



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
INGENIERÍA**



**CENTRO DE ENERGÍAS  
RENOVABLES**

# **PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS MÓDULO INTERMEDIO**



(511) 481 - 1070  
anexo 7200



+51 918 813 522



mesadepartescer@uni.edu.pe



<https://cer.uni.edu.pe>



## **PRESENTACIÓN**

---

El Centro de Energías Renovables (CER-UNI) de la Universidad Nacional de Ingeniería es una entidad especializada en investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en energías renovables. Su objetivo principal es promover su uso mediante tecnologías adecuadas al contexto, especialmente en zonas rurales del Perú. Para ello, realiza actividades de I+D+i, capacitación, divulgación y colaboración con entidades públicas y privadas.

En línea con los objetivos internacionales de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, las políticas del Plan Energético Nacional 2014-2025 y el potencial de recurso solar del Perú, el Centro de Energías Renovables y Uso Racional de la Energía CER-UNI ofrece al público interesado un curso teórico y práctico sobre el funcionamiento, diseño y operación de los sistemas fotovoltaicos, como parte de nuestra contribución en el compromiso de lucha contra el cambio climático.

## **DIRIGIDO A:**

---

Técnicos e Ingenieros interesados en adquirir o consolidar conocimientos teóricos y técnicos en la implementación y operación de sistemas fotovoltaicos.

## **OBJETIVOS**

---

Brindar a los participantes los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para el diseño, instalación, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas fotovoltaicos, promoviendo el uso eficiente de la energía solar y contribuyendo al desarrollo sostenible.

## TEMARIO

---

# MÓDULO I: FUNDAMENTOS AVANZADOS DE ENERGÍA SOLAR FV

### 1. Repaso de conceptos clave en energía solar FV.

- ✓ Irradiancia, radiación solar y cómo afectan la generación de energía.
- ✓ Factores que influyen en la eficiencia de los paneles solares: ángulo de inclinación, orientación, temperatura.
- ✓ Eficiencia de los módulos: ¿qué significa en la práctica y cómo se calcula?

### 2. Tecnologías de módulos fotovoltaicos: Comparativa básica.

- ✓ Tipos de módulos: PERC, bifaciales, TOPCon, HJT, sus características y aplicaciones comunes.
- ✓ Comparación de costos, rendimientos y durabilidad de cada tecnología.
- ✓ Selección de la tecnología adecuada según las condiciones climáticas y el tipo de instalación.

### 3. Parámetros eléctricos de los paneles fotovoltaicos.

- ✓ Explicación de parámetros clave: Voc, Isc, Vmpp, Impp, y Pmax.
- ✓ Cómo los parámetros afectan el rendimiento y la elección de los módulos.
- ✓ Prácticas comunes para medir y comprobar estos parámetros en campo.

### 4. Técnicas de medición y monitoreo de irradiación solar.

- ✓ Uso de piranómetros y sensores fotovoltaicos para medir irradiancia.
- ✓ Factores que afectan la medición y cómo calibrar los equipos.
- ✓ Análisis básico de datos de irradiación y cómo impactan en la producción de energía solar.

### 5. Degradación de módulos y vida útil.

- ✓ Causas comunes de degradación: temperatura, humedad, suciedad, y otros factores ambientales.
- ✓ Métodos básicos para evaluar el estado de los módulos y prolongar su vida útil.
- ✓ Impacto de la degradación en el rendimiento a largo plazo.

# MÓDULO II: DISEÑO Y SIMULACIÓN CON SOFTWARE

### 1. Introducción a PVsyst: Modelado de sistemas FV y simulaciones.

- ✓ Fundamentos del modelado en PVsyst: tipos de sistemas (On-Grid, Off-Grid, híbridos).
- ✓ Ingreso de datos climáticos (Meteonorm y otros archivos met).
- ✓ Selección y dimensionamiento de componentes: módulos, inversores, pérdidas eléctricas.
- ✓ Análisis de resultados: producción energética, pérdidas, PR (Performance Ratio), análisis financiero básico.
- ✓ Ejercicio práctico: Simulación completa de un sistema residencial On-Grid.

