

MF0837_2
MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS

The logo for Hispanamérica Editorial features a stylized letter 'H' inside a circle, followed by the word 'Hispanamérica' in a serif font and 'EDITORIAL' in a smaller, sans-serif font below it.

MF0837_2 Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas

© Desarrollos didácticos S.A de C.V.

© HISPAMERICA BOOKS, S.L. (2022)

Telef. (00 34) 91 028 28 51

Madrid, España

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, grabación o cualquier otro medio sea cual fuere sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículo 270 y siguientes del Código Penal).

ISBN 978-84-17958-54-1

Impreso en Madrid (España) – Printed in Madrid (Spain)

**ENAE0108 MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS (420 h)**

(RD 1114/2007, de 24 de agosto de 2007)

MF0835_2: Replanteo de instalaciones solares fotovoltaicas (150 h.)

UF0149: Electrotécnica (90 h.)

UF0150: Replanteo y funcionamiento de las instalaciones
solares fotovoltaicas (60 h.)

MF0836_2: Montaje de instalaciones solares fotovoltaicas (210 h.)

UF0151: Prevención de riesgos profesionales y seguridad
en el montaje de instalaciones solares (30 h.)

UF0152: Montaje mecánico en instalaciones solares
fotovoltaicas (90 h.)

UF0153: Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones
solares fotovoltaicas (90 h.)

**MF0837_2: Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas
(60 h.)**

MP0032: Módulo de prácticas profesionales no laborales de Montaje y
mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. (120 h.)

MF0837_2
MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS

ÍNDICE

MF0837_2 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTVOLTAICAS

1. Prevención de riesgos profesionales y seguridad en el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.....	15
1.1 Planes de seguridad en el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.....	18
1.2 Prevención de riesgos profesionales en el ámbito del mantenimiento de instalaciones térmicas.....	19
1.2.1 Riesgo eléctrico	
1.2.2 Riesgos químicos	
1.2.3 Riesgos mecánicos	
1.2.4 Manejo de herramientas	
1.2.5 Transporte y desplazamiento de cargas	
1.2.6 Manipulación e izado de cargas	
1.2.7 Trabajos en altura	
1.3 Medios y equipos de seguridad.....	35
1.3.1 Tipos de EPs	
1.4 Prevención y protección medioambiental.....	38
1.5 Emergencias.....	43
1.5.1 Evacuación	
1.5.2 Primeros auxilios	
1.6 Señalización de seguridad Norma UNE EN ISO 7010.....	52
1.7 Normativa de aplicación.....	68

2. Mantenimiento preventivo de instalaciones solares fotovoltaicas.....	73
2.1 Métodos y técnicas usadas en la localización de averías en instalaciones aisladas y conectadas a red.....	76
2.2 Procedimientos y operaciones para la toma de medidas.....	77
2.3 Comprobación y ajuste de los parámetros a los valores de consigna (radiaciones, temperaturas, parámetros de magnitudes eléctricas, etc).....	93
2.4 Programas de mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.....	96
2.4.1 Manuales	
2.4.2 Proyectos	
2.5 Averías críticas más comunes.....	100
2.5.1 Causas y soluciones	
2.6 Normativa de aplicación en el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.....	110
2.6.1 Normativa REBT	
2.6.2 IDAE. Pliego de condiciones técnicas en instalaciones FV	
2.6.3 Código Técnico de la Edificación: CTE - HE 5 - 4. Mantenimiento	
2.6.4 Otras normativas	
2.7 Programa de mantenimiento preventivo.....	115
2.7.1 Realización de planes preventivos	
2.8 Programa de gestión energética.....	139
2.8.1 Seguimiento de producciones y consumos	
2.9 Evaluación de rendimientos.....	141
2.10 Operaciones mecánicas en el mantenimiento de instalaciones.....	144
2.11 Operaciones eléctricas de mantenimiento de circuitos eléctricos.....	145
2.12 Equipamientos y herramientas usuales.....	146
2.13 Procedimientos de limpieza de captadores, acumuladores y demás elementos de las instalaciones.....	154
2.13.1 Limpieza de paneles fotovoltaicos	
2.13.2 Limpieza de los acumuladores	

