I.- Datos Generales

Código	Título
EC1181	Supervisión 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 se encargan de supervisar la instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados (SFVI) a la red eléctrica en residencia, comercio e industria, y cuyas competencias incluyen solicitar la de documentación técnica y de diseño mecánico-eléctrico, supervisar la instalación mecánica del sistema fotovoltaico, supervisar la instalación eléctrica del sistema fotovoltaico y preparar la entrega del sistema // proyecto.

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

Descripción general del Estándar de Competencia

El Estándar describe las funciones críticas que realiza un Supervisor de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria, y que dentro de este contexto se refieren a: Verifica el contenido de la Carpeta de Proyecto, Coteja los materiales contra la Lista de Materiales y Equipo (F), Coteja la herramienta contra la Lista de Herramientas (G), Válida el sitio donde se realizará la instalación del SFVI, Corrobora la zona de instalación seleccionada por el Instalador, Supervisa la instalación de los componentes mecánicos, Verifica las condiciones de seguridad del sistema eléctrico, Supervisa la instalación de los componentes del sistema eléctrico, Verifica los elementos del SFVI instalados, Supervisa la puesta en marcha del SFVI y Entrega verbalmente el SFVI al cliente.

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: Tres

Desempeña actividades tanto programadas, rutinarias como impredecibles. Recibe orientaciones generales e instrucciones específicas de un superior. Requiere supervisar y orientar a otros trabajadores jerárquicamente subordinados.

Comité de Gestión por Competencias que lo desarrolló

De Energía Renovable y Eficiencia Energética

Fecha de aprobación por el Comité Técnico del CONOCER:	Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación:
10 de junio de 2019	25 de julio de 2019

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

Supervisor de instalaciones fotovoltaicas.

Instalador de Sistemas FV.

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).
- Iniciativa Climática de México (ICM).
- Instituto de Energías Renovables, UNAM (IER-UNAM).
- Asociación Nacional de Energía Solar, A.C. (ANES).
- Asociación Mexicana de Energía Solar, A.C. (ASOLMEX).
- Ecosolmex, S.A. de C.V.
- TAM GREEN GROUP S.A. de C.V.
- TÜV Rheinland de México, S.A. de C.V.

Relación con otros estándares de competencia

Estándares relacionados.

EC0118. Realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda.

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

Aspectos relevantes de la evaluación

Detalles de la práctica:

- Para demostrar la competencia en este EC, se recomienda que se lleve a cabo en el lugar de trabajo y durante su jornada laboral; sin embargo, pudiera realizarse de forma simulada si el área de evaluación cuenta con los materiales, insumos e infraestructura para llevar a cabo el desarrollo de todos los criterios de evaluación referidos en el EC.
- 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.
- Carpeta de Proyecto proporcionada por el Centro de Evaluación.
- Un SFVI con micro-inversores de al menos 750 Wp con todos sus elementos de conexión y protecciones.
- Un sistema central de al menos 1250 Wp con inversor, con todos sus elementos de conexión y protecciones.
- Herramienta para la supervisión de la 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.
- Instalador certificado simulado que deberá traer el propio candidato al ser evaluado.

Duración estimada de la evaluación

- 2 horas en gabinete y 6 horas en campo, totalizando 8 horas.

Referencias de Información

- NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones Eléctricas (utilización).
- PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018. Instalaciones Eléctricas (utilización).
- CFE G0100-04. Interconexión a la Red Eléctrica de Baja Tensión de Sistemas Fotovoltaicos con Capacidad hasta 30kW.
- NOM-009-STPS-2011. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en alturas.
- NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

- NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales-condiciones de seguridad en el trabajo.
- NOM-015-STPS-2011. 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-2007. 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).
- NMX-J-691-ANCE-2014. Sistemas Fotovoltaicos que se conectan a la red eléctrica-requisitos mínimos para la documentación del sistema, pruebas de puesta en servicio e inspección.
- NABCEP Photovoltaic (PV) Installer Resource Guide 2012 v. 5.3.