## 2. Uso de PVcase para análisis de rendimiento con sombras y cargas.

- ✓ Diferencias clave entre PVcase y PVSyst: cuándo usar cada uno.
- ✓ Modelado 3D del entorno y análisis de sombras avanzadas.
- ✓ Simulación con cargas residenciales o comerciales.
- ✓ Interpretación de gráficos de rendimiento y reportes automáticos.
- ✓ Ejercicio práctico: Diseño FV con obstáculos y análisis comparativo de producción energética.

## 3. Diseño con SketchUp para modelado 3D de estructuras FV.

- ✓ Introducción básica a SketchUp: interfaz, herramientas, navegación.
- ✓ Modelado de cubiertas e integración con PV\*Sol.
- ✓ Uso de plugins útiles (como Skelion o herramientas de sombreado solar).
- ✓ Diseño de estructuras de soporte y disposición de paneles en 3D.
- ✓ Ejercicio práctico: modelado 3D de una azotea con sistema FV residencial.

## 4. AutoCAD para planos eléctricos y esquemas de instalación.

- ✓ Introducción a AutoCAD: uso de capas, cotas y herramientas básicas de dibujo.
- ✓ Trazado de planos eléctricos unifilares y multifamiliares.
- ✓ Diagramas de conexión de paneles, inversores, protecciones y acometidas.
- ✓ Normas mínimas para esquemas eléctricos en instalaciones FV (NEC o Código Nacional de electricidad).
- ✓ Ejercicio práctico: plano completo de instalación con leyendas, simbología y cuadro de cargas.

## 5. Estudios de caso y comparación de herramientas.

- ✓ Análisis de un mismo proyecto en PVSyst vs. PVcase: similitudes, diferencias, precisión.
- ✓ Estudio de caso real (instalación en vivienda o comercio) con todos los pasos: SketchUp → PVcase/PVSyst → AutoCAD.
- ✓ Discusión final: elección de herramientas según tipo de proyecto, escala, requerimientos del cliente y facilidad de uso.

# MÓDULO III: INSTALACIÓN Y PRUEBAS EN LABORATORIO

## 1. Instalación y configuración de sistemas On Grid con inversor Fronius.

- ✓ Revisión de hoja técnica y requisitos de instalación del inversor Fronius.
- ✓ Conexión de cadenas de paneles (strings) al inversor.
- ✓ Configuración inicial del Fronius Datamanager y conexión al portal Solar.web.
- ✓ Revisión de parámetros clave: voltajes, corriente de entrada, sincronización con la red eléctrica.
- ✓ Simulación de producción real en el laboratorio.
- ✓ Práctica: montaje y puesta en marcha del sistema On Grid de 10 kW trifásico.

## 2. Instalación de sistemas Off Grid con inversores Studer, Victron y SMA.

- ✓ Inversor Studer:
  - Montaje del sistema con baterías de litio (Pylontech).
  - Programación desde el RCC-02: tensiones de carga, alarmas y prioridades.
- ✓ Inversores Victron Multiplus II:
  - Instalación con baterías de plomo-ácido.
  - Configuración con VictronConnect: carga, inversor, autotransferencia y seguimiento.
  - Integración con GX o controladores SmartSolar (si disponibles).
- ✓ STECA Off Grid: Montaje básico si hay disponibilidad (Opcional).
- ✓ Práctica por estaciones: cada grupo configura un tipo de inversor con carga simulada.

## 3. Conexión y prueba de bancos de baterías.

- ✓ Seguridad y precauciones en la manipulación de baterías.
- ✓ Conexión de baterías en serie y paralelo: Pylontech vs. plomo-ácido.
- ✓ Verificación de polaridad, voltajes y compatibilidad con inversores.
- ✓ Pruebas de carga y descarga: monitoreo de parámetros en tiempo real.
- ✓ Evaluación del estado de las baterías con multímetro, medidor de resistencia interna (si disponible) o Victron BMV.

## 4. Medición de parámetros eléctricos y detección de fallas.

- ✓ Uso de multímetro, pinza amperimétrica y medidores de aislamiento.
- ✓ Verificación de continuidad, caídas de voltaje y corrientes anómalas.
- ✓ Identificación de fallas típicas: conexiones sueltas, strings desbalanceados, fusibles quemados, baterías dañadas.
- ✓ Uso de software de monitoreo (Victron, Fronius) para identificar errores y alarmas.
- ✓ Simulación guiada de fallas para evaluación práctica del estudiante.

