

LA SST Y LAS APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR

A PEQUEÑA ESCALA

1 Introducción

Pese al generalizado uso de las instalaciones de energía solar domésticas y a pequeña escala, hasta ahora se había prestado escasa atención a las cuestiones asociadas con la seguridad y la salud en el trabajo (SST). Desde su fabricación, transporte, instalación y mantenimiento hasta el desmantelamiento y el reciclaje, son muchos los grupos de trabajadores, en lugares de trabajo y sectores muy diversos, que participan en estos sistemas. Por lo tanto, es importante prestar la debida consideración a la SST cuando dichas aplicaciones han sido concebidas y planificadas con el fin de evitar riesgos posteriores en alguna fase de su ciclo vital. El presente boletín informativo electrónico tiene por objeto contribuir a sensibilizar más respecto a los factores de riesgo relacionados con el trabajo y las cuestiones asociadas en materia preventiva a las instalaciones de energía solar domésticas y de pequeña escala a lo largo de todo el ciclo de vida.



Autor: David Tijero Osorio

1.1 Fundamento tecnológico y aplicación de instalaciones a pequeña escala

Son dos los tipos de tecnologías que hacen uso de la energía solar: la energía solar fotovoltaica (FV) y la energía solar térmica (EST). Ninguna de las dos provoca gases de efecto invernadero ni emisiones de gases tóxicos y ambas resultan adecuadas para aplicaciones a pequeña escala. La energía solar concentrada (ESC) se utiliza solo para aplicaciones a gran escala.

Los sistemas fotovoltaicos son los más habituales y emplean células para convertir la radiación solar en electricidad. La luz del sol crea un campo eléctrico a través de las capas de un material semiconductor, lo que produce una corriente eléctrica continua. Un inversor transforma la corriente continua en corriente alterna. La conversión de la radiación se basa en un efecto físico y no es posible interrumpirla.

El material semiconductor más habitualmente utilizado en las células fotovoltaicas es el silicio. Los procesos y los materiales de fabricación son similares a los de la industria microelectrónica. En la vanguardia tecnológica se encuentran las células de capa fina, que utilizan cantidades muy pequeñas de materiales semiconductores, aplicados en capas finas sobre superficies de vidrio, metal y plástico. Los materiales utilizados para la tecnología FV incluyen el silicio cristalino (x-Si), el silicio amorfo (a-Si), el telurio de cadmio (CdTe), el diseleniuro de cobre e indio (CIS) y el cobre indio galio disulfuro (CIGS).

La mayoría de las instalaciones FV a pequeña escala están conectadas al sistema de alimentación. Los sistemas se pueden construir como instalaciones sobre los tejados de casas, edificios de apartamentos o edificios comerciales. Los materiales FV también pueden estar integrados en los edificios (BIPV), por ejemplo, en las fachadas o las cubiertas.

Los calentadores solares de agua o térmicos convierten la luz solar en calor. Incorporan colectores de placa plana con una mezcla de agua y glicol como fluido de transferencia de calor. El calor se

transporta a un tanque de almacenamiento y se puede utilizar para la generación de agua caliente o calefacción. A diferencia de la FV, la EST no utiliza materiales tóxicos, explosivos, corrosivos ni materiales potencialmente cancerígenos y el sistema no implica riesgos eléctricos.

1.2 Objetivos políticos

La Unión Europea (UE) se ha dotado de una ambiciosa estrategia en relación con la política climática y energética que aspira a combatir el cambio climático, aumentar la seguridad energética y transformar a Europa en una economía con una baja emisión de carbono. Para impulsar este proceso, la Comisión Europea (CE) se fijó como objetivo reducir las emisiones de CO₂ en al menos un 20 %, desde sus niveles de emisión de 1990, para el año 2020 y aumentar el componente de energía renovable de toda la energía primaria consumida en un 20 %.

La energía solar juega un papel esencial en la combinación de la energía sostenible en Europa, a raíz de la inversión de la Comisión en el fomento de la energía solar. En el marco del Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (EETE), se ha establecido una Iniciativa Industrial Europea centrada en la energía solar para permitir que las tecnologías solares sean limpias, competitivas y sostenibles y suministren hasta un 15% de la demanda europea de electricidad para el año 2020.

