

**I.- Datos Generales**

Código	Título
EC0586.01	Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria

Propósito del Estándar de Competencia

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que instalan sistemas fotovoltaicos interconectados (SFVI) a la red eléctrica en residencia, comercio e industria; cuyas competencias incluyen cuatro funciones elementales que son: 1.- Verificar las condiciones para la instalación del SFVI; 2.- Instalar los componentes mecánicos y eléctricos del SFVI; 3.- Conectar los componentes eléctricos del SFVI; y 4.- Realizar la puesta en marcha del SFVI. Cada elemento es acorde con la normatividad nacional para interconexión a la red eléctrica vigente.

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 40 horas de capacitación en la instalación de SFVI 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 SFVI en residencia, comercio e industria en baja tensión (hasta 1000 V), sin respaldo de baterías como: utilizar el equipo de seguridad en su trabajo, identificar condiciones de riesgo, ordenar y usar la herramienta adecuada durante toda la instalación, identificar las trayectorias y las canalizaciones de conexiones para CA y CC, verificar el rango de tensión de la red eléctrica y del SFVI, verificar la existencia del sistema de puesta a tierra general de la instalación eléctrica. Además, identificar las características de los elementos propios de la superficie de anclaje como la inclinación, los materiales, impermeabilizante y obstáculos; verificar la orientación y elementos de potencial sombra en el sistema; verificar materiales y complementos; verificar la existencia del sistema de protección contra tormentas eléctricas; verificar visualmente el estado físico 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)/microinversor(es); conectar los componentes de seguridad del SFVI; verificar la puesta marcha del sistema; conectar el sistema ordenadamente para la seguridad del instalador, del sitio y de los usuarios; y llenar los formatos correspondientes a la puesta en marcha del SFVI. También establece los conocimientos básicos, teóricos y prácticos, con los que debe contar para realizar el trabajo, así como las actitudes, hábitos y valores relevantes de su desempeño.

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



Se actualiza el EC0586 *Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria*, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 11 de junio de 2015.

Los asuntos y procesos de evaluación y certificación de competencias tramitados con base en el EC0586 *Instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados en residencia, comercio e industria*, tendrán para su conclusión, incluyendo la emisión de certificados, un plazo máximo de cinco meses, a partir de la publicación del Diario Oficial de la Federación del presente Estándar de Competencia.

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

De Comercio, Industria y Servicios de Baja California

De Energía Renovable y Eficiencia Energética

Del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

Fecha de aprobación por el Comité Técnico del CONOCER:

30 de noviembre de 2017

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación:

14 de diciembre de 2017

Periodo sugerido de revisión /actualización del EC:

2 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

Ocupaciones no contenidas en el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones y reconocidas en el Sector para este EC

Instalador fotovoltaico

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, E.E.U.U

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

- Secretaría de Energía (SENER)
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)
- Asociación Nacional de Energía Solar, A.C. (ANES)
- Yectlahuilli hC Ingeniería Sustentable S.A. de C.V.
- Instituto de Energías Renovables, UNAM (IER-UNAM)
- Ecosolmex S.A. de C.V.
- Universidad Tecnológica de Tijuana (UTT)
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)
- Comisión Federal de Electricidad (CFE)
- Fronius México, S.A. de C.V.
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)
- Asociación Nacional de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE)
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)
- Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)

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 escenarios simulados, siempre y cuando la solución de evaluación cuente con los requerimientos que se solicitan en el siguiente apartado.
- 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:

- Equipo de Protección Personal (EPP) que deberá traer el propio candidato al ser evaluado.
- Un SFVI con micro-inversores de al menos 750 Wp con todos sus elementos de conexión y protecciones.
- Un sistema central de al menos 1500 Wp con inversor, con todos sus elementos de conexión y protecciones.



- Herramienta para la preparación e instalación.
- Área física para llevar a cabo la evaluación acondicionada (en caso de escenario de simulación) o sitio real de trabajo.
- Botiquín de Primeros Auxilios, Extintor para fuego Tipo C y Plan de contingencias.
- Conexiones, canalizaciones, cables, bases, fusibles, interruptores, anclajes, conductor de puesta a tierra y protecciones eléctricas.

