

# Universidad Miguel Hernández de Elche

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales



*ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS.*

Tutor: Antonio Francisco J. Cardona Llorens

Alumno Hugo Peñaranda Tovar

Curso Académico: 2020-2021



## INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. Antonio Francisco Javier Cardona Llorens, tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado *'ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS'* y realizado por el estudiante Hugo Peñaranda Tovar.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 22 de julio de 2021

CARDONA  
LLORENS  
ANTONIO  
FRANCISCO JAVIER

Firmado digitalmente  
por CARDONA  
LLORENS ANTONIO  
FRANCISCO JAVIER -

Fecha: 2021.07.22  
12:37:33 +02'00'

Fdo.: Antonio Francisco Javier Cardona Llorens  
Tutor TFM



## RESUMEN

El presente documento analiza desde el punto de vista de la seguridad, disciplina de la prevención de riesgos laborales, los riesgos y las medidas preventivas cuando se afronta la ejecución de instalación de placas solares fotovoltaicas y captadores solares para instalaciones solares térmicas de agua caliente sanitaria, sobre diferentes tipologías de cubiertas, realizándose dicho análisis de un modo integral y para cada etapa del montaje de las mismas, desde el replanteo o recepción de materiales hasta las pruebas finales de puesta en servicio.



Figura 1 Instalación de placas solares en cubierta.

Su redacción tiene marcada utilidad práctica, ya que trata de ser una guía de aplicación y análisis para la ejecución de este tipo de obras, siendo de interés a todo el personal que intervenga en la actividad, ya sea el promotor, personal de la empresa adjudicataria de las obras, empresas subcontratadas para trabajos específicos o trabajadores autónomos, o simplemente personas interesadas en la materia.

Este tipo de obras requiere de una alta cualificación, tecnificación y formación en el ámbito de la seguridad en el trabajo para aquellos trabajadores que realizan labores en cubiertas, debido a que no son zonas habituales de tránsito de personas, pueden darse condiciones ambientales adversas y los peligros que podemos encontrar en la ejecución de tareas sobre cubiertas pueden llegar a ser fatales.

La proliferación de este tipo de instalaciones en nuestro entorno hace más necesaria la concienciación sobre la importancia de la prevención de riesgos laborales en todos los ámbitos que las rodean, desde las empresas encargadas de su montaje hasta los propios promotores de las mismas, los cuales deben preocuparse por que dichas instalaciones se realicen estrictamente siguiendo todos los protocolos y normativas en vigor al respecto.

El documento se estructura de la siguiente manera, primero se analiza desde un punto de vista técnico las características de las instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas, su tecnología, sus equipos principales y sus tipologías. Más adelante se analizan los distintos tipos de cubiertas y las características de las mismas que influyen desde el punto de vista de la seguridad de los trabajos que se realizan sobre ellas, para acabar analizando los riesgos en las distintas etapas del montaje de las instalaciones mencionadas sobre cubiertas, proponiendo las medidas óptimas para reducir los riesgos mediante las herramientas que nos proporciona la seguridad industrial.



## **PALABRAS CLAVE**

SEGURIDAD, INSTALACIONES, FOTOVOLTAICA, TERMICA, CUBIERTA

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCION. ....	1
2.- JUSTIFICACIÓN. ....	3
3.- OBJETIVOS. ....	4
4.- MATERIAL Y METODOS. ....	5
5.- RESULTADOS. ....	7
5.1.- INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS Y SOLAR TÉRMICA, TECNOLOGIA, COMPONENTES Y TIPOS. ....	7
5.1.1.- SOLAR FOTOVOLTAICA. TECNOLOGIA. ....	7
5.1.2.- SOLAR FOTOVOLTAICA. COMPONENTES. ....	9
5.1.3.- SOLAR FOTOVOLTAICA. TIPOS. ....	13
5.1.4.- SOLAR TERMICA. TECNOLOGIA. ....	14
5.1.5.- SOLAR TERMICA. COMPONENTES. ....	15
5.1.6.- SOLAR TERMICA. TIPOS. ....	16
5.2.- CUBIERTAS. TIPOLOGIAS Y CLASIFICACIÓN. ....	18
5.2.1.- CUBIERTAS INCLINADAS. ....	19
5.2.2.- CUBIERTAS PLANAS. ....	21
5.2.3.- PRINCIPALES RIESGOS DE LOS TRABAJOS EN CUBIERTAS. ....	22
5.3.- EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA OBRAS EN CUBIERTAS. ....	24
5.3.1.- EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA PARA INSTALACIONES SOBRE CUBIERTAS. ....	24
5.3.1.1.- BARANDILLAS. ....	24
5.3.1.2.- REDES ANTICAIDAS. ....	26
5.3.1.3.- PASARELAS PARA LUCERNARIOS. ....	29
5.3.1.4.- DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE TRABAJO. ....	30
5.3.1.5.- EXTINTORES DE INCENDIOS. ....	32
5.3.1.6.- ORDEN Y LIMPIEZA. ....	32
5.3.2.- EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA INSTALACIONES SOBRE CUBIERTAS. ....	33
5.3.2.1.- SISTEMAS DE PROTECCION INDIVIDUAL ANTICAIDAS. ....	33
5.3.2.2.- EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI) ....	40

5.4.- PROCESO DE MONTAJE DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SOBRE CUBIERTA. ANALISIS DE RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR. ....	44
5.4.1.- RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA CUBIERTA. ....	45
5.4.2.- PLANIFICACIÓN Y REPLANTEO.....	47
5.4.2.1.- RIESGOS .....	47
5.4.2.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	48
5.4.2.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	48
5.4.3.- ZONIFICIACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS. ....	49
5.4.3.1.- RIESGOS .....	50
5.4.3.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	50
5.4.3.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN .....	50
5.4.4.- RECEPCION DEL MATERIAL.....	50
5.4.4.1.- RIESGOS .....	51
5.4.4.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	51
5.4.4.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	52
5.4.5.- INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN colectiva. REDES DE SEGURIDAD, barandillas y proteccion de lucernarios. ....	52
5.4.5.1.- RIESGOS .....	53
5.4.5.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	54
5.4.5.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	56
5.4.6.- INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ANTICAIDAS....	56
5.4.6.1.- RIESGOS .....	58
5.4.6.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	58
5.4.6.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	59
5.4.7.- IZADO DE CARGAS.....	60
5.4.7.1.- RIESGOS .....	65
5.4.7.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	65
5.4.7.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	66
5.4.8.- MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE.....	67
5.4.8.1.- RIESGOS.....	68
5.4.8.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	69
5.4.8.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN .....	69
5.4.9.- MONTAJE DE PANELES. ....	70

5.4.9.1.- RIESGOS .....	70
5.4.9.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	71
5.4.9.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	72
5.4.10.- TENDIDO DE CABLES EN CUBIERTA.....	73
5.4.10.1.- RIESGOS .....	73
5.4.10.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	74
5.4.10.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	75
5.4.11.- INSTALACIÓN DE INVERSORES, CUADROS de PROTECCIONES ELÉCTRICAS Y PUESTA EN MARCHA.....	75
5.4.11.1.- RIESGOS .....	76
5.4.11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	76
5.4.11.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	79
5.5.- PROCESO DE MONTAJE DE INSTALACIÓN SOLAR TERMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE CUBIERTA. ANALISIS DE RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR. ....	81
5.5.1.- RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA CUBIERTA. ....	82
5.5.2.- PLANIFICACIÓN Y REPLANTEO.....	82
5.5.3.- ZONIFICIACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS. ....	82
5.5.4.- RECEPCION DEL MATERIAL.....	82
5.5.5.- INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN colectiva. REDES DE SEGURIDAD, barandillas y proteccion de lucernarios. ....	82
5.5.6.- INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ANTICAIDAS....	82
5.5.7.- IZADO DE CARGAS.....	82
5.5.8.- MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE.....	82
5.5.9.- MONTAJE DE CAPTADORES SOLARES.....	82
5.5.9.1.- RIESGOS .....	83
5.5.9.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	84
5.5.9.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	85
5.5.10.- MONTAJE DE ACUMULADORES Y SISTEMA DE INTERCAMBIO.....	85
5.5.10.1.- RIESGOS .....	86
5.5.10.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	87
5.5.10.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	87
5.5.11.- MONTAJE DE TUBERIAS.....	87
5.5.11.1.- RIESGOS .....	89

5.5.11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	90
5.5.11.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	91
6.- CONCLUSIONES.....	92
7.- BIBLIOGRAFIA. ....	93
8.- ANEXOS.....	95
8.1.- ANEXO I – DETALLES. ....	95



## 1.- INTRODUCCION.

Con la descarbonización de la economía, proceso por el cual se pretende la reducción de las partículas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera y que provocan el efecto invernadero y el consecuente calentamiento global, se hace necesaria la adopción de modelos económicos, productivos y sobre todo de carácter energético que asuman que las energías renovables son la base para este cambio de modelo, y dentro de este contexto, la energía solar fotovoltaica y solar térmica son actualmente el motor de dicho cambio.

La primera basa sus fundamentos en la generación de energía eléctrica debido al efecto fotoeléctrico, y la segunda, al uso de la energía del sol para el calentamiento de un fluido, generalmente agua.

