

**I.- Datos Generales**

<b>Código</b>	<b>Título</b>
EC0378	Instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

**Propósito del Estándar de Competencia**

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que instalan sistemas fotovoltaicos interconectados a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías, SFVI10kW.; cuyas competencias incluyen tres funciones elementales que son: Identificar y reconocer las condiciones existentes del sitio, con la finalidad de obtener y prepararlos suministros de instalación de acuerdo a la información del levantamiento previo realizado por el diseñador de la instalación; realizar el levantamiento previo y preparación de materiales en la instalación del SFVI10kW.; instalar los componentes del sistema de acuerdo a lo estipulado por el diseñador de la instalación y cumpliendo con los estándares para interconexión estipulados por CFE en su especificación G0100-04 y por último, probar el funcionamiento del SFVI10kW.

Asimismo, puede ser referente para el desarrollo de programas de capacitación y de formación basados en Estándares de Competencia (EC).

El presente EC se refiere únicamente a funciones para cuya realización no se requiere por disposición legal, la posesión de un título profesional. Por lo que para certificarse en este EC no deberá ser requisito el poseer dicho documento académico.

Para alcanzar la competencia en este Estándar de Competencia, se recomienda, en promedio, 1 año de experiencia en trabajos de electricista con 35 horas de capacitación en la instalación de SFVI10kW. y su referencia en la NOM-001-SEDE vigente.

**Descripción general del Estándar de Competencia**

El Estándar describe y cita las funciones críticas que realiza un instalador de SFVI10kW. en viviendas y pequeños comercios como: Utilizar el equipo de seguridad en su trabajo, ordenar y usar la herramienta durante toda la instalación, identificar los recorridos y canalizaciones de conexiones para CA y CD, verificar el rango de tensión de la red pública y del sistema fotovoltaico, verificar el sistema de puesta a tierra, identificar los elementos de riesgo en el lugar de la instalación; además, identificar las características de los elementos propios de la losa como la inclinación, materiales, tuberías, impermeabilizante y obstáculos; verificar la orientación y elementos de potencial sombra en el sistema, verificar materiales y complementos, verificar el sistema de protección contra tormentas eléctricas, verificar el estado del aislamiento de los conductores eléctricos, ensamblar y fijar la estructura del equipo, fijar la base en el lugar designado, montar el/los módulo/s fotovoltaico/s, montar el/los inversor/es, conectar los componentes de seguridad del sistema, verificar la puesta en marcha del sistema y corregir las fallas de conexión, conectar el sistema ordenadamente para la seguridad del instalador, del sistema eléctrico, del sitio y de los usuarios.



El presente EC se fundamenta en criterios rectores de legalidad, competitividad, libre acceso, respeto, trabajo digno y responsabilidad social.

**Nivel en el Sistema Nacional de Competencias:** Dos

Desempeña actividades programadas que, en su mayoría son rutinarias y predecibles. Depende de las instrucciones de un superior. Se coordina con compañeros de trabajo del mismo nivel jerárquico.

**Comité de Gestión por Competencias que lo desarrolló**

CGC del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. INFONAVIT  
CGC De Energías Renovables y Eficiencia Energética

**Fecha de aprobación por el Comité Técnico del CONOCER:**

9 de octubre de 2013

**Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación:**

20 de noviembre de 2013

**Periodo de revisión/actualización del EC:**

2 años

**Tiempo de Vigencia del Certificado de competencia en este EC:**

3 años

**Ocupaciones relacionadas con este EC de acuerdo con el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO)****Grupo unitario**

2642 Electricistas y linieros

**Ocupaciones asociadas**

- Electricista

**Clasificación según el sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)****Sector:**

23 Construcción

**Subsector:**

238 Trabajos especializados para la construcción

**Rama:**

2382 Instalaciones y equipamiento en construcciones

**Subrama:**

23821 Instalaciones eléctricas en construcciones

**Clase:**

238210 Instalaciones eléctricas en construcciones. CAN., EE.UU.



El presente EC, una vez publicado en el Diario Oficial de la Federación, se integrará en el Registro Nacional de Estándares de Competencia que opera el CONOCER a fin de facilitar su uso y consulta gratuita.

### **Organizaciones participantes en el desarrollo del Estándar de Competencia**

- SENER
- INFONAVIT
- GIZ
- CENCER
- KANNDAS
- INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES - UNAM
- ERdC – Energía Renovable del Centro S. de R.L. de C.V.