Duración estimada de la evaluación

- 2 horas en gabinete y al menos 6 horas en campo.

Referencias de Información

- NOM-001-SEDE-VIGENTE. Instalaciones eléctricas (Utilización) o la que la sustituya.
- CFE G0100-04 Interconexión a la Red Eléctrica de Baja Tensión de Sistemas Fotovoltaicos con Capacidad hasta 30kW.
- NOM-009-STPS-Vigente. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en alturas.
- NOM-029-STPS-Vigente. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- NOM-017-STPS-Vigente. Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-006-STPS-Vigente. Manejo y almacenamiento de materiales-condiciones de seguridad en el trabajo.
- NOM-015-STPS-Vigente. Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.
- Especificación técnica para sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica asociados a proyectos productivos agropecuarios. FIRCO 15-V-2017.
- NMX-J-136-ANCE-Vigente. Abreviaturas y símbolos para diagramas, planos y equipos eléctricos.
- Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW de la SENER (DOF-15-XII-2016).



II.- Perfil del Estándar de Competencia

Estándar de Competencia

Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria

Elemento 1 de 4

Verificar las condiciones para la instalación del SFVI

Elemento 2 de 4

Instalar los componentes mecánicos y eléctricos del SFVI

Elemento 3 de 4

Conectar los componentes eléctricos del SFVI

Elemento 4 de 4

Realizar la puesta en marcha del SFVI

III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia



Referencia	Código	Título
1 de 4	E2936	Verificar las condiciones para la instalación del SFVI

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Corroborar la factibilidad del sitio para la instalación del SFVI de acuerdo con lo establecido en el levantamiento previo:
 - Revisando físicamente que el lugar asignado cumple con las condiciones especificadas en el Plano de Planta de la Carpeta del Proyecto (CP), que no existen obstáculos generadores de sombras, ni que pongan en riesgo la integridad del sistema / del propio instalador,
 - Midiendo con flexómetro / cinta métrica lo especificado en el Plano de Planta de la CP para corroborar la distancia de la canalización,
 - Revisando que la cantidad de material recibido corresponde a lo especificado en la Lista de Materiales y Equipo de la CP,
 - Corroborando que los elementos de fijación especificados en el Plano de Planta de la CP corresponden a las superficies del sitio especificado, e
 - Identificando visualmente, etiquetando y delimitando físicamente los puntos de mayor riesgo para el trabajo en alturas y eléctrico, así como la ruta segura que seguirá para trasladar el material al punto de instalación.
2. Corroborar la existencia del sistema de puesta a tierra general de la instalación eléctrica:
 - Corroborando físicamente la existencia del sistema de puesta a tierra, señalado en la CP, y
 - Corroborando que el punto de conexión de puesta a tierra no sea parte de algún *conductor de bajada* del sistema de protección externo contra tormentas eléctricas.
3. Localiza los puntos de conexión de CA del sitio especificados en el Plano Eléctrico de la CP:
 - Corroborando físicamente la localización de los puntos de conexión y las trayectorias de la canalización eléctrica, señalados en el Plano Eléctrico de la CP,
 - Corroborando que los elementos del centro de carga donde se conectará el SFVI, corresponden con la capacidad de las protecciones de sobrecorriente especificadas en el Diagrama Unifilar y en el Diagrama de Conexiones de la CP,
 - Revisando de manera visual el estado físico de los elementos del centro de carga, y
 - Notificando al supervisor lo encontrado en el estado físico de los elementos del centro de carga.
4. Corroborar los niveles de tensión de la red y el número de conductores de alimentación eléctrica del sitio:
 - Identificando visualmente que el centro de carga donde se conectará el SFVI, cuenta con los conductores de fase, de puesta a tierra y puesto a tierra, y
 - Corroborando la tensión de la red entre fases y de fases a neutro, así como la diferencia de potencial entre el conductor puesto a tierra y el de puesta a tierra, empleando un multímetro/voltímetro en las terminales eléctricas indicadas en el Diagrama de Conexiones de la CP.