Espoleadas y promovidas por las administraciones, tanto a nivel europeo (HORIZONTE 2030) como nacional o comunitario, han vivido un crecimiento exponencial en los últimos años, y los paneles solares fotovoltaicos y los captadores solares ya forman parte del mobiliario urbano que podemos encontrar en los edificios que de manera cotidiana transitamos, nuestras casas, centros educativos, industrias y centros de trabajo...

Importante recalcar el PNIEC (PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO), presentado en 2019 por el gobierno español, el cual marca las bases y objetivos para la descarbonización de la economía, estableciendo para la solar fotovoltaica un papel relevante.

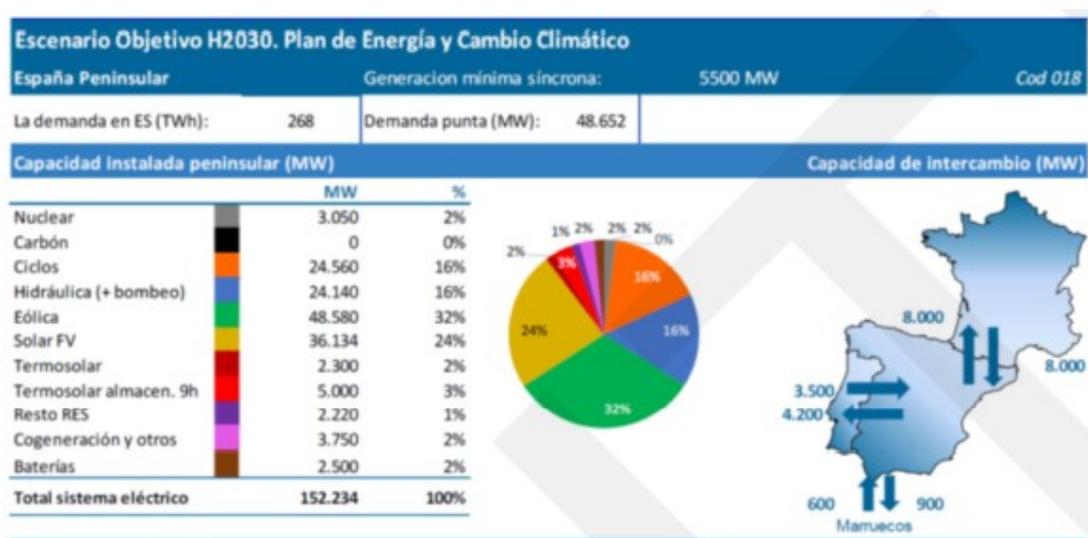


Figura 2 – PNIEC. Objetivos de generación de energía por tecnología

A decir verdad estamos viviendo una auténtica fiebre por ocupar nuestras cubiertas con este tipo de instalaciones, auspiciada por diversos factores, como el exigente calendario de reducción de emisiones que nos impone Europa o el aumento del precio de la energía al consumidor que hace económicamente más provechoso su uso. Ejemplo de ello es observar una foto aérea de cualquier polígono industrial, veremos las cubiertas de las naves repletas de paneles solares donde años atrás solo veíamos cubiertas de chapa al sol.

Y es que ese es el lugar óptimo para su ubicación, las cubiertas de los edificios, los únicos espacios diáfanos, que no transitamos habitualmente, libres de obstáculos y de difícil acceso, y ese es precisamente el reto que plantea su instalación desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, siendo esta la disciplina técnica que engloba el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes de trabajo.



## 2.- JUSTIFICACIÓN.

La justificación del presente documento es doble.

La primera de carácter normativo y docente, ya que se redacta como Trabajo final de Máster, para dar cumplimiento al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en el cual en su artículo 15.3 del Capítulo IV ,concretamente en el punto 2 de la citada normativa se indica que *“los planes de estudios conducentes a la obtención de los títulos de Máster Universitario tendrán entre 60 y 120 créditos, que contendrá toda la formación teórica y práctica que el estudiante deba adquirir: materias obligatorias, materias optativas, seminarios, prácticas externas, trabajos dirigidos, trabajo de fin de Máster, actividades de evaluación, y otras que resulten necesarias según las características propias de cada título”*.

Y la segunda justificación es que el trabajo realizado tiene una aplicabilidad real y práctica, ya que en él se describen procesos laborales concretos, que es útil para mejorar la práctica profesional de todas las partes intervinientes en el montaje de instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas en cubiertas, de conformidad con la legislación en materia de prevención de riesgos laborales en vigor, siendo la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales la cual determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades que son precisas para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Y es que a partir del reconocimiento del derecho de los trabajadores en el ámbito laboral así como a la protección de su salud e integridad, la Ley mencionada anteriormente establece las diversas obligaciones que, en el ámbito indicado de la prevención de riesgos laborales, garantizarán este derecho.

En base a lo descrito en los dos párrafos anteriores queda justificada la redacción del presente Trabajo Final de Máster.

### 3.- OBJETIVOS.

El objetivo general del documento es analizar desde las has herramientas que otorga la disciplina de la Seguridad en el Trabajo, perteneciente a la Prevención de Riesgos Laborales, los riesgos en los trabajos sobre distinta tipologías de cubiertas, para la realización de instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas.

Además de este objetivo general, también se persiguen otros objetivos más específicos, como son:

- Proponer medidas preventivas para reducir al máximo los riesgos descritos.
- Indicar los equipos de protección personal más adecuados en cada fase de ejecución de las instalaciones.
- Indicar los equipos de protección colectiva más adecuados.
- Aplicar la normativa en vigor sobre Prevención de Riesgos Laborales para este tipo de instalaciones.
- Concienciación sobre la importancia de la prevención de riesgos laborales en el ámbito laboral.

## 4.- MATERIAL Y METODOS.

El método empleado para la evaluación de riesgos en el presente documentos es la **evaluación general de riesgos**, en la que encontramos las siguientes fases:

- Identificación de las tareas: En esta fase definen las características de las tareas a realizar, el lugar donde se desarrollará, el procedimiento de trabajo, las herramientas y elementos auxiliares a realizar, etc.
- Análisis de los riesgos: La siguiente etapa de la evaluación general de riesgos es la identificación y análisis de los riesgos.
- Evaluación de riesgos: Los riesgos definidos en el apartado anterior hay que evaluarlos y para ello utilizaremos el método RMPP (Risk Management and Prevention Program) que consiste en determinar la estimación del riesgo mediante su matriz de análisis, utilizando la probabilidad de que el riesgo ocurra y la severidad de las consecuencias.
- Aplicar medidas preventivas y acciones correctoras: Para cada fase se aplicarán medidas preventivas para minimizar los riesgos.

Para la evaluación se usará la matriz comentada del método RMPP (Risk Management and Prevention Program).

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ↑	ALTA	M	I	IN
	MEDIA	TO	M	I
	BAJA	T	TO	M
		BAJA	MEDIA	ALTA
		SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS →		

Estimación del riesgo

T : Trivial  
TO: Tolerable  
M : Moderado  
I : Importante  
IN : Intolerable

Figura 3 – Matriz RMPP

La probabilidad se considerará en:

- Probabilidad baja: el daño se producirá raras veces.
- Probabilidad media: el daño aparecerá en algunas ocasiones.
- Probabilidad alta: el daño aparecerá siempre o casi siempre.

El nivel de riesgo queda definido como:

- Riesgo trivial: no requiere de llevar a cabo acción específica.
- Riesgo tolerable: no requiere de mejorar la acción preventiva pero sí requiere de hacer un control periódico del riesgo-
- Riesgo moderado: requiere de realizar esfuerzos económicos para reducir el riesgo realizando las inversiones precisas en un periodo de tiempo determinado.
- Riesgo importante: no debe dar comienzo el trabajo hasta haber reducido el riesgo. Puede precisar de recursos considerables para controlar el riesgo.
- Riesgo intolerable: no debe dar comienzo el trabajo y/o continuarlo hasta que el riesgo se reduzca.

Por lo tanto para la evaluación de riesgos que se llevará a cabo a lo largo del punto 5, se indicará en cada riesgo:

Probabilidad (P):

- Probabilidad baja: "B".
- Probabilidad media: "M".
- Probabilidad alta: "A".

Consecuencias (C):

- Consecuencias leves: "L".
- Consecuencias graves: "G".
- Consecuencias muy graves: "MG".

Nivel de riesgo (NR):

- Riesgo trivial: "T".
- Riesgo tolerable: "TO".
- Riesgo moderado: "M".
- Riesgo importante: "I".
- Riesgo Intolerable: "IN".

Por tanto cada riesgo se definirá con las siguientes abreviaturas:

**P (B,M,A) – CONS (L,G,MG) – NR (T,TOL,M,I,IN)**

## 5.- RESULTADOS.

### 5.1.- INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS Y SOLAR TÉRMICA, TECNOLOGIA, COMPONENTES Y TIPOS.

En los siguientes apartados se definirán las características técnicas de este tipo de instalaciones, ya que es necesario conocerlas para abordar su instalación desde el punto de vista de la seguridad.

#### 5.1.1.-SOLAR FOTOVOLTAICA. TECNOLOGIA.

Este tipo de instalaciones tienen como cometido la generación de energía eléctrica en baja tensión en corriente continua, y para ello utilizan como materia prima la radiación proporcionada por el Sol.