II.- Perfil del Estándar de Competencia

Estándar de Competencia

Supervisión de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria

Elemento 1 de 4

Solicita la documentación técnica y de diseño mecánico-eléctrico

Elemento 2 de 4

Supervisa la instalación mecánica del sistema fotovoltaico

Elemento 3 de 4

Supervisa la instalación eléctrica del sistema fotovoltaico

Elemento 4 de 4

Prepara la entrega del sistema // proyecto

III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia.

Referencia	Código	Título
1 de 4	E3725	Solicita la documentación técnica y de diseño mecánico-eléctrico

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Verifica el contenido de la Carpeta de Proyecto (CP):
   - Recibiendo la Carpeta de Proyecto del área administrativa correspondiente de la empresa,
   - Corroborando que contenga los documentos de acuerdo a la lista de contenido de la CP,
   - Cotejando la información de los documentos de la CP de acuerdo a la ficha de información general,
   - Cotejando la información de los documentos de la CP de acuerdo la ficha de información técnica del SFVI,
   - Realizando anotaciones en la ficha de hallazgos de la documentación técnica y de diseño, y
   - Corroborando que el manual de operación y mantenimiento corresponda al SFVI diseñado.

2. Genera la Carpeta de Proyecto sección Instalador (CP-I):
   - Utilizando la lista de contenido de la CP-I,
   - Recopilando la información de la CP, e
   - Integrando los documentos en la CP-I.

3. Genera la Carpeta de Proyecto sección Supervisor (CP-S):
   - Utilizando la lista de contenido de la CP-S,
   - Recopilando la información de la Carpeta de Proyecto,
   - Generando el plan de ejecución de obra, e
   - Integrando los documentos en la CP-S.

4. Realiza la entrega de la Carpeta de Proyecto sección Instalador (CP-I) al Instalador:
   - Proporcionando una copia de la CP-I, al instalador seleccionado,
   - Solicitando al instalador registre la información requerida en la ficha de asignación del instalador, y
   - Rubricando el supervisor y el instalador la ficha de asignación del instalador.

5. Recibe los materiales y equipo para la instalación del SFVI del área correspondiente de la empresa:
   - Cotejando los materiales contra la lista de materiales y equipo (F),
   - Cotejando la herramienta contra la lista de herramientas (G), y
   - Cotejando el EPP proporcionado por la empresa de acuerdo al listado del EPP requerido.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. La Carpeta del Proyecto sección Instalador (CP-I), integrada:
   - Está integrada de acuerdo a la lista de contenido establecido por la empresa,
   - Contiene el plano de planta (A),
   - Contiene el plano eléctrico (B),
   - Contiene el diagrama unifilar (C),
   - Contiene el diagrama de conexiones (D),
   - Contiene el formato de registro (E),
   - Contiene la lista de materiales y equipo (F),
   - Contiene el listado de herramientas (G),
   - Contiene las hojas de contenido y armado (H),
   - Contiene los manuales de instalación de los equipos principales (I), y
   - Contiene las etiquetas de identificación del SFVI.

2. La Carpeta del Proyecto sección Supervisor (CP-S), integrada:
   - Está integrada de acuerdo a la lista de contenido establecido por la empresa,
   - Contiene el plano de planta (A),
   - Contiene el plano eléctrico (B),
   - Contiene el diagrama unifilar (C),
   - Contiene el diagrama de conexiones (D),
   - Contiene el formato de registro (E),
   - Contiene la lista de materiales y equipo (F),
   - Contiene el listado de herramientas (G),
   - Contiene las hojas de contenido y armado (H),
   - Contiene los manuales de instalación de los equipos principales (I),
   - Contiene la ficha de información técnica del SFVI,
   - Contiene la ficha de asignación del instalador,
   - Contiene el estudio de clasificación de áreas peligrosas,
   - Contiene el listado del EPP requerido,
   - Contiene el plan de ejecución de obra, e
   - Incluye la firma del supervisor.

3. La Ficha de Información General elaborada:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Incluye la localización del sitio de emplazamiento // fecha de inicio, y
   - Incluye firma del Supervisor.

4. La Ficha de Información Técnica elaborada:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Incluye información técnica del SFVI, e
   - Incluye firma del Supervisor.