5. Corroborar los materiales y equipos para la instalación del SFVI:
 - Verificando que los componentes mecánicos corresponden a lo indicado en la Lista de Materiales y Equipo de la CP, y se encuentran libres de golpes y deformaciones que afecten su funcionalidad,
 - Verificando que los componentes eléctricos corresponden a lo indicado en la Lista de Materiales y Equipo de la CP, y se encuentran libres de golpes y deformaciones que afecten su funcionalidad,
 - Notificando al supervisor si encuentra algún componente dañado, y
 - Entregando la Lista de Materiales y Equipo verificado al supervisor.

6. Prepara las herramientas para la instalación del SFVI:
 - Registrando en la Lista de Herramientas de la CP la herramienta a utilizar,
 - Verificando que la herramienta manual a emplear está libre de desgaste, golpes, deformaciones y estrangulaciones,
 - Verificando que la herramienta electromecánica opere de acuerdo con lo establecido en el manual del fabricante, y
 - Verificando que el equipo de medición no marque batería baja, sus puntas y conductores conserven su aislamiento.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. Los componentes del SFVI, en el sitio de instalación, verificados:
 - Presenta los módulos FV y las cajas de conexiones sin golpes y sin deformaciones que afecten su funcionalidad, y
 - Presenta el/los inversores sin golpes y sin deformaciones que afecten su funcionalidad.

2. Lista de Materiales y Equipo requisitada:
 - Se encuentra requisitada con limpieza, sin dobleces ni daños y completamente legible, y
 - Está corroborada físicamente contra el equipo y los materiales disponibles en el sitio.

3. El listado de herramientas elaborado:
 - Contiene la herramienta manual y electromecánica seleccionada, y
 - Contiene el equipo de medición seleccionado.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

1. Interpretación de dibujos, isométricos y planos eléctricos para la instalación SFVI.

2. Simbología aplicable al mercado fotovoltaico.

3. Conceptos básicos de electricidad:
 - Potencia
 - Tensión y Corriente
 - Resistencia y Conductividad eléctricas
 - Aislamiento
 - Sistema de puesta a tierra
 - Diferencia entre corriente continua y alterna

NIVEL

Comprensión

Conocimiento

Conocimiento

**CONOCIMIENTOS****NIVEL**

- | | |
|--|--------------|
| 4. Identificación de conductores de fase, tierra y neutro. | Conocimiento |
| 5. Características de los conductores: <ul style="list-style-type: none">• Calibre• Aislamiento• Aplicaciones. | Conocimiento |
| 6. Aplicación del círculo indio. | Conocimiento |
| 7. Protecciones eléctricas: sobrecorriente y sobretensión
identificación de parámetros de operación e instalación. | Conocimiento |
| 8. Riesgos y precauciones en la instalación de SFVI. | Conocimiento |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES**Situación emergente**

1. El nivel de tensión en CC a manejar es igual o mayor a 1000 V.

Respuestas esperadas

1. Suspende instalación; verifica situación con el supervisor; solicita el EPP y herramienta correspondiente.

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Responsabilidad: La manera en que verifica, previo a la instalación, que tiene a su disposición: un botiquín de Primeros Auxilios, al menos un extintor para fuego Tipo C, medios de hidratación y de protección contra rayos ultravioleta (UV); adicional a su EPP.