### **Relación con otros estándares de competencia**

#### **Estándares relacionados**

EC0118. Realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda

### **Aspectos relevantes de la evaluación**

Detalles de la práctica:

- Este EC podrá ser evaluado en escenarios de trabajo real o en escenarios simulados, siempre y cuando la solución de evaluación cuente con los requerimientos que se solicitan en el siguiente apartado.
- A elección del candidato, la evaluación práctica de los Criterios de Evaluación 6 y 7 del Elemento 2, podrá llevarse a cabo en cualquiera de ellos; sin embargo, deberá presentar los reactivos de Conocimiento respecto al que no fue elegido en la práctica.
- El Centro de Evaluación deberá proporcionar al candidato, toda la información respecto a la presentación de las evidencias solicitadas y especificadas en el Instrumento de Evaluación a partir de este EC.

Apoyos/Requerimientos:

- Sistema con 2 módulos FV y micro inversores con todos sus elementos de conexión y 1 sistema Central de al menos 700 watts con inversor central.
- Herramienta para la preparación e instalación.
- Área física para llevar a cabo la evaluación, acondicionada (en caso de escenario de simulación) o sito real de trabajo.
- Simuladores de equipos (Módulos), conexiones, cables, bases, inversores, fusibles, interruptores y anclajes.

**Duración estimada de la evaluación**

- 2 horas en gabinete y 3 horas en campo, totalizando 5 horas.

**Referencias de Información**

- Notas de curso para instaladores de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red hasta 10 kW. en baja tensión (GIZ/ Renac /KanndasInstitut, ANES) 2013.
- NOM-001-SEDE-Vigente. Instalaciones Eléctricas

**II.- Perfil del Estándar de Competencia****Estándar de Competencia**

---

Instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

**Elemento 1 de 3**

---

Realizar el levantamiento previo y preparación de materiales en la instalación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

**Elemento 2 de 3**

---

Instalar los componentes del sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

**Elemento 3 de 3**

---

Probar el funcionamiento del sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías.

### III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia

Referencia	Código	Título
1 de 3	E1250	Realizar el levantamiento previo y preparación de materiales en la instalación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

#### DESEMPEÑOS

1. Porta el equipo de protección personal:

- De acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta / instructivo,
- Calzando los zapatos / botas de seguridad dieléctrico,
- Usando el casco dieléctrico de seguridad con barbiquejo ajustado,
- Utilizando los lentes de seguridad con protección UV,
- Usando guantes dieléctricos plastificados,
- Utilizando elarnés de seguridad y línea de vida con amortiguador,
- Utilizando ropa demanga larga,y
- Durante todo el proceso de instalación.

2. Identifica los puntos de conexión de Corriente Alterna del sitio:

- Corroborando físicamente contra el plano del proyecto los puntos de conexión, y
- Corroborando físicamente las canalizaciones y sus trayectorias, contra el plano del proyecto.

3. Verifica la tensión de la Red y el número de hilos de la alimentación eléctrica del sitio:

- Identificando visualmente en el punto de conexión, los conductores de fase, tierra y neutro,
- Conectando un multímetro en las puntas de servicio de AC para medir la tensión de red, y
- Corroborando la tensión de trabajo en la ficha técnica del inversor contra la lectura obtenida en el multímetro.

4. Verifica la existencia de un sistema de puesta a tierra:

- Señalando el punto de conexión al sistema de puesta a tierra de la instalación.

5. Verifica la factibilidad de colocación del sistema:

- Revisando físicamente que el lugar asignado en el proyecto corresponde a las condiciones reales del sitio,
- Midiendo con flexómetro / cinta métrica del área de instalación, al punto de conexión para la cuantificación del material,
- Señalando con marcas, los elementos que generen sombreado, en cualquier época del año, aplicando la regla de sombras como base para hacer el marcado,
- Ubicando la orientación hacia el sur +- 10 grados con ayuda de la brújula y elementos prácticos,

- Comprobando que la inclinación del panel, debe ser igual a la latitud del lugar, y
- Corroborando que la superficie permite la fijación del equipo.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