# MÓDULO IV: CONFIGURACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS

## 1. Selección y dimensionamiento de inversores: On Grid, Off Grid e híbridos.

- ✓ ¿Qué es un inversor y cuál es su función en un sistema FV?
- ✓ Diferencias clave entre inversores On Grid, Off Grid e híbridos.
- ✓ Criterios prácticos de selección: potencia del sistema, tensión de entrada/salida, compatibilidad con baterías, normativa local.
- ✓ Dimensionamiento básico según la potencia pico del sistema, el tipo de red y el tipo de consumo.
- ✓ Ejercicio: selección de inversores para distintos tipos de instalación (residencial urbana, aislada rural, sistema híbrido).

## 2. Configuración básica de inversores Fronius, Studer, Victron y SMA.

- ✓ Introducción al software y entorno de configuración de cada marca.
- ✓ Fronius (On Grid): Configuración mediante Fronius Solar.web y Fronius Datamanager.
- ✓ Studer (Off Grid): Configuración con RCC-02 y uso de configuraciones de carga.
- ✓ Victron (Off Grid e híbrido): Uso de VictronConnect, configuración por Bluetooth/VE.Direct, integración con GX.
- ✓ SMA (según disponibilidad): parámetros básicos de red, puesta en marcha.

### 3. Integración de baterías de litio y plomo-ácido en sistemas FV.

- ✓ Tipos de baterías: comparación entre litio (como Pylontech) y plomo-ácido (AGM, GEL).
- ✓ Recomendaciones de conexión en serie/paralelo, profundidad de descarga (DoD), ciclos de vida.
- ✓ Parámetros de carga/descarga recomendados según el tipo de batería y el inversor.
- ✓ Casos prácticos:
  - Configuración de Victron Multiplus 2 con baterías de plomo.
  - Configuración de Studer con baterías de litio Pylontech.

### 4. Evaluación y programación de reguladores de carga.

- ✓ Tipos de reguladores: PWM vs. MPPT – ventajas y desventajas.
- ✓ Criterios de selección: tensión nominal, corriente de carga, compatibilidad con baterías.
- ✓ Programación básica de un regulador MPPT: voltajes de corte, absorción, flotación.
- ✓ Ejercicio práctico: configuración de un regulador Victron SmartSolar o similar.

## MÓDULO V: MANTENIMIENTO Y ANÁLISIS DE FALLAS

### 1. Mantenimiento preventivo y correctivo

- ✓ ¿Por qué es importante el mantenimiento en sistemas solares?
- ✓ Actividades básicas de mantenimiento preventivo:
  - Limpieza de paneles solares (cómo, cuándo y con qué hacerlo).
  - Revisión visual de cables, conexiones, protecciones y baterías.
- ✓ Mantenimiento correctivo:
  - Qué hacer cuando el sistema no produce energía o muestra errores.
  - Revisión paso a paso para encontrar el problema.

**Práctica simple:** limpieza y revisión visual de una instalación en el laboratorio.

### 2. Problemas comunes en inversores

- ✓ ¿Qué pasa si el inversor no enciende o da error?
- ✓ Problemas frecuentes: sin conexión a la red, sobrecalentamiento, fusible quemado.
- ✓ Cómo identificar luces de error o mensajes en pantalla.
- ✓ Reinicio y verificación básica del inversor.

**Práctica con equipos reales:** detectar y resolver errores comunes en inversores Fronius, Victron y Studer.

### 3. Cómo detectar fallas simples en módulos solares

- ✓ Revisión visual: qué buscar (vidrio roto, suciedad, partes quemadas o desconectadas).
- ✓ Falla por "hot spot" (punto caliente): cómo se ve y cómo evitarlo.
- ✓ Qué hacer si un módulo parece estar fallando (comparar voltaje con otros).

**Práctica:** revisión y prueba de voltaje de módulos en el laboratorio.

### 4. Medición sencilla con multímetro

- ✓ Cómo usar un multímetro: medir voltaje de paneles, batería e inversor.
- ✓ Medir continuidad para verificar conexiones correctas.
- ✓ Cómo detectar si un panel o cable está dañado usando el multímetro.