5. La Ficha de Hallazgos de la documentación técnica y de diseño del SFVI, elaborada:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Incluye la descripción de hallazgos de la documentación técnica y de diseño del SFVI, e
   - Incluye firma del supervisor.

6. La Ficha de Asignación del Instalador elaborada:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Contiene información de identificación del Instalador,

- Contiene acuse de recibo, e
- Incluye las firmas del supervisor e instalador.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Interpretación de planos y diagramas eléctricos para la instalación de un SFVI.	Comprensión
2. Simbología aplicable al mercado fotovoltaico.	Conocimiento
3. Conceptos de electricidad: • Potencia. • Tensión y Corriente. • Ampacidad. • Resistencia y Conductividad eléctricas • Aislamiento. • Sistema de puesta a tierra. • Diferencia entre corriente continua y alterna.	Conocimiento
4. Riesgos y precauciones en la instalación de un SFVI.	Conocimiento

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Orden	La manera en que verifica y selecciona la documentación correspondiente de la Carpeta de Proyecto sección Instalador.

GLOSARIO

1. Arreglo Fotovoltaico (AFV):	Circuito conformado por varias ramas de módulos fotovoltaicos conectadas en paralelo.
2. Carpeta de Proyecto (CP):	Conjunto de documentos que conforman el diseño del SFVI.
3. Carpeta de Proyecto sección Instalador (CP-I):	Conjunto de documentos que requiere el Instalador para la instalación de un SFVI.
4. Carpeta de Proyecto sección Supervisor (CP-S):	Conjunto de documentos que requiere el Supervisor, para supervisar la correcta instalación de un SFVI.
5. Corriente Alterna (c.a.):	Tipo de corriente eléctrica que se caracteriza porque la magnitud y la dirección presentan una variación de tipo cíclico.
6. Corriente continua (c.c.):	Flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo.

7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Multímetro:	Instrumento que sirve para medir magnitudes eléctricas tales como tensión (voltímetro), corriente (amperímetro) y resistencia (ohm-metro).
11. Optimizador:	Convertidor electrónico de potencia del tipo c.c. / c.c. 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.
12. 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).
13. 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.
14. Requisita:	Proceso de Revisar, Registrar y Solicitar información, para el seguimiento de la instalación del SFVI.
15. Sistema Fotovoltaico Interconectado con la Red (SFVI):	Sistema fotovoltaico de generación eléctrica en el que la energía en corriente directa del GFV es convertida en energía en corriente alterna (c.a.), a la tensión y frecuencia de la red eléctrica y sincronizada con ella. Al conectarse en paralelo con la red, el SFV contribuye al suministro de la energía demandada a la red. Si existe una carga local en el inmueble, ésta debe ser alimentada por cualquiera de las dos fuentes o por ambas simultáneamente, dependiendo de los valores instantáneos de la carga y de la potencia de salida del SFV. Cualquier superávit de potencia del SFVI es inyectado a la red eléctrica y cualquier déficit es demandado de ésta.

Referencia	Código	Título
2 de 4	E3726	Supervisa la instalación mecánica del sistema fotovoltaico

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Valida el sitio de instalación del SFVI:
   - Solicitando a los instaladores lo acompañen al área de instalación,
   - Revisando físicamente que el sitio cumple con las especificaciones del plano de planta (A),
   - Marcando en el plano de planta (A) la zona para el almacenamiento de materiales, herramienta, y equipo a utilizar en la instalación del SFVI,
   - Corroborando la existencia de un botiquín de primeros auxilios, y
   - Corroborando la existencia de un extintor para fuego tipo “C” vigente.

2. Verifica en compañía del (los) Instalador(es) detalles de la zona de instalación:
   - Corroborando que la zona de instalación esté libre de obstáculos generadores de sombras,
   - Corroborando que la zona de instalación esté libre de posibles riesgos,
   - Informando al instalador de los riesgos del sitio de trabajo antes de que inicie sus actividades,
   - Verificando que el instalador utilice el EPP para instalaciones mecánicas, de acuerdo con el Listado del EPP,
   - Supervisando que el instalador corrobore que el contenido de lista de materiales y equipo (F) corresponde a las características del lugar, tipología del emplazamiento, sistemas y equipos,
   - Supervisando que el instalador corrobore que el contenido de lista de herramientas (G) corresponde a las características del lugar, tipología del emplazamiento, sistemas y equipos,
   - Supervisando que el instalador identifique los elementos del centro de carga donde se conectará el SFVI, y
   - Supervisando que el instalador corrobore la tensión de la red entre fases y de fases a neutro.