GLOSARIO

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. AC/CA: | Corriente Alterna |
| 2. Carpeta del Proyecto (CP) | Carpeta física integrada por: A.- Plano de Planta; B.- Plano Eléctrico; C.- Diagrama Unifilar; D.- Diagramas de Conexiones; E.- Formato de Registro; F.- Lista de Materiales y Equipo; G.- Lista de Herramientas; H.- Hojas de Contenido y Armado; e I.- Manuales de Instalación de los Equipos Principales. |
| 3. Conductor de bajada: | Elemento metálico de unión que proporciona una trayectoria de baja impedancia desde las terminales aéreas hasta el sistema de puesta a tierra (NMX-J-549-2005). |



4. Diagrama de Conexiones Documento de la CP que representa gráficamente el alambrado eléctrico a detalle de todos los elementos eléctricos y electrónicos que conforman al SFVI.
5. Diagrama Unifilar Documento de la CP que da información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema de alambrado eléctrico e indica cómo la potencia es distribuida desde la red hasta el equipo de utilización; indicando la conexión del SFVI. Indica capacidades nominales de fusibles o interruptores, la puesta a tierra del sistema, medidores, y cualquier otra información que ayude a identificar el sistema eléctrico.
6. Multímetro: Instrumento que sirve para medir magnitudes eléctricas tales como tensión (voltímetro), corriente (amperímetro) y resistencia (ohmetro).
7. Optimizador: Convertidor electrónico de potencia del tipo CC/CC cuyo propósito es extraer la potencia disponible del MFV (con/sin sombreado) que lo alimenta y acondicionarla a la cadena de MFV del que forma parte para no afectar la generación total de la cadena sombreada.
8. Plano de Planta Documento de la CP que representa gráficamente los elementos del SFVI y su localización objetivo. Además, contiene las especificaciones técnicas particulares del SFVI a instalar (i.e. orientación e inclinación del AFV).
9. Plano Eléctrico Documento de la CP que representa gráficamente y de manera general un alambrado eléctrico (i.e. del inmueble, del SFVI, una subestación, etc.). Éste incluye especificaciones técnicas a detalle.

Referencia	Código	Título
2 de 4	E2937	Instalar los componentes mecánicos y eléctricos del SFVI

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

- Monta la estructura del Arreglo Fotovoltaico (AFV) en la obra:
 - Verificando la limpieza / limpiando la zona de ubicación del AFV señalada en el Plano de Planta de la CP,
 - Verificando que las condiciones del espacio en la obra no sean diferentes a las especificadas en el Plano de Planta de la CP,
 - Ensamblando cada elemento de las estructuras de soporte del AFV siguiendo las indicaciones definidas en las Hojas de Contenido y Armado de la CP,
 - Nivelando las estructuras ensambladas con respecto a la superficie de instalación,
 - Orientando la estructura del AFV en la posición definida en el Plano de Planta de la CP,
 - Corroborando que el anclaje de la base es el apropiado de acuerdo con el tipo de superficie y clima del sitio,
 - Instalando el sistema de anclaje de acuerdo con lo establecido en las Hojas de Contenido y Armado de la CP,
 - Fijando las estructuras ensambladas al sistema de anclaje,



- Corroborando, con un torquímetro, el par de apriete de cada elemento de tornillería. La magnitud del par de apriete se indica en las Hojas de Contenido y Armado de la CP,
 - Corroborando la inclinación de la estructura del AFV conforme a lo señalado en las Hojas de Contenido y Armado de la CP, e
 - Instalando materiales adecuados para retardar el efecto del par galvánico, de ser necesario.
2. Monta los módulos fotovoltaicos:
- Siguiendo el manual de instalación del módulo,
 - Manipulando los módulos evitando poner en riesgo la integridad tanto de los módulos como del propio instalador,
 - Colocando los módulos sobre la estructura de soporte e instalando los accesorios de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en las Hojas de Contenido y Armado de la CP,
 - Alineando cada módulo, según lo especificado en el Plano de Planta de la CP,
 - Fijando los módulos a su estructura de soporte de acuerdo con el tipo de sujeción, sin el uso del torquímetro, sin dañarlos, y
 - Corroborando, con un torquímetro, el par de apriete de cada elemento de tornillería. De acuerdo con lo especificado en el Plano de Planta / Hojas de Contenido y Armado de la CP.
3. Fija el inversor / microinversor:
- Identificando el lugar de fijación indicado en el Plano de Planta de la CP, y
 - Siguiendo el procedimiento establecido en su manual de instalación.
4. Fija los accesorios (caja de conexiones):
- Identificando el lugar de fijación indicado en el Plano de Planta de la CP, y
 - Fijando cada elemento siguiendo el procedimiento establecido por el fabricante.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El AFV instalado:
- Presenta la estructura bien armada y sin deformaciones,
 - Presenta la estructura nivelada, alineada y orientada de acuerdo con lo indicado en Plano de Planta, y Hojas de Contenido y Armado de la CP,
 - Presenta cada módulo montado en su estructura de acuerdo con lo establecido en el Plano de Planta y Hojas de Contenido y Armado de la CP; sin daño físico, y
 - Presenta instalados los materiales para retardar el par galvánico, cuando se indique en la CP.
2. Los componentes del sistema eléctrico instalados:
- Conserva todas las envolventes / gabinetes de los dispositivos con el mismo grado de protección de diseño,
 - Presenta el inversor / microinversor instalado de acuerdo con el procedimiento establecido en su manual de instalación, sin daño físico y en el lugar indicado en el Plano Eléctrico de la CP, y
 - Presenta los accesorios instalados de acuerdo con el procedimiento establecido por el fabricante, sin daño físico y en el lugar indicado en el Plano Eléctrico de la CP.