Es por lo anterior que podemos aseverar que se trata de una instalación altamente novedosa y que además tiene un importante interés social al generar energía limpia, lo cual contribuye al desarrollo sostenible.

El proceso por el cual se produce la conversión directa de la energía solar en energía eléctrica en corriente continua, se debe a un fenómeno físico conocido como efecto fotoeléctrico, por el cual se produce interacción entre la radiación luminosa con los electrones de materiales semiconductores.

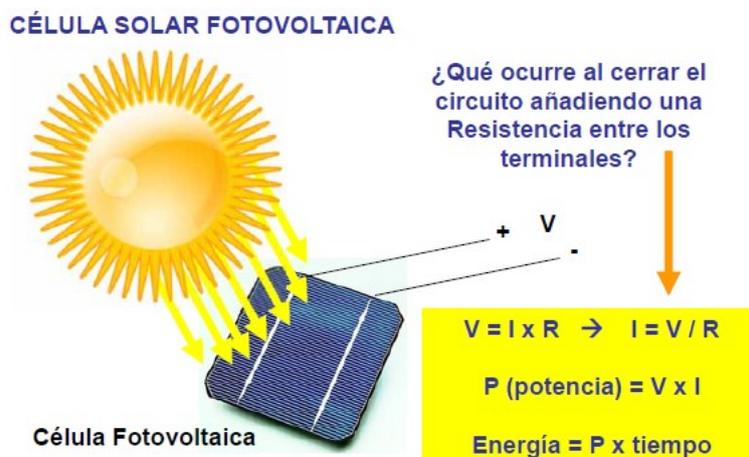


Figura 4 – Efecto Fotoeléctrico

El material utilizado por excelencia como semiconductor para esta tecnología es el Silicio, y los electrones de la última capa de los átomos de este material son liberados si se les somete a la acción de la luz. Esta liberación de electrones puede llegar a generar una corriente de éstos si se produce con la suficiente energía.

Si vamos colocando placas en serie al final generaremos una corriente de electrones.

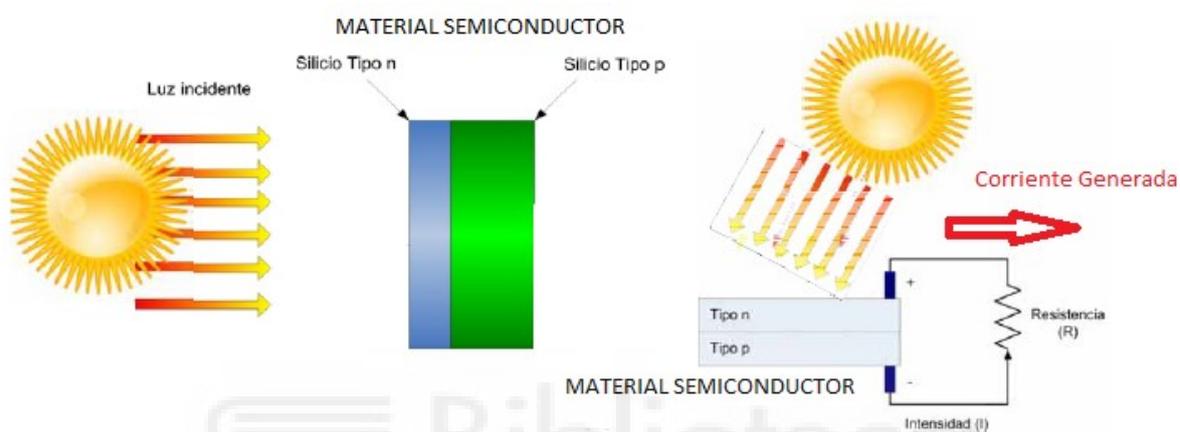


Figura 5 – Efecto Fotoeléctrico. Generación de Corriente.

La principal forma de caracterizar un panel fotovoltaico es medir sus prestaciones eléctricas para unas condiciones ambientales específicas. Si una rad

Para la caracterización de un módulo fotovoltaico se miden sus prestaciones eléctricas en unas condiciones ambientales determinadas. Se le ilumina con una radiación solar de 1000 W/m<sup>2</sup> de a una temperatura de la célula de 25 °C con 1m/s de velocidad del viento.

La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico) y la energía se mide en kWh y la energía producida se mide en kWh.

Para generar 1kWh sería necesario que 1 paneles solar de 1000Wp recibiese 1000 W/m<sup>2</sup> de radiación en un periodo de una hora.

Las partes fundamentales que constituirán la instalación solar son los paneles fotovoltaicos, que son los encargados de producir energía eléctrica en forma de corriente continua CC gracias a la luz solar y los inversores que son los equipos encargados de que dicha energía generada en corriente continua sea convertida a corriente alterna apta para el consumo por los receptores de la instalación.

### 5.1.2.-SOLAR FOTOVOLTAICA. COMPONENTES.

A continuación detallaremos los componentes principales de las instalaciones fotovoltaicas y su ubicación para instalaciones en cubiertas de edificios o naves.

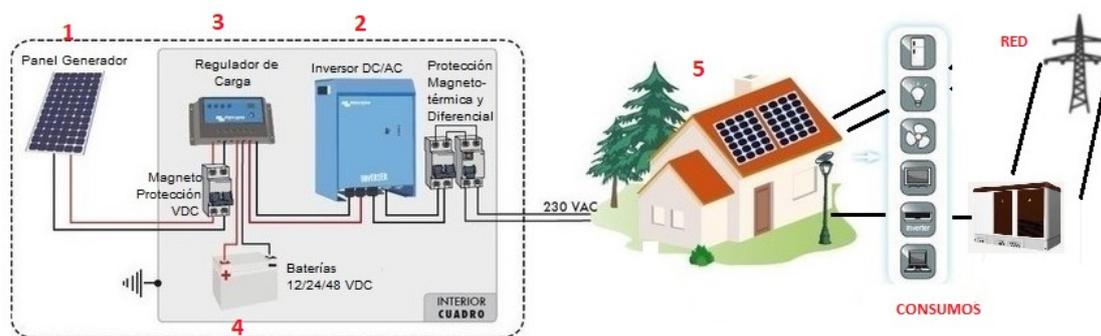


Figura 6 – Diagrama básico de componentes en instalaciones solares fotovoltaicas.

#### 1.- Paneles Solares.

Las funciones de estos serán captar la radiación solar y transformarla en energía eléctrica, generando así una corriente continua.

Están compuestos por células fotovoltaicas fabricadas en materiales semiconductores, generalmente silicio, unidas entre sí y protegidas por una lámina de vidrio y un marco metálico alrededor.

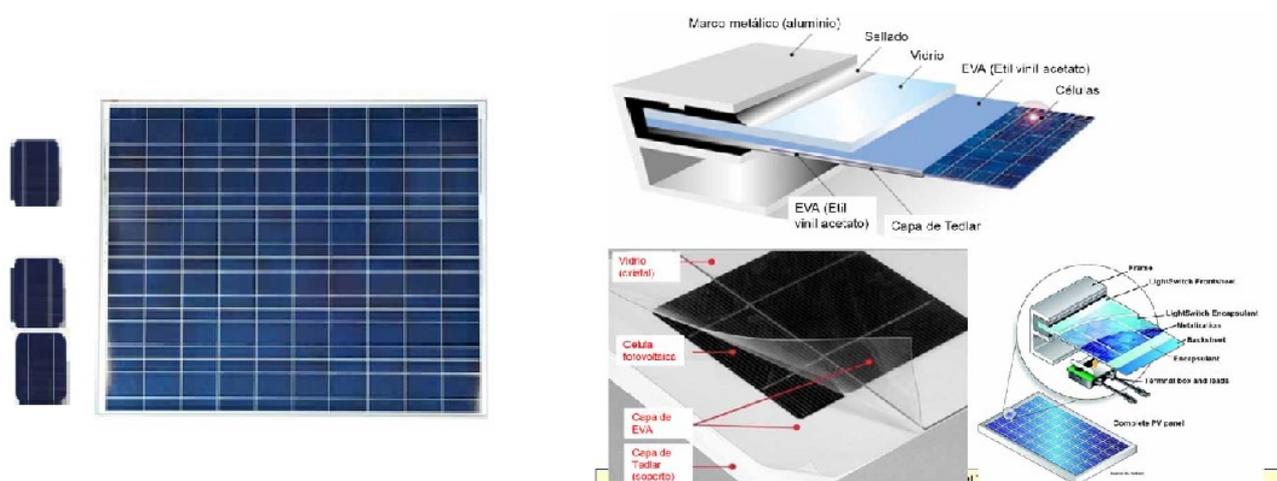


Figura 7 – Células Fotovoltaicas, Paneles Fotovoltaico y sección constructiva de un panel.

Son los equipos mayoritarios en las instalaciones solares fotovoltaicas y su ubicación es en la propia cubierta, orientados hacia el sur para captar la mayor irradiación posible.



Figura 8 – Ubicación de Paneles Solares en Cubierta.

## 2.- Inversor.

El inversor fotovoltaico es el componente de la instalación el cual permite adaptar la energía a las características del consumo y junto con el paneles fotovoltaico diremos que son los dos equipos principales de las instalaciones solares fotovoltaicas. Su función principal es realizar una conversión entre la CC proporcionada por los paneles, a CA apta para el consumo por parte de los receptores de la instalación.