Las tecnologías de la energía solar requieren por lo general mayor número de mano de obra que las tecnologías convencionales, como las basadas en combustibles fósiles, de manera que el impulso de la UE a la energía solar repercute en un cambio estructural en el empleo y genera un gran número de puestos de trabajo en el sector de la energía solar.

1.3 Papel y repercusión de la energía solar

El sector solar ha experimentado un rápido crecimiento en las dos últimas décadas y es probable que continúe esta tendencia. La reducción de los costes de los sistemas de energía solar, gracias a la disponibilidad de la financiación y la inversión pública, está dando lugar a una gran demanda de instalaciones domésticas. La considerable inversión europea en energía solar se refleja en los 320 000 empleos que generaba el sector en 2011, un aumento del 86 % respecto a 2009 [1].

La capacidad eléctrica solar de la FV en todos los Estados miembros ascendió a 26 gigavatios (GW) en 2010 y se calcula que alcanzará los 84 GW en 2020. El crecimiento medio anual de la capacidad de la electricidad solar fue del 64 % durante el periodo de 2005 a 2010. El promedio de crecimiento anual proyectado para la energía térmica solar se caracteriza por un crecimiento constante del 16 % durante el período 2005 a 2020, a pesar de que su cuota de mercado aún es considerablemente inferior a la de la electricidad solar. [2]

El mercado solar europeo se está desacelerando en los países líderes en el sector, como Alemania y España, principalmente a causa de la disminución del apoyo gubernamental. Por el contrario, algunos mercados más pequeños de Europa Central y Oriental están creciendo rápidamente, por ejemplo, Austria, Bélgica, Ucrania, Bulgaria, la República Checa y Rumania. Estos países ofrecen cada vez más incentivos, como tarifas de alimentación fijas y exenciones fiscales. Como resultado, la difusión de la energía solar a lo largo de la UE será más homogénea en un futuro próximo.

2 La SST durante el ciclo de vida de los sistemas solares a pequeña escala

El ciclo de vida de las instalaciones solares a pequeña escala incluye las siguientes etapas: diseño y planificación, fabricación, transporte, instalación, integración con la infraestructura, operación y mantenimiento, desmantelamiento y, finalmente, eliminación/reciclaje. En estas etapas participan diferentes grupos de trabajadores en diversos tipos de lugares de trabajo y sectores, por ejemplo, mecánicos de maquinaria industrial, ingenieros eléctricos, soldadores, trabajadores del metal, electricistas, instaladores de sistemas de energía solar, trabajadores de la construcción, trabajadores de gestión de residuos, etc. [3].

La consideración de los aspectos de SST a través de estas etapas muestra que los principales riesgos (sustancias peligrosas, trabajos en altura, resbalones, tropiezos y caídas, riesgos eléctricos y de incendio) pueden tener consecuencias sobre muchos trabajadores y en diversos lugares de trabajo. Al diseñar un panel solar, es importante, por tanto, tener en cuenta las cuestiones preventivas SST durante todo el ciclo de vida del sistema y diseñar el sistema con el fin de minimizar los riesgos en este campo en las etapas posteriores del ciclo de vida. Antes de comercializar el producto en el mercado, también es necesario realizar pruebas de rendimiento para garantizar que el producto cumpla las normas aceptables en materia de SST.

La mayoría de los riesgos relacionados con los sistemas de energía solar a pequeña escala se conocen de otras industrias, básicamente, y se pueden gestionar con los conocimientos existentes en materia de SST. Sin embargo, se requieren nuevas combinaciones de habilidades para hacer frente a los nuevos tipos de riesgos y a los nuevos productos (por ejemplo, las baldosas FV, una nueva fuente de peligro eléctrico) y a sustancias tales como los nuevos nanomateriales. Las instalaciones solares de agua caliente, por ejemplo, exigen a los trabajadores las habilidades de un techador, un fontanero y un electricista, así como conocimientos sobre los trabajos en altura.

La creciente demanda de instalaciones solares domésticas a pequeña escala también puede dar lugar a un déficit de competencias tal vez de difícil solución en un futuro próximo, y que podría tener como consecuencia, a su vez, que los trabajadores manejaran nuevas tecnologías, o tecnologías con las que no están familiarizados, careciendo de la formación y las habilidades adecuadas para ello. [4] Además, la disponibilidad de fondos públicos para fomentar esas instalaciones puede atraer a nuevas empresas carentes de experiencia en este ámbito. Y el afán de beneficiarse de estas subvenciones podría desviar la atención de la SST.