#### PRODUCTOS

1. Los elementos de riesgo en el lugar designado para la instalación identificados:
  - Presenta los paneles FV y las cajas de conexiones sin daños,
  - Presenta el/los inversor/es sin daños y sin golpes,
  - Presenta la losa / techo / azotea con las condiciones mínimas de seguridad para la instalación, y
  - Corroborando físicamente que las trayectorias establecidas en el proyecto, estén sin obstáculos, sin presentar riesgo de humedad y sin conflictos con otras instalaciones de servicios.
2. La lista de partes y componentes requisitada:
  - Contiene todos los campos de la lista completos,
  - Se encuentra requisitada con limpieza, sin dobleces ni daños y completamente legible,
  - Está corroborada físicamente contra el equipo y los materiales disponibles en el sitio, e
  - Incluye el registro de la suma de la potencia de todos los módulos en una tabla.
3. Las herramientas y material seleccionado para la instalación:
  - Corresponden con la lista de partes y componentes,
  - Presentan las que corresponden a los materiales a instalar, y
  - Están libres de desgaste, golpes, deformaciones y estrangulaciones.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

#### CONOCIMIENTOS

1. Interpretación de dibujos isométricos y planos eléctricos para la instalación de SFVI10kW.
2. Conceptos básicos de electricidad: Potencia, Voltaje, Amperaje, Resistencia, Conductividad, Aislamiento, Sistema de puesta a tierra.
3. Especificación de CFE G0100-04-vigente.
4. Las condiciones que influyen en la instalación del sistema como sombras, latitud, temperatura.
5. Conceptos básicos de radiación y su influencia en la generación de energía fotovoltaica.
6. Descripción de un sistema con micro inversores y uno de inversor central.
7. Identificación de cables de tensión, tierra y neutro.
8. Manejo de herramientas según el material de la instalación.
9. Empalme de conductores y ponchado de conexiones.
10. Elementos de fijación de la base a la losa.
11. Elementos de fijación de los módulos a su base.
12. Características de los conductores: Calibre, aislamiento,

#### NIVEL

- Aplicación
- Comprensión
- Comprensión
- Comprensión
- Comprensión
- Aplicación
- Aplicación
- Aplicación
- Aplicación
- Aplicación
- Comprensión

**CONOCIMIENTOS****NIVEL**

- aplicaciones.
- |  |             |
|--|-------------|
| 13. Uso de la brújula y su lectura con elementos prácticos (conocimiento geográfico de su localidad, movimiento del sol, círculo indio). | Aplicación  |
| 14. Par galvánico y elementos de prevención.   | Comprensión |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

**ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES**

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1. Cooperación:     | La manera en que se integra con el equipo de trabajo sin interferir en las actividades de otros y logrando el apoyo en las suyas. |
| 2. Responsabilidad: | La manera en que utiliza el equipo de seguridad tal como lo indica las instrucciones de uso de cada componente.                   |

**GLOSARIO**

- |  |   |
|--|---|
| 1. AC / CA:  | Corriente Alterna.  |
| 2. Brújula:  | Instrumento que sirve de orientación y que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnetizadas.  |
| 3. Condiciones mínimas de seguridad para la instalación: | Condiciones que permiten salvaguardar la seguridad e integridad del instalador sin poner en riesgo su salud.  |
| 4. DC:   | Corriente Directa, también aceptada en la Norma como CC, corriente continua.  |
| 5. EPP:  | Equipo Personal de Protección   |
| 6. Instalaciones de servicios:                           | Hidráulicas, sanitarias, eléctricas, aire acondicionado, datos, gas entre otras.  |
| 7. Inversor / Sistema de acondicionamiento de potencia:  | Dispositivo electrónico de potencia cuya función principal es convertir la señal de C.C. o C.D. del Generador Fotovoltaico GFV, en una señal de C.A. sincronizada con la red.   |
| 8. Módulo Fotovoltaico, MFV:                             | Grupo de celdas fotovoltaicas interconectadas eléctricamente entre sí, mecánicamente agrupadas y encapsuladas en una unidad para protegerlas del medio ambiente. Un MFV es la unidad de generación más pequeña lista para utilizarse. |



9. **Multímetro:** Instrumento que sirve para medir parámetros o características eléctricas tales como tensión, corriente y resistencia.