Inversor ABB



Inversor VICTRON



Inversor SMA

Figura 9 – Tipos de Inversores de las principales marcas.

La ubicación de los inversores puede ser variada, los podemos encontrar sobre la cubierta, pero lo mejor para protegerlos de las condiciones atmosféricas es ubicarlos en interiores.



Figura 10 – Inversor ubicado en la cubierta.



Figura 11 – Inversor ubicado en el interior de un cuarto de cuadros eléctricos.

### 3.- Regulador de Carga.

En el caso de que se tratase de una instalación con baterías para acumular la energía generada, el regulador de carga es el componente de la instalación que se encarga de controlar la carga de las baterías. Se encarga de que las baterías no alcancen umbrales peligrosos de descarga o también que le lleguen a estas los valores de tensión e intensidad óptimos.



Figura 12 – Regulador de Carga.

La ubicación de estos equipos es siempre en el interior de la instalación, cerca de las baterías o cuadros eléctricos y de maniobra.

### 4.- Baterías.

Son los equipos encargados de almacenar la energía generada por la instalación y que no ha sido consumida en ese momento. En periodos en que la energía generada por la instalación es mayor que la consumida, permite almacenarla para aprovecharla en otro momento, como por ejemplo de noche cuando la solar fotovoltaica no es capaz de producir energía alguna.

Deben ubicarse en el interior para protegerlas de las inclemencias atmosféricas, el calor o el frío ya que no les viene nada bien. Además deben estar en cuartos ventilados.



Figura 13 – Sala de Baterías.

### 5.- Estructura portante.

Es el encargado de fijar los paneles fotovoltaicos a la cubierta y proporcionarles el anclaje necesario para que aguanten las cargas de viento o nieve. Además de proporcionar la inclinación y orientación a los mismos para el mayor aprovechamiento de la luz solar.

Hay que tener en cuenta que es el elemento que más peso o carga aporta sobre la cubierta, por tanto hay que tener en cuenta muy bien su diseño. Es el encargado de fijar los paneles



Figura 14 – Estructura soporte.

### **5.1.3.-SOLAR FOTOVOLTAICA. TIPOS.**

Las instalaciones solares fotovoltaicas a instala en cubiertas se dividen en los siguientes dos grandes bloques.

- 1- Conectadas a Red
- 2- Aisladas de Red.

A su vez las conectadas a la red se dividen en dos grandes subgrupos, las e venta directa o las de autoconsumo sujetas a venta de excedentes o compensación de los mismos.

Al objeto del presente documento es irrelevante la clasificación ya que todas requieren casi de los mismos componentes básicos del apartado anterior.

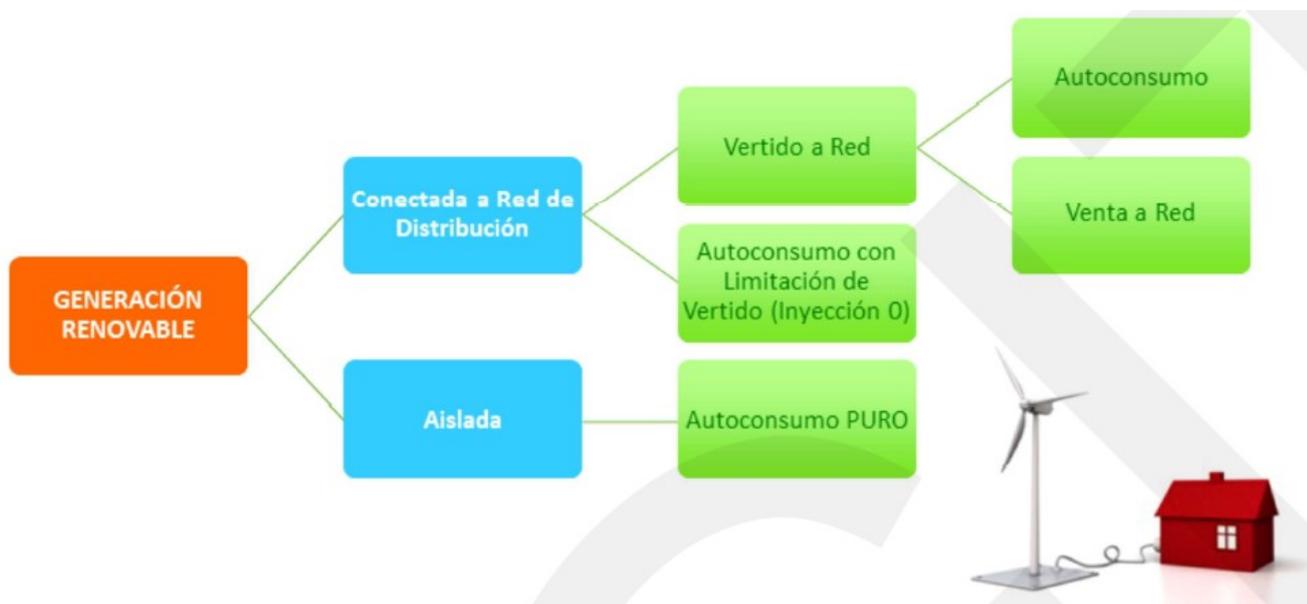


Figura 15 – Tipología Instalaciones Solares Fovoltaiacas en cubiertas

#### **5.1.4.-SOLAR TERMICA. TECNOLOGIA.**

Los principios en los que se basa la energía solar térmica son básicos. Principalmente utiliza el calor proporcionado por el sol para calentar un fluido, generalmente agua, cuando pasa por un captador solar que concentra la energía térmica que proviene del sol, para posteriormente introducir ese fluido en un acumulador y utilizarlo a demanda. Como por ejemplo para agua caliente sanitaria.

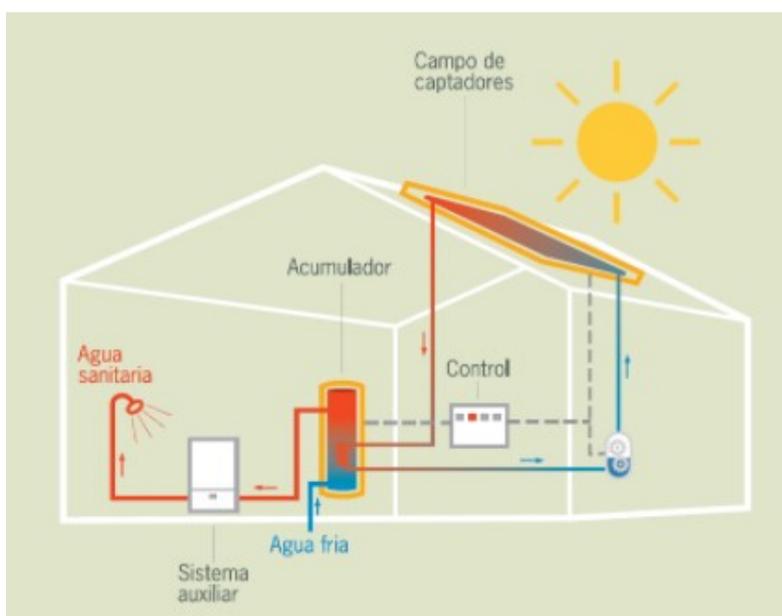


Figura 16 – Esquema Instalación solar térmica.

### **5.1.5.-SOLAR TERMICA. COMPONENTES.**

La energía solar térmica para su óptimo funcionamiento precisa de los siguientes componentes mínimos.

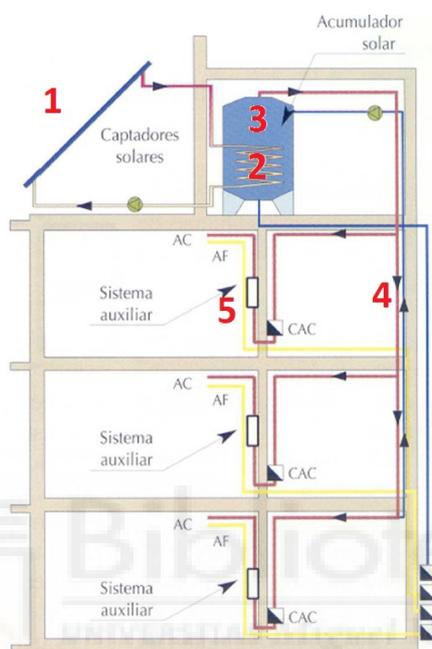


Figura 17 – Componentes.

**1.- Sistema de captación:** El sistema de captación, como su propio nombre indica es el encargado de captar la energía solar y transformar esa energía que incide en forma de radiación en energía térmica la cual se consigue calentando el fluido de trabajo.

**2.-Sistema de intercambio:** Formado por los intercambiadores de calor y serpentines, es el encargado de transferir el calor entre el fluido de trabajo que circula por el circuito primario y el agua que circula por el circuito secundario.

**3.-Sistema de acumulación:** Formado por los tanques de almacenamiento y depósitos, se carga de almacenar la energía térmica en forma de agua a alta temperatura

**4.-Sistema de transporte:** Formado por las tuberías, es el encargado de hacer circular por la instalación los fluidos del sistema.

**5.- Sistema de energía de apoyo:** Formado por calentadores auxiliares, como su nombre indica es capaz de apoyar al sistema principal en momentos puntuales de alta demanda..