3. Instruye de forma verbal al Instalador el inicio de la instalación mecánica:
   - Dando instrucciones de logística, de acuerdo con el plan de ejecución de obra, e
   - Informando sobre los aspectos de seguridad y prevención de riesgos laborales.

4. Supervisa la instalación de los componentes mecánicos:
   - Supervisando que el instalador utiliza la herramienta, para el tipo de instalación de acuerdo a lo descrito en lista de herramientas (G),
   - Corroborando que los elementos montados en la superficie de montaje e instalación del AFV sean instalados de acuerdo con el método de fijación y el sistema constructivo especificados en las hojas de contenido y armado (H),
   - Corroborando que los soportes y estructuras sean anclados con el torque especificado en las hojas de contenido y armado (H),
   - Revisando visualmente que la superficie de instalación del AFV no sufrió daños tales como fracturas, deformaciones/signos de filtración,
   - Supervisando que las penetraciones realizadas al sistema constructivo de la superficie de montaje e instalación del AFV tiene protección contra estancamiento/filtración de agua,
   - Corroborando visualmente el reforzamiento en sistemas constructivos ligeros de la superficie de montaje e instalación del AFV (estructurales con cubierta de lámina) de acuerdo con las hojas de contenido y armado (H),
   - Corroborando que el montaje de la estructura sobre tejados/cobertizos con láminas este sujeto a las vigas/estructura del techo,
   - Verifica que la lámina engargolada permita el montaje de la estructura,

- Corroborando que los AFV montados en suelo, se encuentren a la altura y orientación especificada en las hojas de contenido y armado (H)/plano de detalle de montaje de estructuras,
- Corroborando visualmente que los largueros que soportan a los módulos no presenten flexiones atípicas,
- Corroborando la distribución del AFV de acuerdo con el plano de planta (A), y
- Corroborando que exista un espacio entre pasillos especificado en el estudio técnico para labores de mantenimiento.

5. Valida la integridad de la estructura y marcos de módulos:
   - Corroborando que no presenten signos de corrosión visibles, y
   - Corroborando que las celdas de los módulos no presentan daños físicos.

6. Supervisa el ensamble de la estructura y módulos:
   - Corroborando que la estructura sea ensamblada conforme a las hojas de contenido y armado (H),
   - Corroborando que el manejo de los módulos se ejecute de acuerdo al manual de instalación del fabricante,
   - Corroborando que los módulos permanezcan firmemente instalados, y
   - Corroborando que el instalador utilice el torquímetro de acuerdo con las hojas de contenido y armado (H).

7. Revisa las holguras para dilataciones térmicas:
   - Corroborando la holgura mínima entre módulos de acuerdo con las especificaciones del manual de instalación de módulos, y
   - Corroborando que la holgura mínima en el montaje de la estructura corresponda con lo establecido en las hojas de contenido y armado (H).

8. Verifica las tolerancias de montaje del AFV:
   - Corroborando que el valor medido del ángulo de orientación/acimut del AFV tiene una tolerancia máxima con respecto al valor especificado en el plano de planta (A),
   - Corroborando que el valor medido del ángulo de inclinación del AFV tiene una tolerancia máxima con respecto al valor especificado en las hojas de contenido y armado (H), y
   - Corroborando que el valor medido de altura para ventilación del AFV tiene una tolerancia con respecto al valor especificado en las hojas de contenido y armado (H).