<b>Referencia</b>	<b>Código</b>	<b>Título</b>
2 de 3	E1251	Instalar los componentes del sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

### DESEMPEÑOS

1. Fija la estructura de los módulos fotovoltaicos en la obra:
  - De acuerdo a la orientación determinada en el plano del proyecto,
  - Anclando la base con implementos de sujeción acordes con el tipo de superficie determinada para la instalación del sistema y las condiciones climáticas del lugar,
  - Sellando las perforaciones hechas a la superficie conforme a su tipo de material,
  - Ubicando la orientación hacia el sur +- 10 grados con ayuda de la brújula y elementos prácticos,
  - Comprobando que la inclinación del panel, debe ser igual a la latitud del lugar, y
  - Aislando para evitar se presente un pargalvánico.
2. Monta los módulos, inversor y caja combinadora del sistema:
  - Colocando el inversor y los módulos en la base, coincidiendo con lo establecido en el plano del proyecto,
  - Fijándolos a su estructura de acuerdo con el tipo de sujeción sin dañarlos,
  - Fijando el inversor y sus accesorios de acuerdo al manual de instalación del fabricante,
  - Armando y colocando la caja combinadora de acuerdo al plano del proyecto,
  - Conectando los módulos entre sí, de acuerdo al manual del fabricante,
  - Conectando la salida del arreglo a la caja combinadora por medio de un conector,
  - Instalando un conector MC-4 a un conductor, sin que el conductor esté conectado al arreglo, y
  - Conectando el conductor no puesto a tierra, antes que el conductor puesto a tierra.
3. Comprueba las características eléctricas de los módulos:
  - Midiendo con el multímetro la tensión a circuito abierto de cada módulo y anotando el valor en la lista de verificación,
  - Corroborando que la tensión a circuito abierto medida sea la Tensión  $V_{oc}$  bajo NOCT que se encuentra en los datos de placa  $\pm 15\%$ ,
  - Midiendo con el multímetro la corriente de corto circuito de cada módulo y anotando el valor en la lista de verificación,



- Describiendo el resultado y las causas del mismo, y
  - Corroborando que la tensión de circuito abierto del arreglo fotovoltaico no supera la tensión máxima de entrada del inversor.
4. Arma los componentes del sistema de seguridad:
- En el lugar determinado para su instalación, de acuerdo al proyecto,
  - Conectando los dispositivos de protección de acuerdo a lo especificado por el fabricante,
  - Seleccionando los de corriente alterna y los de corriente directa para evitar que se conecten de manera cruzada,
  - Conectando la AC al dispositivo de protección de AC y al inversor manteniendo las protecciones abiertas, y
  - Conectando la DC al inversor, manteniendo las protecciones abiertas.
5. Prepara un electrodo de puesta a tierra y ejecuta su conexión:
- Instalando el electrodo de puesta a tierra y conectando mediante soldadura exotérmica el conductor de puesta a tierra.
6. Instala canalizaciones y conductores:
- Instalando los conductores de AC y DC, cuidando que no se dañe el aislamiento,
  - Realizando una unión de conduit metálico usando la tarraja,
  - Realizando una unión de conduit de pvc eléctrico,
  - Realizando una unión de tubería metálica flexible,
  - Realizando una unión de tubería metálica con recubrimiento plástico flexible,
  - Realizando los empalmes entre los conductores haciendo el entorchado en sentido horario, y
  - Aislando los empalmes con capuchón, roscando en sentido horario y verificando que cubra hasta el aislamiento del cable.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

### PRODUCTOS

1. El arreglo fotovoltaico instalado:
- Conserva todas las envolventes / gabinetes de los dispositivos con el mismo grado de protección de su diseño,
  - Presenta el cableado y las tuberías limpios, ordenados, alineados y sujetos,
  - Presenta el módulo sin daños físicos,
  - Presenta la estructura sin deformaciones, y
  - Incluye todos los conectores unidos, sin que alguno pueda zafarse.
2. El lugar de la instalación y la herramienta preparado:
- Está limpio y ordenado, y
  - Presenta la herramienta ordenada y en su caja.
3. Los componentes del sistema eléctrico de la vivienda conectados:
- Se encuentran todos los elementos identificados,
  - Presentan todos los elementos del diagrama instalados conforme al proyecto,
  - Presentan todos los elementos metálicos puestos a tierra, y
  - Presenta la conexión al centro de carga de acuerdo al manual del fabricante y en las condiciones requeridas en el proyecto.



4. El sistema FV instalado:

- Presenta el inversor en un lugar con ventilación y protegido de la lluvia, y
- Presenta todos los elementos de seguridad instalados y accesibles.