### 5.1.6.-SOLAR TERMICA. TIPOS.

En cuanto a los tipos de instalaciones para energía solar térmica dedicada al agua caliente sanitaria (ACS), encontramos 4 tipos principales que se relacionan a continuación:

1-Instalación Centralizada: Es aquella en la que los equipos de acumulación son únicos y para todos los consumos.

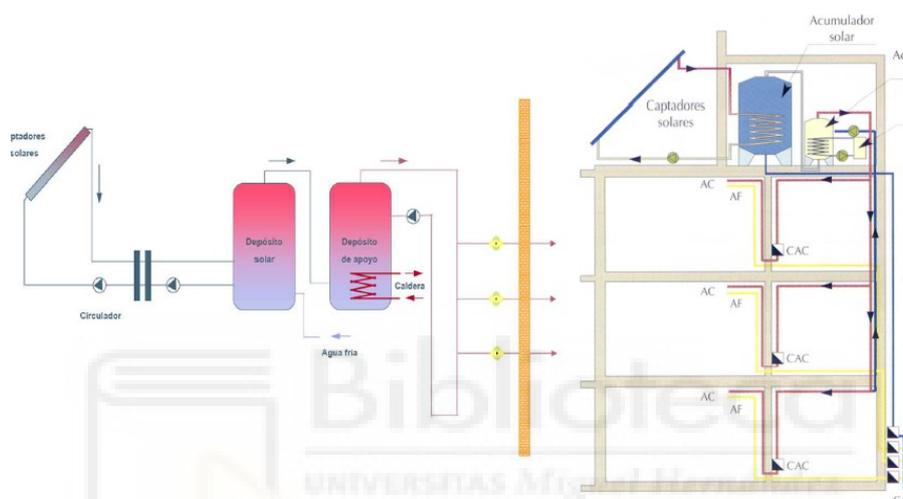


Figura 18 – ACS Instalación centralizada.

2-Instalación Centralizada con apoyo individual: Es aquella en la que los equipos de acumulación son únicos para todos los consumos pero se dispone de calentadores de apoyo para los consumos.

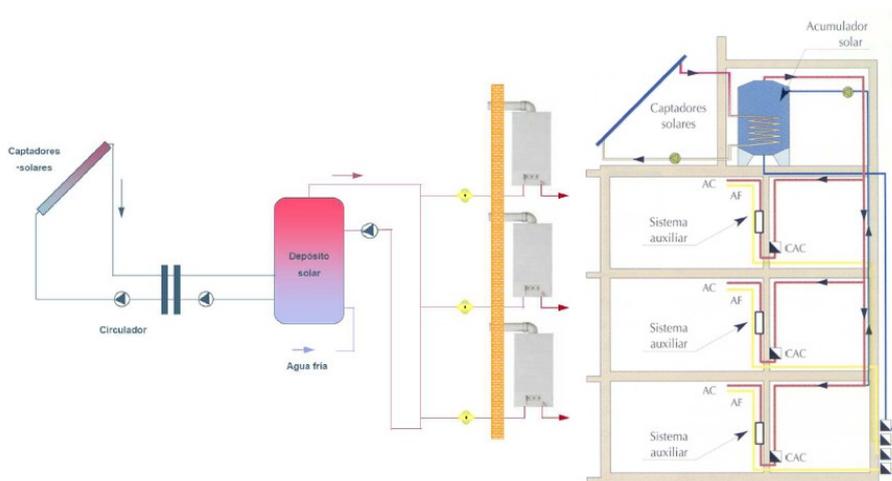


Figura 19 – ACS Instalación centralizada con apoyo individual.

**3 Solo captación centralizada:** Es aquella en la que solo los equipos de captación son centralizados y comunes en cubierta, los de almacenamiento o apoyo auxiliar son individuales.

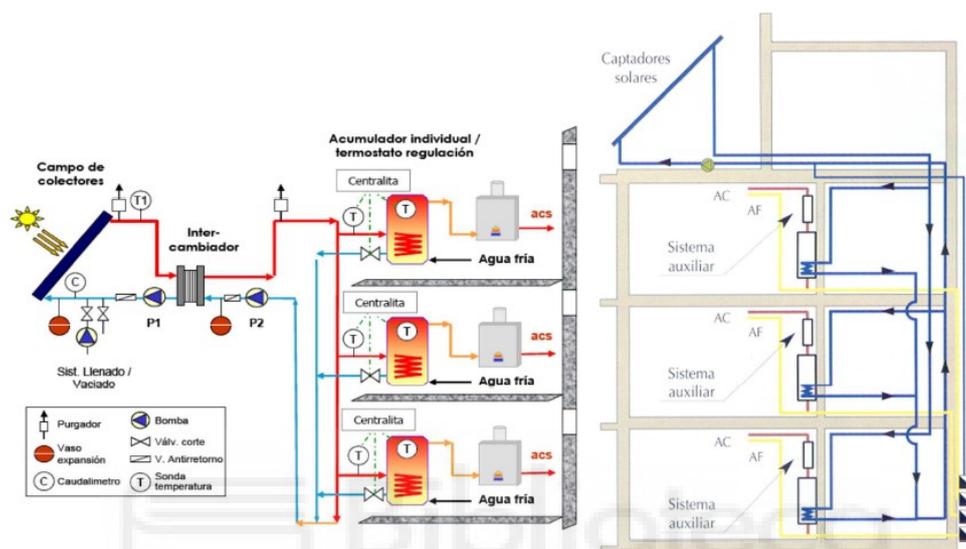


Figura 20 – ACS Instalación solo centralizada la captación.

**4 Sistema totalmente individual:** Es aquella en la que todos los sistemas son individuales.

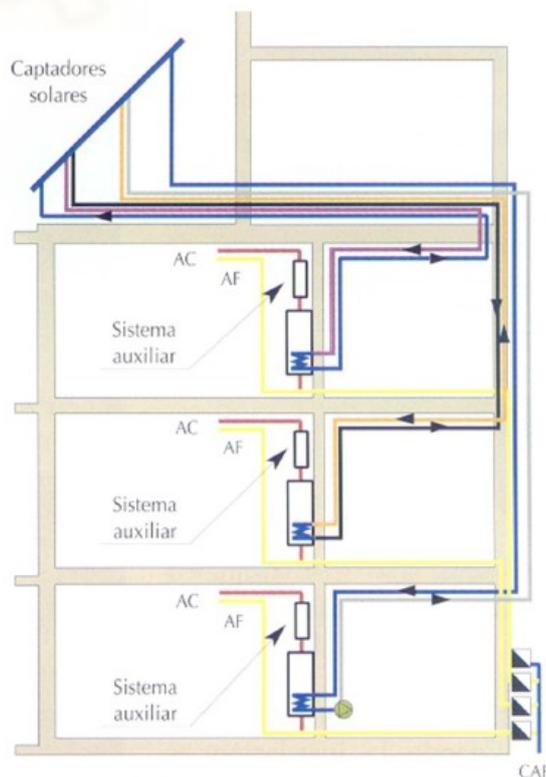


Figura 21 – ACS Instalación individual.

## 5.2.- CUBIERTAS. TIPOLOGIAS Y CLASIFICACIÓN.

En los siguientes puntos se realiza una clasificación y descripción de los principales tipos de cubiertas de edificios en los cuales se ubican las instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas.

Mencionar que esta tipología sería innumerable por la gran variedad de tipos constructivos y materiales empleados en las cubiertas, por lo que la clasificación se realizará en base a la normativa sectorial principal que le aplica, el Código Técnico de la Edificación, concretamente en su documento básico HS.



**Ministerio de Fomento**  
Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda  
Secretaría General de Vivienda  
Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo

# Documento Básico **HS**

---

## Salubridad

---

Dicho documento clasifica las cubiertas en función de su pendiente, cubiertas inclinadas y cubiertas planas.

Podemos clasificar las cubiertas:

### 1-Por los materiales de acabado.

1.1 - Pesadas (compuestas generalmente por teja o en su caso por pizarra).

1.2 - Ligeras (formadas por placas o perfiles de zinc, también fibrocemento, sintéticos, o incluso aleaciones ligeras).

### 2-Por su pendiente.

2.1 - 0 - 15%: Azoteas o cubiertas planas.

2.2- > 5 – 60%: Pendiente mínima en cubiertas inclinadas dependiendo del material de acabado. - Curvas: Bóvedas o cúpulas. A su vez las cubiertas planas podrán clasificarse según distintos criterios.

### 3- Por su uso.

3.1- Transitables. Las cubiertas transitables serán las que tengan una pendiente comprendida entre el 1 y el 5% y cuya capa de protección permite el tránsito peatonal o rodado por su superficie.

3.2- No transitable. Son las que tienen pendientes entre el 1 y el 15% o protegidas con capa de grava. No permiten el tránsito peatonal.

3.3 - Ajardinadas. Su pendiente máxima será del 5% y son aquellas que están cubiertas por una capa vegetal.

### 4- Por su ventilación.

4.1 - Fría o a la catalana. Son aquellas con cámara de aire entre el soporte y la estructura.

4.2 - Caliente. No hay espacio entre soporte y estructura.

Prestaremos especial atención a dos clasificaciones que son las principales, por pendiente y por su uso.