3. Mantenimiento correctivo de instalaciones solares fotovoltaicas.....	161
3.1 Diagnóstico de averías.....	163
3.1.1 Revisar el estado de las instalaciones	
3.1.2 Advertir un mal funcionamiento del sistema	
3.1.3 Localizar y situar concretamente el fallo	
3.1.4 Establecer la gravedad del fallo	
3.1.5 Hacer un análisis de las posibles fuentes del fallo	
3.1.6 Reparación	
3.1.7 Revisión	
3.2 Métodos y técnicas usadas en la localización de averías en instalaciones aisladas y conectadas a red.....	170
3.3 Métodos para la reparación de los distintos componentes de las instalaciones.....	175
3.3.1 Reparación o sustitución del elemento averiado	
3.3.2 Proceso de reparación	
3.3.3 Repuestos	
3.4 Desmontaje y reparación o reposición de elementos mecánicos eléctricos y electrónicos.....	182
3.4.1 Reparación de averías en paneles fotovoltaicos	
3.4.2 Fallo en el cableado	
3.4.3 Averías en los equipos electrónicos de la instalación	
3.4.4 Fallos de baterías (instalaciones aisladas)	
4. Calidad en el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.....	197
4.1 Calidad en el mantenimiento.....	200
4.1.1 Pliegos de prescripciones técnicas y control de la calidad	
4.2 Herramientas de calidad aplicadas a la mejora de las operaciones de mantenimiento.....	202
4.3 Documentación técnica de la calidad.....	211
4.4 Informes y partes de control.....	211
4.5 Manual de mantenimiento.....	212

1 **Prevención de riesgos profesionales y seguridad en el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas**

MF0837_2 Mantenimiento
de instalaciones solares fotovoltaicas

 **Hispanérica**
BOOKS

1. Prevención de riesgos profesionales y seguridad en el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas

Contenido

Los objetivos a alcanzar en esta primera unidad didáctica de este módulo formativo son:

- Definir los planes de seguridad en el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Determinar la prevención de riesgos profesionales en el ámbito del mantenimiento de ISF.
- Organizar los medios y equipos de trabajo.
- Explicar la prevención y protección individual.
- Indicar las medidas de emergencia.
- Aprender las señalizaciones de seguridad.
- Normativa.

La primera unidad didáctica pretende que el operario aprenda a identificar los posibles riesgos a los que está expuesto durante el mantenimiento de las instalaciones solares fotovoltaicas, a poner los medios oportunos de protección y, en caso de ser necesario, realizar las actuaciones pertinentes ante el peligro.

1.1 Planes de seguridad en el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas

Antes de la puesta en funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas, estas deben ser fruto de un estudio de seguridad e higiene que desemboque en la elaboración de un plan específico de seguridad, un proyecto de seguridad.

Estos planes de seguridad han de ser elaborados por una empresa o técnico especializado en prevención y seguridad, acreditado para tal función. Acentuamos que el plan debe ser específico para cada instalación, ya que debe tener en cuenta las características particulares de cada una, como pueden ser:

- Localización y emplazamiento.
- Las dimensiones de la planta y las condiciones constructivas.
- Accesos y vías de circulación.
- Si es de conexión a red o aislada.
- Potencias y tensiones de trabajo.
- Los componentes empleados, como por ejemplo baterías, ácidos, etc.
- Otras características particulares de la instalación.

Una vez se tengan claras las características de la instalación, se pasará a la elaboración del plan, el cual abordará dos aspectos principales o generales:

Cómo actuar para evitar situaciones de riesgo: en el caso de la prevención

- Conocer todos los tipos de riesgo a los que se está expuesto.
- Conocer los medios y equipos de protección personal.
- Conocer la simbología y la señalización de las diferentes áreas de trabajo.

Cómo actuar ante situaciones de riesgo: en el caso de actuaciones de emergencia

- Evacuación en casos de emergencia.
- Primeros auxilios a heridos.
- Actuaciones contra incendios.

1.2 Prevención de riesgos profesionales en el ámbito del mantenimiento de instalaciones térmicas

Se describen ahora los diferentes tipos de riesgos profesionales a los que estarán expuestos los trabajadores durante el mantenimiento, haciendo un análisis de los mismos para, en base a estos, establecer las medidas preventivas y/o correctoras.

1.2.1 Riesgo eléctrico

Siempre que se manipula o trabaja en una instalación eléctrica existe un riesgo de accidente eléctrico. En el caso de instalaciones fotovoltaicas se suma además que los paneles generadores con los que se va a trabajar son fuentes de energía eléctrica por si solos, por lo que los operarios deberán de estar más pendientes a los riesgos.