5. Los equipos, herramientas y material utilizado para la instalación:

- Están libres de desgaste, deformaciones y estrangulaciones ocasionados por golpes, pisotones y caídas.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Aislamiento de cableado “Código de colores”   | Conocimiento |
| 2. Características de las corrientes alterna directa   | Conocimiento |
| 3. Descarga de electricidad estática.  | Conocimiento |
| 4. Tipos de arreglos eléctricos y accesorios utilizados en la instalación de SFV110kW.                                 | Conocimiento |
| 5. Tipos de elementos de protección para el usuario.   | Conocimiento |
| 6. Tipos de fijación para inversores.  | Conocimiento |
| 7. Tipos de fijación para los módulos.   | Conocimiento |
| 8. Tipos de materiales de bases, fijación, cables, conduits y su aislamiento utilizados en la instalación de SFV110kW. | Conocimiento |
| 9. Tipos de sistemas de Inversor: Micro / Central.   | Conocimiento |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

**RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES**

**SITUACIÓN EMERGENTE**

1. Sobre tensión en la red.

**RESPUESTAS ESPERADAS**

2. Desconecta la alimentación principal, avisa al supervisor y/o dueño de la casa.

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

**ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES**

1. Responsabilidad: La manera en que el instalador determina su rango de

trabajo que es de la conexión al centro de carga.

## GLOSARIO

1. Diagrama de instalación: Hace referencia a la representación gráfica para el ensamble del sistema SFVI10kW..
2. Dispositivos de protección: Definir todos los que hay: Diodos, fusibles, termomagnéticos, supresores de picos (varistores).
3. Estructura para módulos: Refiere al soportede los módulos FV.
4. Grado de protección: Clasificación norteamericana o internacional, que indica los rangos de protección contra el acceso de polvo o lluvia.
5. Módulo FV: Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación, diseñada para generar energía de corriente continua cuando es expuesta a la luz solar.

Referencia	Código	Título
3 de 3	E1252	Probar el funcionamiento del sistema fotovoltaico interconectado a la red hasta 10 kW. en baja tensión sin respaldo de baterías

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

### DESEMPEÑOS

1. Realiza la Puesta en operación del sistema:
  - Cerrando el circuito de corriente directa de la caja combinadora,
  - Cerrando el interruptor de corriente alterna que está a la salida del inversor,
  - Revisando visualmente que el indicador / led / display del inversor está inyectando corriente,
  - Eligiendo el idioma en el inversor, en el siguiente orden preferencial: español, inglés,
  - Comprobando con el multímetro de gancho que se encuentre inyectando corriente en cada fase de inyección por cada uno de los inversores,
  - Comprobando el funcionamiento anti-isla del inversor, desconectando el interruptor de corriente alterna a la salida del inversor y verificando con el multímetro que no exista una señal de tensión a la salida del inversor después del tiempo especificado en el manual, y
  - Abriendo el interruptor de corriente alterna y después el de corriente directa.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

### PRODUCTOS

1. El sistema puesto en marcha:
  - Con el inversor inyectando corriente a la red, configurado en idioma español / inglés,
  - Presenta sus conexiones fijas y seguras,



- Presenta una estructura fija y ensamblada acorde a los esquemas contenidos en el proyecto,
- Conserva todas las envolventes de los dispositivos con el mismo grado de protección de diseño,
- Presenta todos los equipos sin golpes, rayaduras / deformaciones, y
- Presenta la identificación de todas las canalizaciones, tableros, interruptores, cajas combinadoras, que contengan elementos del sistema fotovoltaico interconectado a red.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

**CONOCIMIENTOS**

**NIVEL**

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Concepto anti-isla.   | Conocimiento |
| 2. Identificar el lado de corriente directa y el lado de corriente alterna en un inversor. | Conocimiento |
| 3. Tipos de mensajes de error en los inversores y sus causas.                              | Conocimiento |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes respuestas ante las:

**SITUACIONES EMERGENTES**

El sistema no inyecta energía a la red y el inversor reporta un código de error.

**Respuesta Esperada**

Busca el código de error que esté reportando el inversor en el manual.

**Caso 1**

Si el código de error indica que hay un problema con la magnitud de la tensión entre fases, falta de neutro, falta de tierra, falta de tensión y corriente en CD deberá verificar las conexiones.

**Caso 2**

Si el código de error reporta algo diferente avisa a su supervisor.