9. Supervisa el balance del sistema:
   - Corroborando que los equipos y accesorios sean instalados de acuerdo a la configuración del plano eléctrico (B)/especificaciones del fabricante,
   - Verificando que los equipos y accesorios estén localizados de acuerdo con el plano de planta (A),
   - Corroborando que los elementos de fijación de equipos y canalizaciones estén firmemente instalados,
   - Tomando fotografías del proceso de la instalación mecánica, y
   - Realizando anotaciones en la ficha de hallazgos.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El reporte de supervisión de instalación mecánica elaborado:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Contiene la descripción general de la supervisión de la instalación mecánica,
   - Contiene la memoria fotográfica, en forma digital/impresa, e
   - Incluye firma del supervisor.

2. La ficha de hallazgos durante la instalación mecánica elaborada:
   - Se encuentra en el al formato establecido por la empresa,
   - Contiene la descripción de hallazgos de la instalación mecánica, e
   - Incluye la firma del supervisor.

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

RESPUESTAS ANTE SITUACIONES EMERGENTES

Situación emergente

1. Algún miembro del equipo de instalación sufre un golpe de calor.

Respuestas esperadas

1. Suspende la instalación; traslada a la persona a un área sombreada y fresca; brinda los primeros auxilios, siguiendo los lineamientos de la Guía de actuación ante emergencias.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Envolventes (grados de protección).	Conocimiento
2. Artículo 690 de la NOM-001-2012.	Conocimiento
3. Tipos de estructuras y métodos de fijación a la superficie.	Conocimiento
4. Medición de ángulos con instrumentos (libre).	Conocimiento
5. Elementos de fijación de los módulos a su base.	Conocimiento
6. Diferencia entre sur geográfico y sur magnético.	Conocimiento
7. Par galvánico y elementos de prevención.	Conocimiento
8. Especificación de CFE G0100-04-Vigente.	Conocimiento

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; durante todo el proceso de instalación del SFVI.

GLOSARIO

1. Arreglo fotovoltaico (AFV):	Conjunto de MFV interconectados en arreglos eléctricos serie-paralelo, cuyo voltaje y corrientes en c.c. 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.
2. Equipo de protección personal (EPP):	Está integrado por todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.
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 c.a. sincronizada con la red eléctrica. También referenciado como sistema de acondicionamiento de potencia.
5. Plan de ejecución de Obra:	Actividades cronológicas a desarrollar para la instalación de un SFVI.
6. Sistema constructivo:	Es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular, (losa, tejado, panel sándwich, multipanel, lámina engargolada, terraplén, piso, etc.).

Referencia	**Código**	**Título**
3 de 4	E3727	Supervisa la instalación eléctrica del sistema fotovoltaico

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Verifica las condiciones de seguridad del sistema eléctrico:
   - Identificando visualmente las posibles zonas de riesgo eléctrico dentro del sitio de instalación,
   - Informando al instalador de los riesgos del sitio de trabajo antes de iniciar actividades,

- Verificando que el instalador utilice el EPP para instalaciones eléctricas, de acuerdo a lo establecido en el listado de EPP,
- Corroborando la existencia de un diagrama unifilar (C)/bifilar/trifilar, visible en el sitio de instalación para SFVI mayores a 100 kW,
- Supervisando que en instalaciones donde se despachen, almacenen y transporten materiales combustibles, los equipos instalados cumplan con lo especificado en el Estudio de Clasificación de Áreas Peligrosas,
- Corroborando que las tuberías eléctricas se encuentran a más de 30 cm de distancia de las tuberías de algún tipo de combustible inflamable sin continuidad eléctrica entre ellas,
- Supervisando que los módulos, interruptores y conductores sin canalización se encuentran distanciados de las válvulas de relevo de presión de depósitos de gas LP de acuerdo con la normativa aplicable, y
- Revisando que la instalación del AFV, así como los circuitos eléctricos / canalizaciones de conductores e inversores no estén cerca de fuentes de calor que dañe el aislamiento de cables y módulos.

2. Supervisa la instalación de los componentes del sistema eléctrico:
   - Verificando visualmente que las protecciones, accesorios y medios de desconexión correspondan al diagrama unifilar (C) en tipo, marca, modelo y aplicación,
   - Corroborando que las protecciones, accesorios y medios de desconexión sean instalados de acuerdo con el plano eléctrico (B), y
   - Corroborando que las envolventes/gabinetes/sellos de los componentes del SFVI instalados se encuentran con el mismo grado de protección de diseño, sin daños y acordes al sitio de la instalación.