Actualmente, no hay datos fiables sobre los accidentes de trabajo vinculados a los sistemas de energía solar. Dado que gran parte de las obras relacionadas con la instalación de tales sistemas se realiza por cuenta propia o dentro de la economía informal, la recogida de datos sobre los accidentes y enfermedades laborales constituye un auténtico reto. La evaluación de los riesgos en el lugar de trabajo también puede verse obstaculizada por la falta de datos sobre seguridad y salud disponibles, especialmente en la amplia gama de tecnologías solares y procesos de fabricación de células fotovoltaicas. Los datos disponibles sobre caídas mortales desde altura indica que la energía solar instalada en tejados es varias veces más peligrosa que la energía nuclear o la energía eólica (0,44 muertes por teravatios/hora cada año, en comparación con 0,15 y 0,04 muertes, respectivamente) [6]. A medida que las demandas de instalaciones solares a pequeña escala aumentan, la probabilidad de los accidentes relacionados con la salud y la seguridad también puede incrementarse.

La expansión del sector solar provoca un sustancial incremento de todas las etapas del ciclo de vida de la tecnología, con riesgos potenciales para un mayor número de personas. Una vez los paneles fotovoltaicos alcanzan el final de su ciclo de vida, crean una enorme cantidad de residuos electrónicos (*e-waste*), con potenciales impactos para el medio ambiente y la salud. Otras etapas del ciclo de vida de las tecnologías solares, como la construcción y el mantenimiento, también se ven afectadas por este crecimiento y deben ser supervisadas atentamente en materia de SST. Los peligros de las nuevas tecnologías de energía solar fotovoltaica (células solares con semiconductores orgánicos, células sensibilizadas por colorante, células de carburo de silicio microcristalino de capa fina y células realizadas con nanomateriales) son difíciles de evaluar, ya que su desarrollo todavía se encuentra en la fase de laboratorio [5].

2.1 Riesgos en materia de SST asociados con la producción d instalaciones solares

Durante la producción de células FV, la salud de los trabajadores puede sufrir efectos negativos debido a una serie de materiales y productos químicos. Los riesgos químicos están relacionados con la toxicidad, la corrosividad, la inflamabilidad y la explosividad de los materiales. Las cantidades y los tipos de productos químicos empleados son distintos en función del tipo de célula que se esté fabricando, mientras que los materiales semiconductores se utilizan en pequeñas cantidades, sobre todo en la producción de capas ultrafinas [7]. Además, las juntas de soldadura entre los paneles pueden contener metales pesados, como el plomo.

En la producción de células x-Si, son especialmente peligrosos los productos químicos como el ácido hidrofúrico (HF), que se utiliza en la limpieza de las placas de silicio, y el gas silano (SiH₄), altamente inflamable y explosivo. En la actualidad, gran parte del silicio que se emplea como material base de las células x-Si se fabrica en países como China, donde los estándares de SST son distintos. La producción de células a-Si también requiere el uso de grandes cantidades de SiH₄. El riesgo más importante relacionado con las células CdTe es la toxicidad y carcinogenicidad del cadmio. El CdTe parece ser menos tóxico que el cadmio elemental, al menos en términos de exposición aguda [8]. La utilización del seleniuro de hidrógeno (H₂Se) presenta un problema fundamental, relacionado con células CIS/CIGS: existe poca información sobre la toxicidad del CIS [9]. La manipulación de los productos químicos mencionados es habitual en el sector de los semiconductores, y en general existen medidas de seguridad establecidas. Los procesos de trabajo seguros y el empleo de sistemas cerrados de producción o sistemas de ventilación y campanas extractoras de humos minimizan los riesgos de exposición.

Durante los procesos de producción, deben tenerse en cuenta las cuestiones relacionadas con la manipulación manual, en particular cuando aumenta la cantidad de productos que precisan manipulación manual [10]. Entre las posibilidades de prevención se encuentra el uso de soluciones ergonómicas ajustadas, como los elevadores por vacío y la aplicación de la automatización y la robótica. Las tareas de montaje que requieren movimientos repetitivos de las extremidades superiores (brazos y manos) son un factor de riesgo habitual de desarrollo de trastornos en las extremidades superiores (UDL).

El transporte de (o piezas de) instalaciones pequeñas de energía solar desde la fábrica hasta las instalaciones del cliente no es un aspecto crítico, aunque deben seguirse las normativas de SST que regulan el transporte de mercancías.