### **5.2.1.-CUBIERTAS INCLINADAS.**

Las cubiertas inclinadas son aquellas que más riesgos presentan para el montaje de instalaciones en las mismas, ya que generalmente se clasifican también como no transitables debido a su pendiente y porque no están hechas para el tránsito sobre ellas, si no para la evacuación del agua por las mismas.

Se exponen a continuación sus dos clasificaciones principales, por elementos constructivos y pendiente, y por configuración.



Figura 22 – Imagen de trabajos en cubierta inclinada.

### 1-Clasificación por elementos constructivos y pendiente:

El Código técnico de la edificación las clasifica según su pendiente y sus características constructivas.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima en %		
Teja <sup>(3)</sup>	Teja curva	32		
	Teja mixta y plana monocanal	30		
	Teja plana marsellesa o alicantina	40		
	Teja plana con encaje	50		
Pizarra		60		
Tejado <sup>(1) (2)</sup>	Cinc	10		
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10	
		Placas asimétricas de nervadura grande	10	
		Placas asimétricas de nervadura media	25	
	Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10	
		Perfiles de ondulado pequeño	15	
		Perfiles de grecado grande	5	
	Placas y perfiles	Perfiles de grecado medio	8	
		Perfiles nervados	10	
		Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado o nervado grande	5
			Perfiles de grecado o nervado medio	8
	Aleaciones ligeras	Perfiles de nervado pequeño	10	
		Paneles	5	
		Perfiles de ondulado pequeño	15	
	Perfiles de nervado medio	5		

Figura 23 – Clasificación de las cubiertas inclinadas por pendiente.

### 2-Clasificación por configuración.

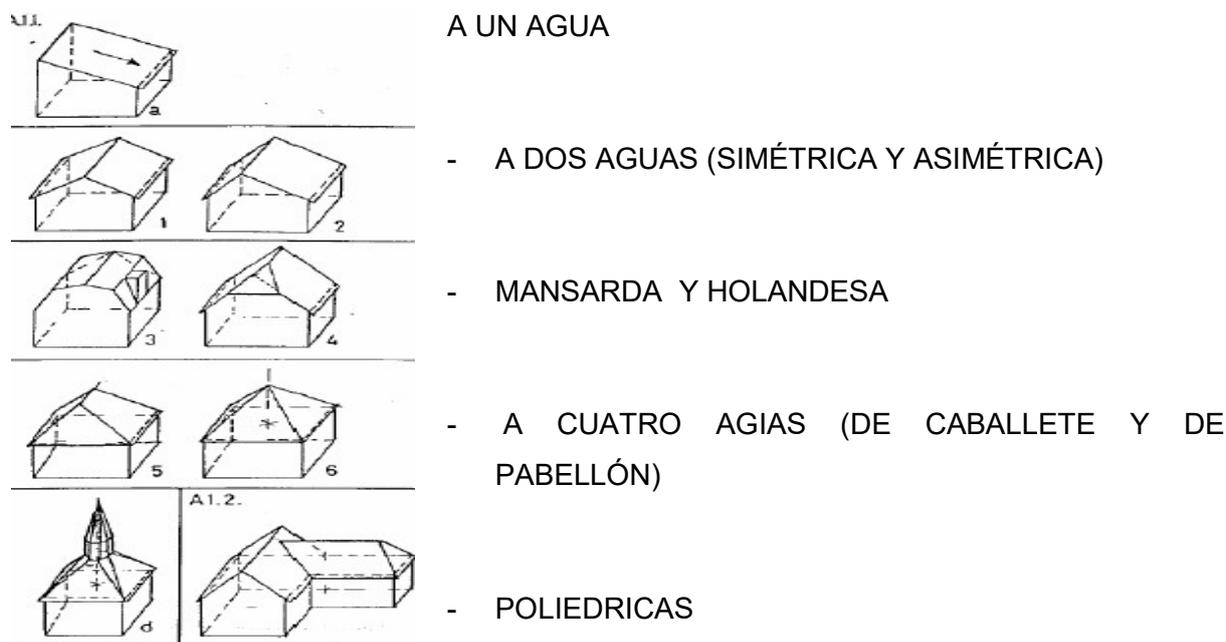


Figura 24 – Clasificación de las cubiertas inclinadas configuración.

## 5.2.2.-CUBIERTAS PLANAS

Son aquellas que disponen de una pendiente menor y además se diferencian, entre otros elementos, por la manera en que se remata el acabado superior. Las características de este es lo que las hace transitables o no transitables en función de sus cualidades y de los materiales que han sido utilizados para su construcción.



Figura 25 – Instalación solar fotovoltaica en cubierta plana transitable..

En la siguiente imagen se detalla una tabla que recoge los principales tipos de cubiertas planas.

CLASIFICACIÓN DE LAS CUBIERTAS PLANAS						
TRANSITABILIDAD		ACABADO	AISLANTE	VARIANTES		
Transitable	Peatonal	Solado fijo	Sin aislamiento	No ventilada		
			Con aislamiento	Convencional	No ventilada	
			Ventilada			
			Invertida			
	Tráfico rodado	Rodadura hormigón o rodadura asfalto	Sin aislamiento	Convencional		
			Con aislamiento	Invertida		
		Sin aislamiento	Variantes para:	Tráfico ligero		
		Con aislamiento		Tráfico pesado		
No transitable	Protección pesada	Grava	Sin aislamiento	Convencional		
			Con aislamiento	Invertida		
		Ajardinada	Sin aislamiento	Variantes para:	Modalidad extensiva	
			Con aislamiento		Modalidad intensiva	
	Protección ligera	Autoprotegida	Sin aislamiento	Convencional		
			Con aislamiento	Convencional		

Figura 26 – Clasificación de las cubiertas planas

### **5.2.3.-PRINCIPALES RIESGOS DE LOS TRABAJOS EN CUBIERTAS.**

Los riesgos asociados a los trabajos realizados en cubiertas se tendrán en cuenta desde que se accede a las mismas, hasta que se desciende ellas, ya que aunque el acceso no se produzca en la misma cubierta si no por elementos auxiliares se considera que es un riesgo inherente al trabajo en cubiertas.

Además de los propios riesgos de cada una de las fases de las obras para instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas que se analizarán más adelante, como manejo de cargas o contactos eléctricos, todos los trabajos que se realicen en cubiertas independientemente de cuales sean van a tener unos riesgos fundamentales y comunes a todos los trabajos, estos son:

#### **1- Caídas de altura.**

Las caídas de altura son el principal riesgo y el más temido de los trabajos en cubierta, estas se pueden producir:



Figura 27 – Imagen de Caída de cubierta

- Al ascender o descender de la cubierta mediante elementos fijos o auxiliares.
- Caída producida por resbalo del operario debido a humedad del ambiente, rocío por la mañana, lluvia, nieve...
- Al realizar trabajos en las zonas más peligrosas de las cubiertas cuando no se dispone de los elementos anticaídas óptimos.
- Cuando se produce una rotura de la cubierta por sobrecarga.
- Al pisar tragaluces, claraboyas o patinillos de instalaciones, los cuales no estén preparados para soportar sobrecargas.

## 2- Golpes por caída de materiales.

El izado y transporte de materiales hasta la cubierta conlleva un riesgo de caída de los mismos sobre personas o viene, por tanto estos deben realizarse mediante todos los elementos de seguridad.



Figura 28 – Imagen de subida de material a cubierta.

## 3- Exposición a agentes ambientales adversos.

La situación expuesta de las cubiertas respecto del clima, las hace propensas a que los operarios que trabajan sobre ellas puedan sufrir las inclemencias atmosféricas con mayor virulencia que en otros tipos de trabajos, como pueden ser:

- Golpes de calor producidos por exposición a altas temperaturas o al sol.
- Fenómenos de tormentas eléctricas.
- Frio.
- Lluvia.
- Niebla y por tanto baja visibilidad.

## **5.3.- EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA OBRAS EN CUBIERTAS.**

A continuación se detallan y describen las características de los principales equipos de protección colectiva a instalar en cubiertas para la realización de obras e instalaciones sobre ellas, así como los equipos de protección personal.

### **5.3.1.-EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA PARA INSTALACIONES SOBRE CUBIERTAS.**

La protección colectiva es una técnica de la seguridad la cual permite o proporciona protección al mismo tiempo a más de un trabajador para un riesgo determinado.

La ley 31/1995 de PRL en el apartado h del artículo 15 especifica que se deben anteponer las medidas de protección colectiva frente a la individual, y que estas últimas pueden ser complementarias a las colectivas.

Los principales medios de protección colectiva en cubiertas son:

1. Barandillas.
2. Redes antiácidas.
3. Pasarelas para lucernarios.
4. Delimitación y señalización de zonas de trabajo.
5. Extintores de incendios.
6. Orden y limpieza.