La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS**NIVEL**

- | | |
|---|--------------|
| 1. Envolvertes (grados de protección). | Conocimiento |
| 2. Tipos de estructuras y métodos de fijación a la superficie | Conocimiento |
| 3. Elementos de fijación de los módulos a su base. | Conocimiento |
| 4. Diferencia entre sur geográfico y sur magnético. | Conocimiento |
| 5. Par galvánico y elementos de prevención. | Conocimiento |
| 6. Especificación de CFE G0100-04-Vigente. | Conocimiento |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES**Situación emergente**

1. Perfora tubería oculta en superficie de la instalación.

Respuesta esperada

1. Identificar válvula y cortar el suministro de flujo y comunicar inmediatamente al supervisor.

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Responsabilidad: La manera en que utiliza y porta el equipo de seguridad tal como lo indican las instrucciones de uso; en función de la actividad a desarrollar en la instalación de componentes mecánicos y eléctricos.

GLOSARIO

1. CC: De acuerdo con la NOM-001-SEDE-Vigente, Corriente Continua (CC). También conocida como Corriente Directa (CD).
2. Arreglo fotovoltaico (AFV) Conjunto de MFV interconectados en arreglos eléctricos serie-paralelo, cuya tensión y corrientes en CC son compatibles con el inversor. Éste puede estar constituido por un MFV, por una sola cadena (rama o panel), o bien por varias de ellas.
3. Hojas de Contenido y Armado: Documentos de la CP consistentes en: una guía de ensamble y un listado de partes de la estructura de montaje proporcionado por el fabricante o por la entidad de certificación y evaluación.



4. Inversor / microinversor: Dispositivo electrónico de potencia cuya función principal es convertir la señal de CC del AFV en una señal de CA sincronizada con la red eléctrica. También referenciado como sistema de acondicionamiento de potencia.

Referencia	Código	Título
3 de 4	E2938	Conectar los componentes eléctricos del SFVI