2.2 Riesgos en materia de SST asociados con la instalación, mantenimiento y desmantelamiento

Los principales riesgos están asociados con el trabajo en altura e incluyen: problemas de acceso, caída de objetos, caídas, resbalones, tropezones causados por ejemplo por azulejos o baldosas resbaladizas con depósitos de musgos o algas en la superficie de los tejados, inclinaciones pronunciadas de los tejados, tejados frágiles y tejados frágiles o dañados. Además del riesgo de lesiones por resbalones, tropiezos y caídas, estos riesgos también pueden causar trastornos musculoesqueléticos (TME). Por ejemplo, los paneles solares, especialmente los paneles de agua caliente, pueden ser pesados y difíciles de subir a los tejados. A menudo es necesario trabajar en posturas incómodas durante períodos prolongados, como de rodillas y en cuclillas, lo que supone que los trabajadores están expuestos a riesgos ergonómicos durante las actividades de instalación/desinstalación y mantenimiento, que pueden resultar en trastornos musculoesqueléticos, como lesiones de espalda.

Las circunstancias adversas meteorológicas, como las temperaturas extremas, presentan riesgos adicionales, tales como el estrés por frío o calor. La exposición a la radiación solar puede provocar quemaduras, trastornos oculares y ciertos tipos de cánceres. La lluvia o la nieve pueden provocar superficies resbaladizas y causar resbalones y caídas.

Las instalaciones de energía solar térmica no presentan riesgos eléctricos, pero pueden causar quemaduras o escaldaduras debido a líquidos calientes, mientras que los sistemas fotovoltaicos presentan riesgos eléctricos. En primer lugar, trabajar cerca de líneas de alta tensión, próximas a los tejados, representa una amenaza. En segundo lugar, los sistemas fotovoltaicos presentan riesgos eléctricos si el sistema eléctrico no funciona correctamente o los revestimientos protectores de los componentes están dañados. La tensión habitual, sobre unos 600 voltios, puede causar descargas eléctricas (electrocución) o quemaduras eléctricas, térmicas y de arco. [11] Por otra parte, incluso los niveles bajos de amperaje pueden causar una reacción muscular involuntaria, que podría desencadenar una caída desde un techo. Un reto adicional deriva del hecho de que el sistema fotovoltaico esté siempre alimentado debido a la radiación solar y no pueda ser apagado para labores de mantenimiento u otros trabajos en el sistema. Esto podría ocasionar nuevos riesgos eléctricos junto con los desarrollos tecnológicos. Por ejemplo, las células fotovoltaicas se pueden incorporar a las baldosas, lo que originaría que los techadores las instalaran sin contar con formación eléctrica.

Los requisitos para la instalación/desinstalación y mantenimiento de los sistemas solares residenciales o comerciales son complejos y requieren diferentes tipos de conocimientos, lo que implica que cualquier subcontratación debe contar con trabajadores que posean una combinación de habilidades de diferentes sectores. La carencia de tales trabajadores cualificados, junto con el gran interés por obtener subvenciones, contribuye al empleo frecuente de trabajadores no cualificados, trabajadores inmigrantes con escaso conocimiento de la lengua del país de acogida y trabajadores ilegales. Las condiciones precarias de trabajo por presión en el plazo de finalización o el coste pueden elevar los niveles de estrés. Teniendo en cuenta todo esto, es crucial fomentar la comunicación a lo largo de la cadena de subcontratación e intensificar el cumplimiento de las normas de SST de todos los subcontratistas.

A medida que las complejidades de la instalación se reduzcan, las instalaciones domésticas no reguladas serán más comunes, por ejemplo mediante la adquisición de kits de autoinstalación en una ferretería local. Por lo tanto, puede requerirse la supervisión del proceso de instalación por parte de profesionales de SST, para garantizar que las instalaciones sean seguras y garantizar la seguridad de los ocupantes, los trabajadores de mantenimiento y el personal de emergencia. [12]

2.3 Riesgos en materia de SST relacionados con la integración en la infraestructura y la operación

La integración de los sistemas de energía solares domésticos u otros sistemas pequeños en la red y la operación del sistema implican riesgos eléctricos y de incendio similares a los de la instalación y el mantenimiento. No hay riesgo debido a sustancias, gases o productos químicos peligrosos durante el funcionamiento normal de los módulos fotovoltaicos, ya que es imposible que se generen vapores o polvo.