3. Supervisa los requisitos para los circuitos:
   - Corroborando que existen las protecciones de sobrecorriente en los circuitos de la fuente fotovoltaica,
   - Corroborando que los conductores de c.c. corresponden a lo especificado en el plano eléctrico (B),
   - Revisando que los dispositivos de protección se encuentran instalados en los circuitos del SFVI de acuerdo con lo especificado en el diagrama de conexiones (D),
   - Corroborando visualmente que la capacidad del centro de carga corresponde con lo especificado en el Plano Eléctrico (B) // Diagrama Unifilar (C),
   - Revisando que la canalización eléctrica y la envolvente del equipo preservan la estanqueidad del mismo,
   - Verificando que el cableado de comunicación en inversores está separado del cableado c.a./c.c.,
   - Revisando, que el inversor cuente con el número de seguidores del PMP (MPPT por sus siglas en inglés) que especifica el diagrama de conexiones (D), y
   - Corroborando que existen las protecciones de sobretensión con lo especificado en el diagrama unifilar (C)/diagrama de conexiones (D).

4. Verifica los medios de desconexión:
   - Revisando que existe un medio de desconexión en el punto de interconexión en el lado de c.a.,
   - Corroborando que los medios de desconexión están catalogados para c.c. y c.a. de acuerdo con lo especificado en el plano eléctrico (B),

- Revisando que los medios de desconexión se encuentran instalados de acuerdo con lo especificado en el diagrama de conexiones (D), y
- Revisando visualmente que los valores de tensión y corriente nominales de los medios de desconexión corresponden con las características eléctricas de la instalación.

5. Supervisa los métodos de alambrado:
   - Corroborando que los conductores conectados a los dispositivos de protección y medios de desconexión se encuentran instalados de acuerdo con lo indicado por el fabricante,
   - Corroborando que los empalmes/conexiones con metales diferentes utilicen conectores para minimizar el par galvánico,
   - Revisando que los conectores de los MFV y EAP, se encuentran unidos de forma que no puedan desconectarse accidentalmente,
   - Verificando que, en los circuitos de la fuente y circuitos fotovoltaicos de salida, no se realicen empalmes manuales,
   - Verificando que los conductores se aseguren con grapas, cinchos/equipo de sujeción similar en intervalos que no permitan catenarias mayores a 0.10 m con respecto a la estructura de montaje, sin presentar daños visibles,
   - Verificando que las canalizaciones y sus trayectorias correspondan con lo especificado en el plano de planta (A),
   - Corroborando que las canalizaciones se encuentren ensambladas y firmemente sujetadas de acuerdo a lo especificado por el fabricante, libres de daños/deformaciones,
   - Revisando que los conductores de c.a. no comparten la misma canalización que los conductores de c.c. y otros sistemas,
   - Corroborando que los conductores con trayectorias expuestas directamente al sol, están canalizados en una tubería conduit metálica de pared gruesa y por ningún motivo ésta descansa directamente sobre la superficie donde está instalada,
   - Revisando que los conductores de c.c. instalados dentro del edificio estén canalizados dentro de tubería conduit metálica hasta el primer medio de desconexión accesible, y
   - Corroborando que el alambrado se encuentra sin daños, ordenado e identificado de acuerdo al código de colores establecido en la NOM-001-SEDE-2012.

6. Supervisa la puesta a tierra del SFVI:
   - Corroborando que el instalador conecta a tierra los módulos de acuerdo a lo escrito en su manual de usuario sin afectar la garantía del fabricante,
   - Corroborando que todos los componentes metálicos que normalmente no conducen corriente eléctrica están firmemente conectados a tierra,
   - Revisando que la estructura esté conectada al sistema de puesta a tierra,
   - Revisando que los elementos del sistema de puesta a tierra se encuentran sin daños ni deformaciones,
   - Corroborando que el calibre del conductor de puesta a tierra del equipo corresponde con la especificación del plano eléctrico (B),
   - Revisando que el conductor de puesta a tierra de equipo dentro de una tubería metálica, es aislado de acuerdo con el código de colores establecido en la NOM-001-SEDE-2012,
   - Corroborando que el conductor del electrodo de puesta a tierra corresponde con las especificaciones del plano eléctrico (B), y
   - Revisando que el electrodo(s) auxiliar(es) para puesta a tierra del AFV corresponde con las especificaciones del Art. 690-47 de la NOM-001-SEDE-2012.