Importante

En el proceso de sustitución o reparación de los paneles se deberá prestar mucha atención a las posibles descargas que podamos sufrir ya que, a pesar de que el campo esté desconectado, el agrupamiento de paneles en serie va aumentando la diferencia de potencial entre los extremos de los terminales, siempre y cuando incida el sol sobre ellos.

La peligrosidad se puede considerar intermedia-alta, ya que a pesar de que su frecuencia no es alta los posibles daños pueden ser muy graves.

Al trabajar con elementos con tensión ya existe un riesgo eléctrico permanente. En la instalación fotovoltaica será necesario realizar actividades de mantenimiento sobre elementos eléctricos como los paneles fotovoltaicos, los inversores y reguladores, baterías, líneas eléctricas, y otros aparatos o herramientas eléctricas.



La falta de aislamiento en líneas eléctricas, defectos en los sistemas de protección de cables y equipos eléctricos o una puesta a tierra defectuosa son otros de los motivos que suelen provocar accidentes eléctricos, ya sea por contactos directos o indirectos.

Tipo de contacto	Características	Protecciones
Contactos directos	Aquellos en los que la persona entra en contacto directamente con partes activas de la instalación como cables, terminales y conexiones, baterías, enchufes, etc.	Protección de las partes activa, uso de barreras y envolventes que dificulten su acceso, utilizar interruptores magnetotérmicos.
Contactos indirectos	Aquellos en los que la persona entra en contacto con elementos que no forman parte de los circuitos eléctricos pero que por algún mal funcionamiento pueden tener tensión, como por ejemplo las partes metálicas de las estructuras.	Puesta a tierra de los elementos metálicos, uso de interruptores diferenciales.

Posibles consecuencias:

- Quemaduras por choque o arco eléctrico.
- Fallecimientos por electrocución.
- Caídas o golpes posteriores como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

La forma de proceder previamente a la reparación o sustitución de cualquier equipo será:

- Desconexión total de las fuentes de tensión.
- Prevenir una posible reconexión accidental.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Puesta a tierra.

Otras medidas preventivas serán:

- Se debe mantener en perfectas condiciones y asegurar el estado de funcionamiento y realizar revisiones periódicas de todos los elementos de protección eléctrica, como magnetotermicos, diferenciales y puesta a tierra.
- Para la protección de la batería frente a cortocircuitos se hará mediante un fusible, un magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.
- Nunca se manipularán elementos eléctricos sin los EPIs necesarios.
- Los trabajos eléctricos solo podrán ser realizados por personal debidamente capacitado y autorizado, haciendo uso de los elementos de protección precisos.

- En todos los casos se deberá colocar de forma visible y clara en torno a la zona de peligro señales visuales de advertencia, como carteles, vallas o conos.
- Siempre que se vea un cable o instalación eléctrica deberemos de suponer que está conectado y en tensión, debiendo realizar las tareas de comprobación oportunas.
- Siempre que se manipulen elementos eléctricos se hará con las manos secas y nunca en ambientes húmedos o mojados.
- Si se produce un calentamiento anormal en alguno de los equipos, como cables, cuadros eléctricos, inversores, motores, etc., será necesario su inmediata desconexión y notificar su anómalo estado de funcionamiento para poder ser revisado lo antes posible y evitar así problemas mayores.

1.2.2 Riesgos químicos

En las baterías hay que tener en cuenta dos componentes peligrosos.

- Por un lado el electrolito ácido, que es altamente corrosivo y produce el riesgo de quemaduras cutáneas y en los ojos.
- Por otro lado el plomo, de alta toxicidad ya que puede penetrar en el organismo humano por ingestión o inhalación y se acumula en la estructura ósea.



Riesgo biológico



Riesgo de corrosión



Riesgo P. Químico

Aclaración

La peligrosidad de estar en contacto con baterías de plomo-ácido (por lo general) se puede considerar intermedia.

Pueden provocar situaciones de riesgo:

- Manipular baterías y vasos que contienen ácido (electrolito) en su interior.
- Durante el proceso de relleno del nivel de electrolito se pueden proyectar salpicaduras de ácido.
- La emanación de gases al evaporarse el electrolito de las baterías, se puede acumular en el local y resultar peligroso, tanto para la salud por inhalación o contacto con ojos, como por riesgo de ignición y explosión.