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

- Realiza el alambrado del SFVI:
 - Instalando los soportes para la canalización eléctrica de CC y de CA de acuerdo con lo especificado en el Diagrama de Conexiones y el Plano Eléctrico de la CP,
 - Instalando la canalización eléctrica de CC y de CA de acuerdo con lo especificado en el Diagrama de Conexiones y el Plano Eléctrico de la CP,
 - Alambrando la canalización de CC y de CA de acuerdo con lo especificado en el Diagrama de Conexiones y el Plano Eléctrico de la CP, cuidando la integridad del aislamiento de cada uno de los conductores, y
 - Conectando los microinversores, en cada unidad de acondicionamiento de potencia, al cable especializado proporcionado por el fabricante, según lo indicado en el Diagrama de Conexiones de la CP.
- Instala los elementos de puesta a tierra:
 - Realizando la conexión de los elementos de puesta a tierra del SFVI al sistema de puesta a tierra existente, de acuerdo con lo especificado en el Diagrama de Conexiones de la CP, y
 - Verificando la continuidad eléctrica de los elementos de puesta a tierra, de cada componente del SFVI, hasta el punto de conexión con el sistema de puesta a tierra existente.
- Conecta las protecciones eléctricas y los medios de desconexión del SFVI:
 - Identificando cada protección y medio de desconexión a instalar (CC y CA),
 - Corroborando la ubicación de instalación de acuerdo con el Plano Eléctrico de la CP,
 - Corroborando que los dispositivos de protección y medios de desconexión cumplen con la capacidad establecida, y corresponde con la configuración del SFVI tanto en CC como en CA en el Diagrama de Conexiones de la CP,
 - Colocando cada protección y medio de desconexión de acuerdo con lo indicado por el fabricante,
 - Corroborando el estado funcional de los elementos de protección contra sobrecorriente y medios de desconexión, a nivel de continuidad eléctrica,
 - Corroborando el estado funcional de los elementos de protección contra sobretensión,
 - Conectando las protecciones y medios de desconexión utilizando la herramienta apropiada, según lo especificado por el fabricante de cada protección, y
 - Corroborando que todas las protecciones y medios de desconexión se encuentren abiertos

**4. Verifica los datos de placa de los MFV:**

- Verificando visualmente el estado físico del aislamiento de los conductores y los conectores de cada MFV,
- Midiendo con voltímetro la tensión de circuito abierto V_{oc} de cada MFV, con presencia de luz solar,
- Registrando el valor de V_{oc} obtenido, en el Formato de Registro de la CP,
- Corroborando que el valor medido de V_{oc} , con respecto a los datos de placa del MFV, se encuentre dentro del valor de $\pm 15\%$ STC,
- Midiendo con amperímetro de gancho la corriente de corto circuito I_{sc} de cada MFV, con presencia de luz solar,
- Registrando el valor de la I_{sc} obtenido, en el Formato de Registro de la CP, y
- Corroborando que la magnitud de la corriente no sea cero.

5. Realiza la conexión de los microinversores:

- Verificando visualmente el estado físico del aislamiento de los conductores y conectores de cada microinversor,
- Verificando la existencia de un LED indicador del estado operativo del microinversor; de lo contrario notifica al supervisor,
- Conectando los conductores provenientes del medio de desconexión de CA al centro de carga indicado en el Diagrama de Conexiones de la CP,
- Conectando las terminales del MFV a cada microinversor,
- Corroborando el acoplamiento mecánico apropiado de la conexión,
- Verificando el encendido del LED indicador en el microinversor, e
- Instalando medios de sujeción aprobados para sujetar los conductores de CC, colocándolos separados de los conductores de CA.

6. Realiza la conexión de los inversores:

- Conectando el total de MFV de acuerdo con lo indicado en el Diagrama de Conexiones de la CP,
- Midiendo con voltímetro la tensión de circuito abierto V_{oc} de cada rama / cadena (panel) del AFV, con presencia de luz solar,
- Registrando el valor de V_{oc} obtenido, en el Formato de Registro de la CP,
- Corroborando el valor medido de V_{oc} con respecto al dato especificado en el Diagrama de Conexiones en la CP, para la rama / cadena (panel) instalada. La magnitud total debe ser $\pm 15\%$ STC y ser menor al valor máximo de entrada indicado en los datos de placa del inversor,
- Identificando en el inversor los puntos de conexión de CC y CA,
- Conectando los conductores provenientes del medio de desconexión en CC a las terminales de cada rastreador del PMP, también conocido como seguidor, de acuerdo con el procedimiento del manual del inversor,
- Conectando los conductores de CA provenientes del medio de desconexión a la salida del inversor, de acuerdo con el Diagrama de Conexiones de la CP y el procedimiento establecido por el fabricante del inversor, y
- Conectando los conductores de CA provenientes del medio de desconexión al centro de carga indicado en el Diagrama de Conexiones de la CP.



