>			
Nombre en Inglés				
Solar Energy Engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	1,5	0	8,5
Requisitos			Carácter del Curso	
ME4302 Transferencia de Calor			Electivo de Magíster y Carrera de Ingeniería Civil Mecánica	
Competencia a la que tributa el curso				
<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos.</p> <p>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 utilizada para ello.</p> <p>CE3: Concebir y crear sistemas innovadores que den respuesta a nuevas necesidades tanto en el ámbito nacional como internacional.</p> <p>CE4: Diseñar componentes, equipos y sistemas mecánicos para la industria y la generación de energía.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.</p> <p>CG2: Trabajar en equipos multidisciplinares, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.</p> <p>CG5: Gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno.</p>				
Propósito del curso				
<p>El curso ME7160, Fundamentos de Ingeniería Solar Térmica, tiene como propósito que el estudiante conozca los fundamentos de la conversión de energía solar a calor utilizable. En este contexto, se busca aplicar dicha teoría al estudio del desempeño de dispositivos de conversión energética de baja, media y alta temperatura, identificando las oportunidades de aplicación en la industria nacional.</p> <p>La metodología es de aprendizaje - activo. Esta noción considera que el aprendizaje es una construcción personal donde se valora el proceso, no solo el producto. Involucra, además</p>				

oportunidades de aplicar lo aprendido en diversas circunstancias y contextos, promoviendo una mayor responsabilidad y autorregulación de los estudiantes.

El análisis de los sistemas realizado permite establecer el valor de la utilización de la energía solar en procesos de diversa índole. El docente actúa como un mediador del aprendizaje, guiando la discusión y análisis respecto de los conceptos trabajados, corrigiendo aspectos metodológicos e introduciendo las temáticas a trabajar.

#### Resultados de aprendizajes

**CE1–CG5–RA1: Aplica las leyes de mecánica de fluidos, transferencia de calor y termodinámica al análisis de sistemas de colección de energía solar, a fin de evaluar, mediante manejo de lenguaje técnico y modelación computacional, el desempeño de sistemas de conversión de energía.**

**CE2–CG1–RA2: Analiza en términos de eficiencia de conversión, el desempeño de colectores solares térmicos, a fin de evaluar el potencial técnico y económico de las tecnologías disponibles, describiendo de forma clara sus resultados.**

**CE2–CG1–RA3: Evalúa el impacto de las condiciones ambientales en el desempeño térmico de sistemas solares, determinando las condiciones de integración de las tecnologías y selección de equipos, para explicar de forma fundamentada la racionalidad en el uso de la radiación solar.**

**CE3–CG2–RA4: Establece una metodología de evaluación que considere una planificación de trabajo, para elaborar una propuesta de integración energética para la utilización de calor solar, a través de una evaluación transiente del desempeño.**

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología docente es activa y estará basada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas</li> <li>• Lectura de artículos científicos por parte de los alumnos</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Exposiciones</li> <li>• Proyecto Final, en grupos.</li> </ul>	<p>La evaluación es de proceso y contempla las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas.</li> <li>• Proyecto</li> <li>• Presentaciones orales</li> <li>• Controles</li> </ul>

### Unidades Temáticas

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	RA1	<b>Introducción a la Ingeniería Solar</b>	2
Contenidos		Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
1.1. Contexto Energético Mundial 1.2. Rol de la Energía en el desarrollo sustentable 1.3. Potencial de la energía Solar 1.4. Transferencia de calor por radiación: Radiación Solar 1.5. Radiación Terrestre: Componentes		El estudiante: 1. Identifica la potencial contribución de la energía solar al desafío energético actual. 2. Identifica los fenómenos físicos que gobiernan la conversión de energía solar en calor utilizable. 3. Formula modelos matemáticos para describir la radiación terrestre incidente en superficies colectoras	1, 3

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	RA1	<b>Geometría y Medición de Radiación Terrestre</b>	2
Contenidos		Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
2.1. Movimiento aparente del sol y disponibilidad de radiación solar 2.2. Trayectoria: Sombras y sistemas de seguimiento. 2.3. Dispositivos de medición 2.4. Modelos de cielo 2.5. Evaluación de recurso: Datos Bancables		El estudiante: 1. Formula modelos matemáticos para describir la trayectoria solar y su influencia en la disponibilidad de energía radiante. 2. Identifica dispositivos de medición de radiación solar y aplica metodologías para calificación de datos. 3. Analiza el potencial del recurso disponible en base a la aplicación y condiciones ambientales.	1,2