Por una mala manipulación de las baterías se pueden producir salpicaduras o derrames de ácido, el cual en caso de entrar en contacto con la piel puede producir irritación y quemaduras.

Que estos derrames alcancen accidentalmente otros órganos como ojos o boca.

Inhalación de vapores tóxicos por la acumulación de estos en el interior del local donde se sitúan las baterías.

Medidas preventivas:

- Utilizar los EPIs adecuados y recomendados según el agente químico a manipular: guantes, gafas, pantalla protectora, mascarilla, etc.
- Ventilar el local donde están situadas las baterías para evitar la acumulación de gases tóxicos. Para ello asegurar la limpieza de los sistemas de extracción o renovación de aire, como ventanas, rejillas o conductos de ventilación.
- Adoptar medidas higiénicas como: no comer, beber ni fumar en el puesto de trabajo. Lavarse las manos antes de comer y tras la jornada de trabajo. Utilización de la ropa de trabajo adecuada.

- Adoptar medidas higiénicas de orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- Disponer de zona de lavado en caso de contacto con el ácido de la batería en piel, ojos o ropa. En caso de contacto con los ojos lavar inmediatamente con abundante agua fría durante al menos 15 minutos y buscar atención médica.



- Una batería puede producir una corriente de cortocircuito lo suficientemente alta como para soldar un anillo a un terminal de la batería, produciendo quemaduras graves, por lo tanto estará prohibido llevar enseres personales como sortijas, pulseras, relojes, etc.

1.2.3 Riesgos mecánicos

En alguna de las tareas del mantenimiento también estarán presentes los riesgos mecánicos, vinculados al empleo de cierto tipo de maquinarias y a la situación en la que se encuentre el trabajador, pudiéndose dar atrapamientos, enganches, etc.



Aclaración

La peligrosidad de estas tareas se puede considerar moderada, ya que a pesar de que su frecuencia no es alta las posibles daños pueden ser graves.

Hechos que pueden provocar situaciones de riesgo:

- Empleo o cercanía a elementos móviles como rodillos, engranajes, poleas, etc.
- Empleo de elementos de trabajo como herramientas, matrices, etc.

- Empleo de elementos de elevación como grúas, puentes grúa, etc.
- Uso o manipulación de vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos. Este tipo de situación se puede producir en la descarga y traslado de materiales. Los paneles fotovoltaicos y las estructuras metálicas son elementos que por su volumen son de difícil manejo, y requieren para su descarga la utilización de elementos mecánicos o dispositivos de elevación.

Las consecuencias de este tipo de riesgo pueden ser pellizcos, cortes, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, quemaduras, aplastamientos, atrapamientos, etc.

Medidas preventivas/correctoras:

- Señalizar y respetar las zonas señaladas como peligrosas por la acción de máquinas con partes móviles.
- Colocar resguardos y dispositivos de protección que impidan el contacto físico directo con las maquinarias o incluso el acercamiento a las zonas peligrosas. Estos dispositivos de seguridad no deberían ser retirados bajo ningún concepto, salvo en operaciones de reparación y mantenimiento con la máquina desconectada.
- No llevar prendas que puedan dar lugar a atrapamientos o enganches con las partes móviles de las máquinas, como pueden ser: corbatas, bufandas, pañuelos, colgantes, pulseras, anillos, etc.
- Llevar el pelo corto o recogido para, al igual que el caso anterior prevenir enganches.
- Ante cualquier tipo de anomalía, problema o emergencia, avisar al responsable en materia de seguridad y salud del área de trabajo o al responsable superior.

1.2.4 Manejo de herramientas

Para la realización de las tareas de mantenimiento se hace necesario emplear una gran variedad de herramientas, tanto manuales como eléctricas:

- Manuales: funcionan sin motor y cuyo funcionamiento está basado principalmente en el accionamiento humano, por lo tanto, los principales riesgos radican en el uso incorrecto, selección inadecuada al tipo de tarea que se realizará y mantención defectuosa. Algunas de estas herramientas son: destornillador, alicates, martillo, llaves allen, fijas, inglesa, etc.
- Eléctricas: son aquellas que dependen de una fuente de energía para su funcionamiento, por lo que entraña dos tipos de riesgo:
 - Por uso incorrecto.
 - Por riesgo eléctrico.

Aclaración

La peligrosidad de estas tareas se puede considerar tolerable, ya que a pesar de que su frecuencia es alta los posibles daños por lo general son leves, como: pinchazos, pellizcos, quemaduras, o contusiones.