**Práctica:** medir voltaje de un string FV, una batería, y comprobar continuidad en una línea.

## MÓDULO VI: EVALUACIÓN FINAL Y PROYECTO APLICADO

### 1. Desarrollo de un proyecto FV con simulación en software.

- ✓ Cada grupo de estudiantes elige un caso simple (por ejemplo: una casa, una granja, un colegio).
  - Utilizan **PVsyst o Pvcase** para hacer una simulación básica del sistema:
  - Ingreso de datos (ubicación, consumo, orientación de paneles).
  - Elección del tipo de sistema (On Grid, Off Grid o híbrido).
  - Selección de componentes (paneles, inversor, baterías si corresponde).
  - Análisis de producción y rendimiento esperado.
- ✓ Elaboración de un esquema general del sistema con **SketchUp o AutoCAD** (puede ser simple, no técnico).

### 2. Presentación y defensa del proyecto.

- ✓ Cada grupo presenta su proyecto de manera sencilla:
  - Qué tipo de sistema eligieron y por qué.
  - Qué componentes usaron y cómo los conectaron.
  - Resultados del software: producción estimada, porcentaje de ahorro, etc.
- ✓ Se valora la claridad, el uso básico del software y la lógica en la selección de equipos.

### 3. Examen práctico en laboratorio.

- ✓ Cada estudiante o grupo realiza tareas como:
  - Configurar un inversor real (Victron, Fronius o Studer).
  - Medir voltajes de paneles o bancos de baterías con multímetro.
  - Detectar una falla sencilla (cable desconectado, fusible quemado, etc.).
  - Realizar un checklist de revisión de un sistema completo.

## CRONOGRAMA

<b>Inicio de clases: 20 de Agosto del 2025</b>	<b>Duración: 100 HORAS LECTIVAS</b>
<b>Horario:</b> Lunes, miércoles y viernes 7:00 pm a 9:00 pm	<b>Modalidad:</b> Virtual – 40%
Sábados y Domingos 9:00 am a 1:30 pm	Presencial – 60%

AGOSTO						
Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

SETIEMBRE						
Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

OCTUBRE						
Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

NOVIEMBRE						
Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá
						1
2	3	4	5	6	7	8



Clase Virtual: 7:00 pm – 9:00 pm



Clase Presencial: 09:00 am – 01:30 pm

(\*) El inicio del programa está sujeto a postergación o cancelación, si el número de inscritos no llega al mínimo establecido. Las modificaciones se comunicarán oportunamente.

(\*) Para la apertura del programa se debe superar un número mínimo de 14 estudiantes matriculados.

## INVERSION

### PROMOCIÓN:

Hasta el 15 de julio

**Pago al contado:**  
S/. 2,200.00

**Pago en cuotas:**  
1ra S/. 1,150.00  
2da S/. 1,150.00

### COSTO:

**Pago al contado:**  
S/. 3,000.00

**Pago en cuotas:**  
1ra S/. 1,100.00  
2da S/. 1,100.00  
3ra S/. 1,100.00

### INVERSIÓN COMUNIDAD UNI:

**Pago al contado:**  
S/. 1,700.00

**Pago en cuotas:**  
1ra S/. 600.00  
2da S/. 600.00  
3ra S/. 600.00

La inscripción y asistencia al taller incluye:

- Certificado emitido por el Centro de Energías Renovables. (\*)

(\*) Para la obtención de certificado se requiere un mínimo de 75% de asistencia y una nota aprobatoria mínima de 14.

## REQUISITOS

---

Haber llevado el **MÓDULO BÁSICO** o postular para rendir el **examen de conocimiento**.  
(Costo S/. 80.00).

## LUGAR DE PAGO

---

Al recibir el registro de participación generamos una orden de pago para que pueda cancelar y enviar su respectivo voucher. En caso desee factura indicar el RUC y los datos de la empresa o empresa.



## INFORMES

---

Centro de Energías Renovables y Uso Racional de la Energía

Av. Túpac Amaru 210. Oficina B1-260. Pabellón Central 2do Piso. Rímac Lima

Tel y Anexo: 481-1070 anexo 7200

WhatsApp: 918 813 522

Email: [cer@uni.edu.pe](mailto:cer@uni.edu.pe)

Facebook: <https://www.facebook.com/CERUNI.PERU/>

Website: <http://cer.uni.edu.pe>

2025