7. Revisa el marcado/etiquetado del SFVI:

- Verificando que los conductores y canalizaciones están marcados y etiquetados como c.c. (polaridad) o c.a. (fases, neutro y tierra), en entradas y salidas de gabinetes y equipos,
- Verificando que el tablero principal de servicio de c.a., tenga la etiqueta “MEDIO DE DESCONEXIÓN PRINCIPAL DEL SFVI”,
- Verificando que los medios de desconexión de c.c. designados para apertura sin carga, tenga la etiqueta “NO DESCONECTAR CON CARGA”,
- Verificando que todos los medios de desconexión cuenten con la etiqueta “MEDIO DE DESCONEXIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO”,
- Corroborando que el EAP cuente con la etiqueta “RIESGO POR DESCARGA ELÉCTRICA”,
- Revisando que en el EAP y medios de desconexión de c.c. de los SFVI flotados, cuente con la etiqueta “SISTEMAS FLOTADOS O NO PUESTOS A TIERRA”,
- Tomando fotografías de la supervisión de la instalación eléctrica, y
- Realizando anotaciones en la ficha de hallazgos.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El reporte de la supervisión de la instalación eléctrica elaborado:
   - Esta elaborado de acuerdo al formato establecido por la empresa,
   - Contiene la descripción general de la supervisión de la instalación eléctrica,
   - Contiene la memoria fotográfica, e
   - Incluye firma del supervisor.

2. La ficha de hallazgos durante la instalación eléctrica elaborada:
   - Contiene la descripción de hallazgos de la instalación eléctrica, e
   - Incluye la firma del supervisor.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Tipos de empalme de conductores.	Conocimiento
2. Funcionamiento de un SFVI.	Conocimiento
3. Descripción de un sistema con microinversores y uno de inversor e inversor con optimizadores.	Conocimiento
4. Identificación de conductores de c.a.: fase, tierra y neutro.	Conocimiento
5. Características de los conductores: • Calibre. • Aislamiento. • Aplicaciones.	Conocimiento
6. Protecciones eléctricas: sobrecorriente y sobretensión. Así como la identificación de parámetros de operación e instalación.	Conocimiento

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Responsabilidad: La manera en que se actúa al momento de supervisar la instalación eléctrica del SFVI, manteniendo una posición sin sesgos ni intereses personales o corporativos.

GLOSARIO

1. Dispositivos de protección: Dispositivos en el SFVI que proveen una protección eléctrica. Estos pueden ser diodos, fusibles, interruptores termomagnéticos, supresores de picos, varistores, etc.
2. Formato de Registro: Formato contenido en la CP que permite concentrar las evidencias solicitadas en la ejecución de los desempeños.
3. Grado de protección: Clasificación norteamericana o internacional, que indica los rangos de protección contra el acceso de polvo o lluvia.
4. 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.
5. Punto de Máxima (PMP): Potencia el punto en el que los paneles solares empleados para la carga producen la mayor cantidad de energía eléctrica.
6. Standard Test Conditions (STC): Condiciones estándar de prueba. Temperatura de la celda 25°C, irradiancia de 1000 W/m^2 y una masa de aire de 1.5 (AM1.5).
7. Zonas de riesgo eléctrico: Es aquella con potencial de generar daño suficiente para producir electrocución y quemaduras.