Las herramientas deben mantenerse en perfecto estado. En el caso de que se encuentre en malas condiciones o deteriorada debe ser retirada para impedir el uso de la misma. En esta tarea, los trabajadores tienen un papel fundamental en denunciar cualquier condición deficiente de una herramienta para que esta sea retirada, reparada o sustituida.

Algunas de las causas que provocan accidentes en la manipulación de herramientas son:

- Herramientas en mal estado a causa de una mala conservación o falta de inspección o mantenimiento.
- Uso inadecuado para la que fue diseñada. No respetar las recomendaciones efectuadas por el fabricante.

- No utilización de EPI necesarios para su utilización.
- Falta de atención y/o concentración durante el uso.
- Utilización de herramientas en estado defectuoso o no sustitución de partes defectuosas.
- Stock inadecuado o deficiente para reponer, en caso de fallos o roturas.
- No desconectar cable de alimentación al realizar un cambio de accesorio; broca, disco, etc.
- Tirar del cable para su desconexión.
- Usar las herramientas en lugares con humedad excesiva a la recomendada.
- Eliminarles protecciones o realizarles adaptaciones.

Algunas de las diversas lesiones que se pueden producir en caso de mal manejo o manipulación de herramientas, ya sean manuales o eléctricas son:

- Heridas cortantes o punzantes.
- Amputaciones.
- Lesiones oculares, por proyecciones de partículas.
- Golpes en manos o dedos.
- Afecciones muscoesqueleticas.
- Fracturas.
- Shock eléctrico.



Medidas preventivas/correctoras:

- Formar a los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar. Así como a aquellos encargados de su mantenimiento.
- Utilizar EPIs cuando sea necesario, como guantes y calzado que eviten golpes y/o cortes.
- Realizar las tareas bajo una iluminación adecuada.
- Evitar movimientos repetitivos o continuados cuando sea posible.
- Usar herramientas de poco peso, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas con mangos o empuñaduras de dimensión adecuada, no tendrán bordes, agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites, y otras sustancias deslizantes.
- Se deben disponer de armarios o estantes para colocar y guardar las herramientas adecuadamente, guardando aquellas cortantes o con puntas agudas con protectores de cuero o metálicos.

1.2.5 Transporte y desplazamiento de cargas

En determinadas instalaciones fotovoltaicas de gran potencia, como los huertos solares, las distancias de trabajo pueden ser bastante grandes, por lo que debe existir un correcto sistema desplazamiento para los materiales y buenos accesos hasta los lugares de trabajo.

Recuerde

Si estos sistemas de desplazamiento no son adecuados y eficientes, los operarios se verán sometidos a sobreesfuerzos, ya sea para trasladarse de un lugar a otro de la planta, como para desplazar los diferentes materiales a emplear en los mantenimientos, siendo estos en muchas de las ocasiones de gran envergadura y/o pesados, como módulos FV, aparatos de soldadura, herramientas, etc.

Estos sobreesfuerzos a la larga afectarán a la salud de los trabajadores, por lo que debemos evitar estas situaciones.



Aclaración

La peligrosidad de estas tareas se puede considerar intermedia, ya que la relación entre posibles daños y su frecuencia es baja.

Para ello a continuación se evalúan las diferentes causas y las posibles soluciones a adoptar.

Hechos que pueden provocar situaciones de riesgos:

- No utilizar maquinaria auxiliar para realizar el traslado de material o mercancías pesadas, como vehículos, carretillas de mano o grúas.
- No utilizar EPIs adecuados a la tarea desarrollada y a la posición adoptada por el trabajador.
- Falta de organización del trabajo que supongan una gran presión hacia los trabajadores.

Consecuencias:

- Desgarros musculares
- Lesiones dorsolumbares, que pueden ir desde un lumbago hasta hernias discales o incluso fracturas vertebrales.
- Patologías óseas como hernias, fracturas, dislocaciones de huesos, etc.

Medidas preventivas/correctoras:

- En desplazamientos sin carga:
 - No correr o andar apresuradamente.
 - Mantener la espalda erguida y los hombros nivelados.
- En desplazamientos con cargas:
 - Equilibrar las cargas para que la posición al desplazarlas no sea forzada.
 - Si la carga no puede dividirse se debe sostener próxima al cuerpo, y siempre que se pueda en posición recta repartiendo el peso del elemento entre los dos brazos.