

**Formulario de aprobación de curso de  
posgrado/educación permanente**

**Asignatura:** Fundamentos del Recurso Solar

**Modalidad:**

Posgrado	<input checked="" type="checkbox"/>
Educación permanente	<input checked="" type="checkbox"/>

---

**Profesor de la asignatura:**

Dr. Ing. Rodrigo Alonso Suárez, Profesor Adjunto, Instituto de Física.

**Otros docentes de la Facultad:**

Dr. Agustín Laguarda, Asistente, Instituto de Física.

**Programa(s) de posgrado:** Ingeniería de la Energía, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Física, Ingeniería Mecánica.

**Instituto o unidad:** Instituto de Física.

**Departamento o área:** Laboratorio de Energía Solar.

---

**Horas Presenciales:** 45 horas presenciales.

**Nº de Créditos:** 8 créditos.

**Público objetivo:** Estudiantes de posgrado en Ingeniería de la Energía, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica o Ingeniería Física. Egresados de las carreras de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Civil o Hidráulica. Egresados de la Licenciatura en Física. Egresados de la Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera.

**Cupos:** El curso no tiene cupo.

---

**Objetivos:** Comprender los fundamentos de la radiación solar incidente y su interacción con la atmósfera. Describir las formas para su medición y estimación, incluyendo la incertidumbre asociada. Describir las técnicas utilizadas para modelar el recurso solar para su aprovechamiento energético. Adquirir herramientas para trabajar con datos de irradiancia solar y evaluar su calidad. Presentar los productos y fuentes de información disponibles sobre recurso solar a nivel nacional e internacional. Entender la variabilidad del recurso y sus formas de mitigación. Acercar al estudiante al estado actual del conocimiento sobre el recurso solar en Uruguay y el mundo.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Conocimientos de nivel intermedio en Física y Matemática.

**Conocimientos previos recomendados:** Nociones básicas de estadística y habilidades en software de procesamiento de datos científicos (Python, Matlab, Octave, R, etc.).

---

**Metodología de enseñanza:** Curso teórico-práctico.

**Descripción de la metodología:** Las clases teóricas son expositivas. En las clases de práctico los estudiantes resolverán ejercicios orientados por el docente. Se brindarán clases de consulta previo a las entregas de los ejercicios de práctico. Se realizará un trabajo final integrador de los contenidos del curso, el cuál debe ser entregado por los estudiantes como parte de la evaluación.

**Detalle de horas:**

- Horas de clase (teórico): 30.
- Horas de clase (práctico): 9.
- Horas de clase (laboratorio): 0.
- Horas de consulta: 6.
- Horas de evaluación:
  - o Subtotal de horas presenciales: 45.
- Horas de estudio: 25.
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 30.
- Horas proyecto final / monografía: 30.
  - o Total de horas de dedicación del estudiante: 130hs.

---

**Forma de evaluación:** Entrega de los ejercicios de práctico + entrega de un trabajo final.

---

**Temario:**

1. **Radiación solar extra-atmósfera.** Constante solar. Espectro solar extraterrestre. Movimiento aparente del sol. Irradiancia e irradiación solar TOA. Distribución geográfica y estacional de la irradiación TOA.
2. **Radiación solar en superficie.** Procesos de absorción y dispersión. Radiación directa y difusa. Composición espectral para diferentes masas de aire. Diagrama solar. Estudio de sombreado. Medida de horas de sol (Heliofanía). Medida de radiación solar: tipos de medida, instrumentos, calidad de las medidas, incertidumbre de la medición. Programa de medida continua de radiación solar (RMCIS).
3. **Modelado de radiación solar a partir de datos de tierra.** Índice de claridad y fracción difusa. Caracterización de la radiación solar para diferentes ubicaciones y escalas temporales. Separación de la irradiancia global en difusa y directa. Modelos de transporte a un plano inclinado. Estimación de la radiación UV y fotosintéticamente activa (PAR).
4. **Modelado de la radiación en cielo despejado.** Modelos de cielo claro. Turbidez de Linke. Estimación de aerosoles y vapor de agua. Incertidumbre de la estimación de cielo claro.
5. **Modelado de radiación solar a partir de información satelital.** Tipos de satélites e información satelital. Modelos para irradiación en superficie: SUNY, Heliosat, BD-JPT. Incertidumbre típica del modelado satelital. Evaluación en Uruguay.
6. **Utilización de información sobre el recurso solar.** Control de calidad. Caracterización de largo plazo. Incertidumbre. Variabilidad interanual y variabilidad geográfica en Uruguay. Fuentes de información sobre

recurso solar (NASA, CAMS, Geomodel, PVSyst, Meteonorm). Mapa Solar del Uruguay (v2). Año Meteorológico Típico para aplicaciones de Energía Solar (AMTUes).

7. **Variabilidad del recurso.** Variabilidad intermensual e interanual. Modelado de la variabilidad de corto plazo. Variabilidad a distintas escalas temporales. Filtrado espacial de la variabilidad de corto plazo.
  8. **Predicción del recurso solar a corto y mediano plazo.** Motivación. Estrategias de predicción para los diferentes horizontes de pronóstico. Pronóstico puntual y probabilístico. Pronóstico en sitios y pronóstico regional. Métricas de desempeño. Incertidumbre típica de técnicas de pronóstico. Estado del arte.
- 

### Bibliografía:

1. Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie and William A. Beckman. John Wiley and Sons, ISBN-13 978-0-471-69867-8, 3ra edición, 2006.
  2. Solar Energy Forecasting and Resource Assessment. Kleissl, J., Elsevier Academic Press, 2013, ISBN 9780123971777.
  3. Modeling Solar Radiation at the Earth Surface: Recent Advances, V. Badescu, Springer, 2008, ISBN: 978-3-540-77454-9.
-

### Datos del curso

---

**Fecha de inicio y finalización:** del 2 de Marzo al 31 de Mayo de 2022.

**Horario y Salón:** Miércoles 18:00 a 21:00 hs. Se dictará en forma virtual.

**Arancel:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** no corresponde.

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** UI 1500 (mil quinientas unidades indexadas-).

---