#### **5.3.1.1.- BARANDILLAS.**

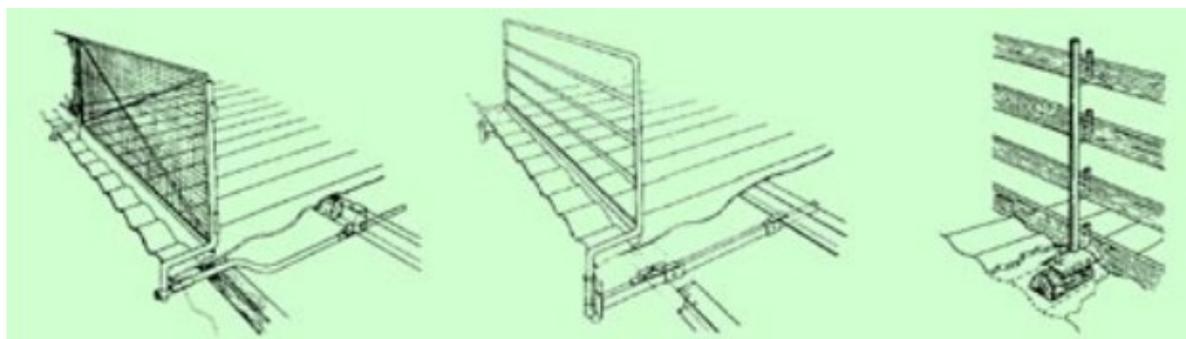
Son elementos que protegen a los trabajadores frente a caídas a distinto nivel.



Figura 29 - Barandilla instalada en cubierta fotovoltaica.

La manera de instalar las barandillas debe cumplir con los siguientes puntos:

- Se deben prever en el perímetro de los tejados de los edificios puntos de anclaje permanentes.
- Las barandillas de protección rígida se deben situar siempre en el perímetro del tejado, y en función de la pendiente y de la geometría del mismo así se le darán de altura las barandillas, pero en ningún caso esta será inferior a 0,90 m, además deberemos colocar un rodapié de 30 cm de altura para impedir la caída de objetos o materiales. La resistencia será de 150 kg/ ml.
- Si se interviene frecuentemente en la cubierta, su instalación será permanente.



a) Fijadas sobre vigas de madera

b) Fijadas sobre vigas metálicas

c) Fijadas sobre la cubierta

Figura 30 - Varios tipos de barandillas.

### 5.3.1.2.- REDES ANTICAIDAS.

La Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales establece los principios de la acción preventiva de los riesgos derivados del trabajo. Tal y como se ha comentado en los puntos anteriores antepone las medidas colectivas a las individuales.

Además el RD 1627/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de la construcción, indica que los sistemas principales de protección colectiva frente a las caídas de altura, es el uso de redes de seguridad.

Las redes de seguridad bajo la cubierta están diseñadas y se instalan para evitar la caída de los trabajadores así como de materiales durante las operaciones de tránsito por cubiertas ligeras no transitables.

Después de realizar las labores para las que estas redes se han instalado deberán ser desmontadas.

Existen 4 sistemas de redes anticaídas, Sistema V, S, T y U.

- Sistema V: red de seguridad con cuerda perimetral sujeta a un soporte tipo horca. Este sistema está diseñado para su utilización vertical.



Figura 31 – Red Anticaída sistema V.

- Sistema S: red de seguridad con cuerda perimetral. Este sistema está diseñado para su utilización horizontal.



Figura 32 – Red Anticaída sistema S.

- Sistema T o perimetral: red de seguridad sujeta a bandejas / consolas para su utilización horizontal.

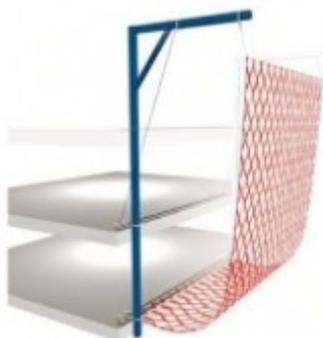


Figura 33 – Red Anticaída sistema T.

- Sistema U: red de seguridad sujeta a una estructura soporte para su utilización vertical.

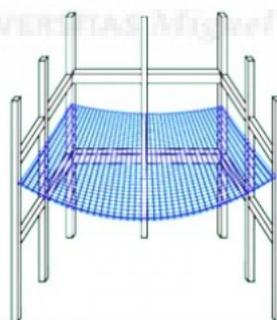


Figura 34 – Red Anticaída sistema S.

Dependiendo del tipo de cubierta se empleará un sistema u otro.

- Para el caso de cubiertas ligeras no transitables, es aconsejable el sistema en S o en U, ya que se colocan debajo de la cubierta, en la estructura, y permiten la sujeción del operario en caso de rotura de la cubierta.
- Para cubiertas con cierta resistencia e incluso transitables, donde no se espera una rotura de la misma si no posibilidad de caída por el borde de la misma, se usa preferiblemente el modelo V o T.

Los sistemas de protección colectiva formados por redes de seguridad no disponen del marcado "CE" ya que no pueden ser considerados como máquinas por la Directiva de Maquinas (D 98/37/CE) y tampoco pueden ser considerados productos para la construcción (D 89/106/CEE). Si bien es cierto que los montajes utilizando estos sistemas deberán disponer de un certificado que esté basado en la Norma UNE-EN 1263-1, y se realizará para todo el conjunto del sistema formado por distintos elementos ya que todos ellos actúan de forma directa sobre el conjunto.

EL encargado de realizar el mencionado certificado en base a la norma UNE-EN 1263-1 será el fabricante.



Figura 35 – Ejemplo de etiquetado conforme UNE-EN 1263-1.

Para el caso de naves industriales con cubierta ligeras no transitables el sistema de red más idóneo es el sistema en S, ya que la red se instala por debajo de la cubierta, reteniendo al operario en caso de rotura de la cubierta.

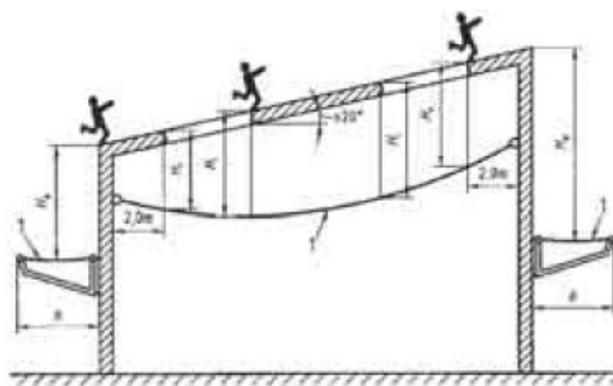


Figura 36 - Instalación de red tipo S.

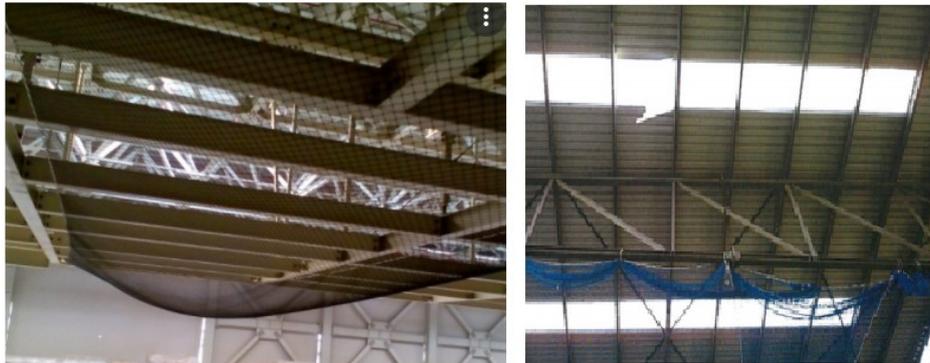


Figura 37 - Redes Anti caída bajo cubierta.

### 5.3.1.3.- PASARELAS PARA LUCERNARIOS.

Para no pisar directamente sobre los elementos más frágiles de las cubiertas, como son los lucernarios y claraboyas, los trabajadores deberán utilizar pasarelas para circular por ellas.

Estas pasarelas suelen fabricarse en aluminio y madera, siendo las más comunes las de aluminio ya que es ligero y no se oxida. Además deberá tener agujeros para disminuir la acción del viento sobre ellas, deberán también ser antideslizantes para evitar las caídas y resistentes.

Principalmente el límite de pendiente para su colocación es del 40%, y la resistencia para carga máxima es de 100kG cada 2,25m.

En la siguiente imagen se observa detalle las mencionadas pasarelas y la instalación de una sobre lucernarios.

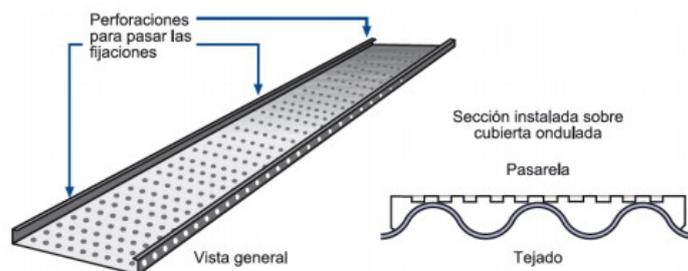


Figura 38 - Pasarela para cubiertas. Fuente NTP 448.

#### 5.3.1.4.- DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE TRABAJO.

La delimitación de los espacios donde se realizan trabajos es una tarea necesaria y la cual se considera una acción de protección colectiva. Esto es así debido a que las labores y tareas que se desempeñan en obras o instalaciones pueden ocasionar riesgos y peligros a terceros, por tanto la delimitación de los espacios reservados a las obras es de vital importancia para que se preserve el acceso a los mismos. Esta delimitación se llevará a cabo mediante elementos de señalización como los de la imagen siguiente.



Figura 39 - Cinta de señalización, malla de seguridad, barra retráctil sobre conos.