Los trabajadores cualificados por lo general conectan los paneles solares a la red. Sin embargo, los propietarios de edificios, los inquilinos y los titulares de empresas o gestores pueden intentar hacer este trabajo ellos mismos sin tener los conocimientos necesarios, poniéndose de esta manera en riesgo. Además de los trabajos de conexión, es posible que también intenten realizar otras actividades, como la limpieza, comprobación de las superficies y el montaje, la inspección del control eléctrico y el inversor, etc., para los que pueden no estar debidamente capacitados. Si contratan trabajadores para hacer el trabajo de conexión y estas tareas adicionales, debido a que no son conscientes de los riesgos y de la necesidad de poseer la cualificación necesaria, pueden contratar a trabajadores no cualificados, con lo cual es probable que también les sitúen en una posición de riesgo.

2.4 Riesgos en materia de SST asociados con la gestión de residuos y el reciclaje

La duración prevista de los módulos es de unos 30 años, a partir de los cuales tendrán que ser desmantelados y eliminados o reutilizados, al igual que otros productos electrónicos. El reciclaje de los sistemas fotovoltaicos al final de su vida es preferible desde un punto de vista medioambiental, ya que el 95 % del material semiconductor y el 90 % del vidrio puede ser reciclado [13]. La separación de los metales peligrosos del vidrio y los marcos de metal permite una reducción de los residuos peligrosos en tres órdenes de magnitud [14].

El aumento previsto en el reciclaje plantea posibles preocupaciones respecto a la salud y la seguridad en el trabajo para las empresas de reciclaje y sus trabajadores durante la recogida y el procesamiento de los materiales reciclables. Al igual que con la fabricación, los trabajadores pueden estar expuestos a materiales semiconductores o a los metales pesados de los paneles solares que estén desarmando. Del mismo modo, se enfrentan a riesgos ergonómicos y riesgos de TME durante el manejo de módulos de material pesado o la realización de movimientos repetitivos. Dado que los materiales reciclables cada vez se recogen más a menudo en un proceso con un único flujo, con nuevas líneas de clasificación más mecanizadas, se necesitan menos personas para clasificar los materiales a mano. Esta automatización reduce la exposición a tales riesgos.

La gestión de los residuos de los sistemas FV plantea riesgos similares a la gestión de otros tipos de desechos electrónicos. Todos estos riesgos se pueden gestionar con las medidas de prevención adecuadas. Sin duda, los riesgos aumentan con el envío (ilegal) de desechos electrónicos a otros países en los que quizá no se ofrezcan buenas condiciones de SST y los trabajadores no estén suficientemente protegidos durante la gestión de residuos peligrosos.

2.5 Riesgos en materia de SST para los servicios de emergencia

En caso de que una instalación fotovoltaica se incendie, los servicios de emergencia no solo se enfrentan a riesgos eléctricos, sino también, por ejemplo, a riesgos respiratorios derivados de sustancias peligrosas, derrumbes, resbalones y tropiezos, caídas desde gran altura y caídas de materiales. A excepción de los riesgos eléctricos, lo mismo se aplica a las instalaciones de EST. El potencial de emisiones significativas de material fotovoltaico es insignificante ya que las temperaturas de las llamas en los incendios de los tejados son significativamente inferiores a la temperatura de evaporación de los materiales fotovoltaicos [9]. Al igual que con cualquier incendio estructural, una evaluación óptima es esencial. Debe comunicarse inmediatamente a los bomberos si el edificio cuenta con un sistema de energía solar y transmitirse la información sobre el tipo de sistema para determinar los pasos posteriores de acuerdo con las directrices para las operaciones de lucha contra el fuego [15]. Una consideración adicional es que los servicios contra incendios a menudo abordan los incendios domésticos entrando a través del tejado. Si hay paneles fotovoltaicos que obstruyen el acceso, esto podría complicar las operaciones.