La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. Las canalizaciones de los circuitos de CC y CA del SFVI alambradas:
 - Presenta las canalizaciones sin daños, ni deformaciones, ensambladas y firmemente sujetadas, de acuerdo con lo exigido en la NOM-001-SEDE-Vigente,
 - Las trayectorias de las canalizaciones corresponden con lo indicado en el Plano Eléctrico de la CP,
 - Presenta las canalizaciones de acuerdo con las condiciones de intemperie del sitio,
 - Presenta el alambrado ordenado, sin conductores dañados e identificados, respetando el código de colores de acuerdo con lo exigido en la NOM-001-SEDE-Vigente, y
 - Presenta todos los conectores, de las unidades de acondicionamiento de potencia, unidos de forma que no puedan desconectarse sin el uso de la herramienta apropiada.

2. Los elementos de puesta a tierra instalados:
 - Presenta los elementos del sistema de puesta a tierra del SFVI firmemente conectados, y
 - Presenta los elementos del sistema de puesta a tierra sin daños ni deformaciones.

3. Las protecciones eléctricas y medios de desconexión instalados:
 - Presenta la ubicación de los dispositivos de protección y medios de desconexión de manera correspondiente con lo indicado en el Plano Eléctrico de la CP,
 - Presenta los dispositivos de protección y medios de desconexión instalados de acuerdo con lo especificado en el Diagrama de Conexiones de la CP, y
 - Presenta los conductores conectados a los dispositivos de protección y medios de desconexión de acuerdo con lo indicado por el fabricante de estos últimos.

4. Los datos de placa de los MFV verificados:
 - Presenta el Formato de Registro incluido en la CP, con el dato de placa y el medido, de la tensión de circuito abierto *Voc* de cada MFV, y
 - Presenta el Formato de Registro incluido en la CP, con el dato de placa y el medido, de la corriente de corto circuito *Isc* de cada MFV.

5. Los microinversores conectados:
 - Presenta las terminales del MFV, unidas de forma que no puedan desconectarse sin el uso de la herramienta apropiada, y
 - Presenta los conductores de CC con los medios de sujeción de acuerdo con el clima del sitio.

6. Los inversores conectados:
 - Presenta el total de MFV unidos de forma que no puedan desconectarse sin el uso de la herramienta apropiada, de acuerdo con lo indicado en el Diagrama de Conexiones de la CP,
 - Presenta el Formato de Registro de la CP, con los datos medidos de la tensión de circuito abierto *Voc* de cada rama / cadena (panel) del AFV, y
 - Presenta los conductores conectados en los medios de desconexión de acuerdo con lo indicado en los Diagramas de Conexiones de la CP.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

NIVEL

- | | |
|---|--------------|
| 1. Mantenimiento básico del SFVI. | Conocimiento |
| 2. Tipos de empalme de conductores. | Conocimiento |
| 3. Anexo 1.2 Especificaciones técnicas generales del Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW de la SENER (Vigente). | Conocimiento |
| 4. Las condiciones que afectan el funcionamiento del SFVI: sombras, latitud, temperatura. | Conocimiento |
| 5. Conceptos básicos de radiación y su influencia en la generación de energía eléctrica en un SFVI. | Conocimiento |
| 6. Descripción de un sistema con microinversor y uno de inversor e inversor con optimizadores. | Comprensión |

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES

Situación emergente

1. Algún miembro del equipo de instalación presenta insolación.

Respuestas esperadas

1. Suspender la instalación; trasladar a la persona a un área sombreada y fresca; y notificar al supervisor sobre la situación presentada.

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Responsabilidad: La manera en que utiliza y porta el EPP tal como lo indican las instrucciones de uso; en función de la actividad a desarrollar en la conexión de componentes eléctricos.