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	RA2-RA3	<b>Sistemas de Baja Temperatura</b>	4
Contenidos		Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
3.1. Balance Energético en colector plano 3.2. Ecuación característica de colector 3.3. Ensayo de colectores Planos 3.4. Sistemas de Agua Sanitaria 3.5. Sistemas de gran escala 3.6. Control de sistemas solares		El estudiante: 1. Identifica los flujos de energía involucrados en el funcionamiento de un colector Solar Térmico. 2. Formula modelos matemáticos para describir el desempeño de colectores. 3. Evalúa el desempeño de un sistema	1,2

3.7 Mantención	<p>integrado de suministro de agua sanitaria, identificando la contribución de cada componente.</p> <p>4. Analiza las alternativas de control para sistemas de suministro de agua sanitaria en media y gran escala.</p> <p>5. Elabora un reporte técnico sobre el análisis de un sistema real, considerando la producción de un texto efectivo, conciso y claro para una potencial audiencia.</p>	
----------------	---	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	RA3 – RA4	<b>Sistemas concentradores</b>	6
Contenidos		Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1. Concentración solar y límites constructivos.</p> <p>4.2. Eficiencia en colectores concentradores.</p> <p>4.3. Sistemas para suministro de calor Industrial</p> <p>4.4. Sistemas para generación de Potencia: CSP</p> <p>4.5. Concentradores Cilindro Parabólicos</p> <p>4.6. Reflectores Fresnel</p> <p>4.7. Sistemas de receptor central</p> <p>4.8. Generación Directa de Vapor</p> <p>4.9. Nuevos Conceptos: sCO<sub>2</sub>, Sales, Solar Ponds</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica los fenómenos de conversión energética en un concentrador solar</li> <li>2. Evalúa el desempeño de sistemas concentradores y evalúa su potencial en función de parámetros ambientales.</li> <li>3. Identifica los flujos de energía involucrados en sistemas de calor de proceso y generación de potencia.</li> <li>4. Analiza el funcionamiento de sistemas de concentración solar y describe su funcionamiento en régimen transiente, considerando variables climáticas y de demanda energética.</li> <li>5. Describe el potencial de nuevos conceptos de conversión de energía solar e identifica los desafíos tecnológicos para la masificación de estos sistemas</li> <li>6. Elabora un reporte técnico conciso sobre el análisis de un sistema CSP, considerando indicadores propuestos y apropiados para la eficiencia de una planta de generación de potencia.</li> </ol>	2,4

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	RA2 - RA4	<b>Almacenamiento de energía Térmica</b>	2
		Indicador de logro	Referencias a

Contenidos		la Bibliografía
6.1. Almacenamiento en calor sensible 6.2. Estratificación térmica 6.3. Almacenamiento en sólidos 6.4. Sales fundidas 6.5. Almacenamiento por cambio de fase 6.6. Almacenamiento mecánico	El estudiante: 1. Describe las opciones tecnológicas para almacenamiento térmico 2. Formula modelos matemáticos para analizar el desempeño de sistemas de almacenamiento en ciclos de carga y descarga. 3. Establece una metodología consensuada por el equipo para evaluar la factibilidad de integración de almacenamiento a centrales de generación de potencia. 4. Elabora con su equipo una propuesta técnica de implementación de sistemas solares térmicos en un proceso productivo, considerando estacionalidades en la demanda energética y sistemas de almacenamiento adecuados.	1,4

Bibliografía General
1. Kalogirou, S. <i>Solar Energy Engineering</i> , Second Edition. Academic Press, 2014. 2. Duffie, J.A., Beckman, W.A. <i>Solar Engineering of thermal Processes</i> , Fourth Edi. New York, 2013. 3. Da Rosa, A., <i>Fundamentals of Renewable Energy Processes</i> , Fourth Edition. Academic Press, 2013. 4. Heller, P. <i>The Performance of Concentrated Solar Power (CSP) Systems: Analysis, Measurement and Assessment</i> . First Edition Woodhead Publishing, 2017 5. Artículos científicos seleccionados. Revistas: <b><i>Solar Energy, Solar Energy Engineering, Renewable Energy, Energy Conversion and Management.</i></b> Apuntes del profesor y materiales se subirán a la plataforma.

Vigencia desde:	Otoño 2018
Elaborado por:	José Miguel Cardemil
Validado por:	
Revisado por:	