3 Prevención

Los riesgos asociados a los sistemas de energía solar doméstica son básicamente convencionales. Sin embargo, son diversos, podrían tener efectos combinados, podrían implicar nuevos productos y sustancias, y surgen en nuevas situaciones posiblemente con participantes no cualificados de nuevo acceso a este sector. Deberá llevarse a cabo un proceso de valoración de riesgos en el lugar de trabajo, exhaustivo e individualmente personalizado, que constituye la piedra angular de la prevención. Tal como se describe en la Directiva Marco de la UE (Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud y seguridad de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE⁽¹⁾), los peligros deben ser identificados y los riesgos deben ser analizados y priorizados. Posteriormente, deberá observarse la jerarquía de las medidas de control: eliminando o sustituyendo de cualquier otro modo el peligro, seguido de la minimización de los riesgos en origen por medio de controles de ingeniería, medidas de control organizativas y, como último recurso, con la aplicación de equipo protector personal.

El sector solar es una rama muy dinámica que todavía está cobrando impulso con respecto al desarrollo de nuevos sistemas. La aplicación de nuevas tecnologías, equipos o sustancias, la implantación de nuevas prácticas laborales o procedimientos de trabajo y la variación constante de las plantillas exigen un proceso dinámico de gestión de riesgos que sea revisado con regularidad. Una vez controlados con éxito los riesgos del lugar de trabajo, el proceso no debería detenerse. Será necesario instaurar un sistema de supervisión y análisis sistemático, puesto que siempre existe el potencial de introducción de nuevos peligros en los puestos de trabajo.

Asimismo deberían consolidarse los esfuerzos necesarios para erradicar o minimizar los riesgos en una fase preliminar de diseño [16]. En la fase de diseño, debería adoptarse un enfoque multidisciplinario que considerara los aspectos de la OSH a lo largo de todo el ciclo de vida de las aplicaciones solares a pequeña escala [17].

Debido al hecho de que los trabajadores de numerosos sectores y, además, los grupos no profesionales de personas pueden estar expuestos a riesgos de instalaciones solares a pequeña escala, es necesario crear una cultura de salud y seguridad ampliamente difundida que integre varios

¹ Directiva del Consejo de 12 de junio de 1989 sobre la introducción de medidas para fomentar la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE). Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01989L0391-20081211:EN:NOT>

actores, como representantes de los trabajadores, líderes empresariales, (sub)contratistas, brigadas contra incendios y municipios. Las siguientes medidas son especialmente significativas: formación regular en la que participen todas las personas implicadas, supervisión permanente de (nuevos) peligros (potenciales), reducción en el uso de materiales tóxicos en la fase de fabricación, pruebas adecuadas de nuevos materiales y procesos con la aplicación de un enfoque cauteloso y el diseño de productos que permiten realizar operaciones seguras a lo largo de todo el ciclo de vida, incluido el reciclaje seguro del sistema.

Una lista de comprobación que acompaña a este boletín informativo electrónico también está disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications> para ayudar a iniciar el proceso de identificación de riesgos y puede, por lo tanto, servir de apoyo para iniciar la valoración de riesgos del lugar de trabajo. También ofrece ejemplos de medidas de prevención destinadas a contribuir a la identificación y puesta en práctica de las medidas de prevención pertinentes.

Información adicional

EC – Comisión Europea. <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-photovoltaic>,
<http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-heating-and-cooling>

EPIA – Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica. <http://www.epia.org/about-epia/who-is-epia.html>

ESTIF – Federación Europea de la Industria Solar Térmica:
http://www.estif.org/statistics/st_markets_in_europe_2010/

IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng)

OIT – Organización Internacional del Trabajo. <http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/lang-en/index.htm>, http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_175600.pdf,
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_152065.pdf

NFPA – National Fire Protection Association, *Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems*, Quincy, mayo de 2010. Disponible en:
http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf

NIOSH – Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional:
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/PtD/greenjobs.html>,
<http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2010/01/green-2/>

OPPBTP – La prévention BTP, *Pose De Panneaux Photovoltaïcs – Préparation d'un chantier*, 2^e édition, abril de 2011. Disponible en:
http://www.oppbtp.fr/thematiques/danger_nuisance_risque/electricite/documentation/pose_de_panneaux_photovoltaïques_preparation_d_un_chantier

OSEIA – Asociación de Industrias de Energía Solar de Oregón, *Solar Construction Safety*, Portland, 12/06. Disponible en: http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/OSEIA_Solar_Safety_12-06.pdf

OSFM – Oficina de Bomberos del Estado, *Fire Operations for Photovoltaic Emergencies*, Sacramento, noviembre de 2010. Disponible en:
http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf

OSHA – Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los EE. UU.
<http://www.osha.gov/dep/greenjobs/solar.html>