Referencia	Código	Título
4 de 4	E3728	Prepara la entrega del sistema // proyecto

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Verifica los elementos del SFVI instalado:
   - Corroborando que la instalación del SFVI corresponda a lo establecido en el plano de planta (A),
   - Corroborando que la instalación del SFVI corresponda a lo establecido en el plano eléctrico (B),
   - Corroborando que la instalación del SFVI corresponda a lo establecido en el diagrama unifilar (C),
   - Corroborando que las fichas técnicas corresponden a la lista de materiales y equipo (F) utilizado en la instalación del SFVI,

- Corroborando que el montaje de estructuras y subestructuras corresponde con lo indicado en las hojas de contenido y armado (H),
- Registrando en la ficha de hallazgos los cambios identificados durante la instalación del SFVI, y
- Solicitando al área correspondiente de la empresa la actualización de información.

2. Supervisa la puesta en marcha del sistema:
   - Verificando que el instalador utiliza el EPP para la puesta en marcha de acuerdo a lo establecido en el Listado de EPP,
   - Indicando verbalmente al instalador cuando realizar la puesta en marcha,
   - Corroborando que el instalador revise que todas las partes metálicas no portadoras de corriente estén sólidamente puestas a tierra,
   - Verificando que el Instalador cierre las protecciones de sobrecorriente y los medios de desconexión en la secuencia establecida en los manuales de operación del EAP,
   - Corroborando en el indicador/led/display el estado operativo del EAP,
   - Revisando en el indicador/led/display/sistema de monitoreo, que el EAP esté libre de fallas a tierra que impidan la operación en modo normal,
   - Corroborando que el tiempo de sincronización del EAP con la red sea el indicado en el manual del fabricante/normativa correspondiente,
   - Corroborando que el instalador verifique con un amperímetro de gancho que cada fase se encuentre generando corriente a la salida del SFVI,
   - Verificando que el instalador registre los parámetros eléctricos del sistema en operación en el formato de registro (E),
   - Supervisando que el instalador realice la prueba anti isla mediante la desconexión de c.a. para interrumpir el suministro a la salida del EAP,
   - Supervisando que el Instalador verifique que no exista tensión a la salida del EAP y no fluya corriente por ningún conductor de salida del mismo,
   - Supervisando que el Instalador cierre nuevamente las protecciones de sobrecorriente/los medios de desconexión en la secuencia establecida en los manuales de operación del EAP, para dejar en operación el SFVI,
   - Registrando en la Ficha de hallazgos las anomalías observadas, y
   - Tomando fotografías de la puesta en marcha del SFVI.

3. Entrega verbalmente el SFVI al cliente:
   - Explicando los parámetros de generación del SFVI,
   - Explicando las actividades básicas de operación del SFVI,
   - Explicando las actividades básicas de mantenimiento del SFVI, y
   - Contestando al cliente cualquier duda sobre la operación del SFVI.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El SFVI operando:
   - Se encuentra generando energía eléctrica,
   - Entrega todos los módulos sin daños, y
   - Entrega el área de trabajo limpia y ordenada.

2. El reporte de supervisión de puesta en marcha del SFVI elaborado:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,

- Contiene la descripción general de la puesta en marcha,
- Incluye la memoria fotográfica, e
- Incluye la firma del supervisor.

3. La ficha de hallazgos durante la puesta en marcha del SFVI elaborada:
   - Se encuentra en el formato establecido por la empresa,
   - Contiene la descripción de hallazgos de la puesta en marcha, e
   - Incluye la firma del supervisor.

4. La Carpeta de Proyecto sección Supervisor (CP-S) integrada:
   - Se encuentra de acuerdo con la lista de contenido de la CP-I
   - Incluye la información generada durante el proceso de supervisión del SFVI, de acuerdo con la lista de contenido de la CP-S,
   - Contiene el formato de registro (E) con las mediciones del sistema funcionando/el tiempo de sincronización, e
   - Incluye la ficha de hallazgos de la puesta en marcha.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Concepto anti-isla.	Comprensión
2. Señalizaciones y tipos de mensajes de error en los inversores y sus causas.	Conocimiento
3. Puesta en marcha y servicio (arranque).	Conocimiento

GLOSARIO

1. Protección anti-isla:	Es una protección inherente al inversor que o aísla, desconectándose de la red, cuando esta presenta disturbios o fallas de tensión o frecuencia.
2. Tiempo de sincronización:	Tiempo que tarda el inversor/microinversor en sincronizarse y conectarse con la red eléctrica.