GLOSARIO

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. PMP | Punto de Máxima Potencia. |
| 2. STC | <i>Standard Test Conditions</i> (Condiciones estándar de prueba). |
| 3. Dispositivos de protección: | Dispositivos en el SFVI que proveen una protección eléctrica. Estos pueden ser diodos, fusibles, interruptores termomagnéticos, supresores de picos, varistores, etc. |
| 4. Formato de Registro | Formato contenido en la CP que permite concentrar las evidencias solicitadas en la ejecución de los desempeños. |



5. Grado de protección: Clasificación norteamericana o internacional, que indica los rangos de protección contra el acceso de polvo o lluvia.
6. Modulo Fotovoltaico (MFV): Grupo de celdas fotovoltaicas interconectadas eléctricamente entre sí, mecánicamente agrupadas y encapsuladas en una unidad para protegerlas del medio ambiente que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación. Diseñado para generar energía eléctrica en CC cuando se expone a la luz solar.

Referencia	Código	Título
4 de 4	E2939	Realizar la puesta en marcha del SFVI

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Realiza la puesta en operación del sistema:

- Revisando, nuevamente, que todas las partes metálicas estén sólidamente puestas a tierra,
- Corroborando, con un voltímetro, que los niveles de tensión de CA están dentro del rango indicado en los datos de placa de los inversores / microinversores,
- Cerrando las protecciones de sobrecorriente y los medios de desconexión en la secuencia establecida en los manuales de operación de los inversores / microinversores,
- Encendiendo los inversores de acuerdo con el procedimiento establecido por el fabricante,
- Revisando visualmente el estado operativo de los inversores / microinversores, a través de lo señalado en el indicador/led/display,
- Registrando el tiempo de sincronización del inversor con la red en el Formato de Registro de la CP,
- Comprobando con el multímetro de gancho que se encuentre generando corriente en cada fase a la salida del SFVI,
- Registrando en el Formato de Registro de la CP los parámetros eléctricos del sistema operando, y
- Registrando en el Formato de Registro de la CP el número de serie de cada componente y la disposición de cada MFV en el AFV.

2. Corroborar la protección anti-isla del inversor:

- Abriendo el medio de desconexión de CA a la salida del inversor,
- Verificando con el multímetro que no exista una señal de tensión a la salida del inversor y no fluya corriente por ningún conductor de salida del inversor,
- Realizando con el supervisor una entrega verbal del SFVI operando, y
- Apagando el sistema de acuerdo con la secuencia señalada en el manual de los inversores / microinversores.



La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El SFVI operando:
 - Presenta el SFVI en disponibilidad de generar corriente eléctrica,
 - Presenta todas las envolventes de los dispositivos cerradas y manteniendo el mismo grado de protección de diseño,
 - Presenta todos los equipos sin golpes, ralladuras / deformaciones, y
 - Presenta el SFVI con el etiquetado de acuerdo con la NOM-001-SEDE-Vigente.
2. El registro de mediciones de pruebas elaborado:
 - Presenta el Formato de Registro con las mediciones del sistema funcionando y del tiempo de sincronización obtenido, y
 - Presenta la disposición de cada MFV en el AFV, y el número de serie de los microinversores / optimizadores / inversores en el Formato de Registro.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

1. Concepto anti-isla.
2. Señalizaciones y tipos de mensajes de error en los inversores y sus causas.

NIVEL

Comprensión
Conocimiento

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES

SITUACIÓN EMERGENTE

1. El sistema no genera corriente eléctrica y el microinversor / inversor reporta un código de error.
2. El sistema se sincroniza en menos de 1 minuto.

RESPUESTAS ESPERADAS

1. Reporta el código de error a su supervisor.
2. Notificar al supervisor el tiempo de sincronización.



La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Limpieza: La manera en que al concluir la instalación deja el lugar de la instalación limpio y ordenado sin residuos de material y su herramienta limpia y ordenada en su caja.

GLOSARIO

1. Tiempo de sincronización: Tiempo que tarda el inversor / microinversor en generar corriente eléctrica, una vez que se ha sincronizado con la red eléctrica.
2. Protección anti-isla Es una protección inherente al inversor que evita que continúe convirtiendo la energía eléctrica producida por los MFV cuando se pierde la generación eléctrica en la red.