- PV Cycle – Asociación Europea de recogida y reciclaje voluntarios de módulos fotovoltaicos A.I.S.B.L.
<http://www.pvcycle.org/>
- UNEP –Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente–
http://www.unep.org/labour_environment/pdfs/green-jobs-background-paper-18-01-08.pdf

Referencias

- [1] Observ'ER, 'The State of Renewable Energies in Europe 11th – EurObserv'ER Report', París, diciembre de 2011. Disponible en:
http://www.euroobserver.org/pdf/barobilan11.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=barobilan11.pdf
- [2] Beurskens, L. W. M., Hekkenberg, M. & Vethman P., 'Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States', ECN-E-10-069, 2011. Disponible en: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- [3] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo), 'Foresight of New and Emerging Risks to Occupational Safety and Health Associated with New Technologies in Green Jobs by 2020, Phase I – Key drivers of change', 2011. Disponible en:
<http://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-jobs-drivers-change-TERO11001ENN>
- [4] Departamento de Servicios de Salud y Servicios sociales, Centros de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), 'Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop', Washington, DC, 14–16 de diciembre de 2009. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>
- [5] Silicon Valley Toxics Coalition, 'Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry', White Paper, 2009. Disponible en: http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon_Valley_Toxics_Coalition_-_Toward_a_Just_and_Sust.pdf
- [6] Next Big Future, 'Deaths per TWH by Energy Source', 2011. Recuperado el 10 de septiembre de: <http://nextbigfuture.com/2011/03/deaths-per-twh-by-energy-source.html>
- [7] EPRI (Instituto de Investigación de Energía Eléctrica), 'Potential Health and Environmental Aspects Associated with the Manufacture and Use of Photovoltaic Cells', Informe final, Palo Alto, 2003. Disponible en: <http://www.energy.ca.gov/reports/500-04-053.PDF>
- [8] Zayed, J. & Philippe, S., 'Acute Oral and Inhalation Toxicities in Rats with Cadmium Telluride', International Journal of Toxicology, Vol. 28, nº 4, 2009, pp. 259–265.
- [9] Fthenakis, V. M., 'Overview of Potential Hazards', in Markvart T. & Castaner, L. (Eds.), Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, Elsevier, 2003, pp. 854–868. Disponible en: http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art_170.pdf
- [10] Wang, M-J. J., Chung, H-C. & Wu, H-C., 'Evaluating the 300mm Wafer-Handling Task in Semiconductor Industry', International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 34, nº 6, 2004, pp. 459–466. Disponible en: <http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/bitstream/310901800/7335/1/A7.pdf>
- [11] Chen, H., Green and Healthy Jobs, Labour Occupational Health Program, University of California at Berkeley, 2010. Disponible en: <http://www.cpwr.com/pdfs/Green-Healthy%20Jobs%20final%20for%20posting.pdf>
- [12] Grant, C. C., 'Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems', Informe final, a DHS/Assistance to Firefighter Grants (AFG) Funded Study, mayo de 2010. Disponible en:
http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf
- [13] Krueger, L., 'An Overview of First Solar's Module Collection and Recycling Program', Presented at Photovoltaics Recycling Scoping Workshop, 34th PV Specialists Conference, 11 de junio de 2009, Filadelfia, EE. UU., y 1ª Conferencia Internacional de Reciclaje de Módulos, enero de 2010, Berlín, Alemania. Disponible en:
http://www.bnl.gov/pv/files/PRS_Agenda/2_Krueger_IEEE-Presentation-Final.pdf

- [14] Fthenakis, V. M., 'End-of-Life Management and Recycling of PV Modules', Energy Policy, Vol. 28, 2000, pp. 1051–1058. Disponible en: http://clca.columbia.edu/papers/End_Life_Management_Recycling_Energy_Policy.pdf
- [15] CAL Fire (Oficina de Bomberos del Estado), 'Fire Operations for Photovoltaic Emergencies', noviembre de 2010. Disponible en: http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf
- [16] Schulte, P. A., Rinehart, R., Okun, A., Geraci, C. L. & Heidel, D. S., 'National Prevention through Design (PtD) Initiative', Journal of Safety Research, Vol. 39, nº 2, 2008, pp. 115–121.
- [17] Ertas, A., 'Prevention through Design: Transdisciplinary Process', Lubbock, Texas, 2010. Disponible en: http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/ARTICLES/Ertas_fichiers/ptd.pdf