En el caso de instalaciones en cubiertas se delimitará y señalizará tanto la zona de las obras en cubierta como los espacios reservados a nivel de suelo para acopio de material, accesos a la cubierta, etc.

La señalización se colocará en lugares visibles de la obra, ubicando además señales de prohibición de acceso a la instalación a personal no autorizado y avisando de los riesgos y equipos de protección obligatorios para el acceso, mediante señalización conforme a El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

Una señalización se considerará correcta y que cumple con su principal objetivo de prevenir accidentes, cuando como mínimo cumple con:

- Se debe captar la atención del trabajador lo más rápidamente posible por tanto debe ser muy llamativa.
- Debe estar colocada de tal forma que el riesgo sobre el que pone el foco pueda dar tiempo a evitarse con antelación.
- Debe ser clara y comprensible.
- Debe permitir cumplir lo indicado.

- Cuando el sistema de señalización en la obra se establezca, se avisará a todos los trabajadores implicados,
- Para la señalización se podrán usar señales gestuales, acústicas, visuales y luminosas.

#### Cinta de señalización

Este tipo de cintas de materiales plásticos y con franjas de color amarillo y negro inclinadas 60 grados se usan para delimitar zonas de caídas de objetos u obstáculos.

#### Cinta de delimitación de zona de trabajo

Este tipo de cintas sirven para evitar el acceso de personas ajenas a la obra ya que esto representa un alto riesgo, y serán de color llamativo como rojo o blancas y rojas.

#### Señalización de circulación

Para compaginar el paso de vehículos y maquinaria con el tránsito de personas en las obras se deben usar señales especiales para limitar velocidades, preferencias de paso etc. Y se usará la norma de Carreteras 8.3-I.C.

#### Vallas de limitación de seguridad

Esta valla se coloca en las zonas de riesgo y de influencia más cercana.



Figura 40 - Señalización de la obra conforme a RD 485/1997.

### 5.3.1.5.- EXTINTORES DE INCENDIOS.

Los extintores de incendios se consideran una medida de protección colectiva, y además obligatoria debido al alto riesgo de incendios en las obras, producidos por chispas de máquinas o herramientas manuales, fallos eléctricos, etc.

Deberán cumplir con Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y estar señalizados con su correspondiente señal de forma rectangular con pictograma blanco y fondo rojo, propio de las instalaciones de protección contra incendios.

El número y disposición de los extintores será variable en función del tamaño de la obra, pero como mínimo habrá uno a nivel de suelo y otro si es posible en la cubierta de manera que se reduzca el tiempo y distancia desde que se produce el incendio hasta su uso, por norma general serán de polvo ABC de 6kg.



Figura 41 - Señalización de extintor conforme a RD 485/1997 y varios extintores.

### 5.3.1.6.- ORDEN Y LIMPIEZA.

No siendo un elemento físico como tal, el orden y la limpieza se consideran protecciones colectivas ya que la falta de orden y limpieza incrementa el riesgo de caídas, cortes, golpes y toda clase de resbalones tropiezos, y entorpecimiento de vías de desplazamiento de trabajadores y maquinaria.

Durante la ejecución de los trabajos se deberá atender a principios generales de orden y limpieza tales como:

- Limpiar y mantener todos los equipos de manera regular.
- Organizar el trabajo de manera que se disponga de tiempo para ordenar y limpiar.
- Establecer una agenda periódica para la limpieza y el orden.

- No se acopiarán materiales sueltos innecesariamente
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Segregar y depositar los residuos en los contenedores habilitados conforme al plan de gestión de residuos de la obra.
- Controlar el correcto acopio de los escombros de la obra.
- Retirar los materiales caducados y en mal estado.

Estas medidas se deberán completar y detallar en el correspondiente plan de seguridad de los futuros contratistas de la obra.

### **5.3.2.-EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA INSTALACIONES SOBRE CUBIERTAS.**

En el punto anterior se han detallado los equipos de protección colectiva, por lo que corresponde ahora detallar los equipos de protección personal e individual para instalaciones a realizar en cubiertas.

#### **5.3.2.1.- SISTEMAS DE PROTECCION INDIVIDUAL ANTICAIDAS.**

Son sistemas de protección que se utilizarán de forma complementaria a las protecciones colectivas, siempre y cuando estas últimas no hayan conseguido acabar de manera completa con los riesgos derivados de las caídas en altura.

Son componentes diseñados y fabricados expresamente para ser usados de manera personal y para prevenir o detener la caída libre.

Este tipo de sistemas estarán formados por 3 componentes:

- 1- Sistema de prensión del cuerpo: Es el elemento que se coloca en torno al cuerpo del operario y lo sujeta. Generalmente suele ser un arnés de seguridad y este debe fabricarse conforma a la norma EN 361:2002.

ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS.

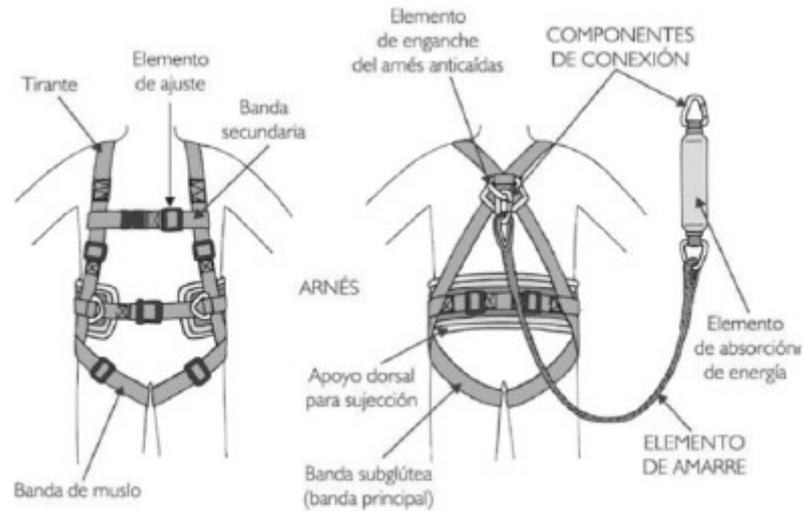


Figura 42 - Elementos principales del arnés de seguridad.

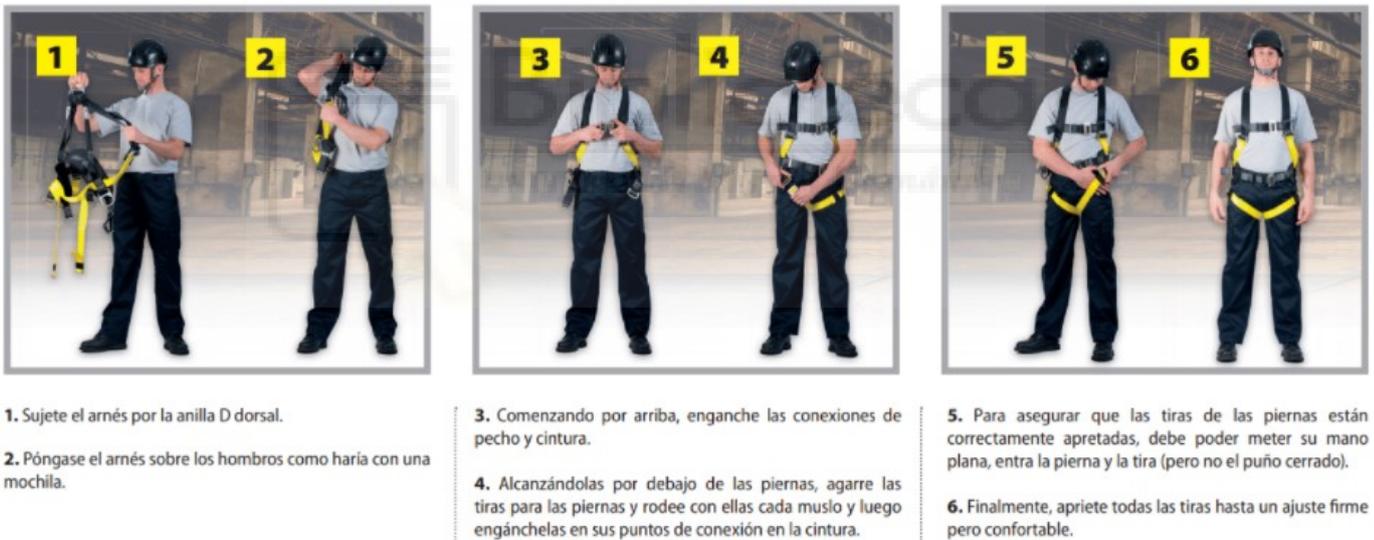


Figura 43 - Fases de colocación del arnés de seguridad.

2- Sistema de conexión: Como su propio nombre indica es el elemento que servirá de conexión entre el elemento de prensión al cuerpo y elemento de anclaje del sistema a la cubierta y puede ser de diversos tipos:

a) Anticaídas deslizante sobre línea flexible o rígida.

Este dispositivo está conformado por un elemento con función de bloqueo automático, el cual se desplaza sobre la línea de anclaje manejada por el trabajador, pudiendo ser esta rígida o flexible.



Figura 44 - Sistema anticaídas sobre línea rígida, y sobre línea flexible.

b) Anticaídas retráctil.

Este tipo de dispositivos funciona como el de los cinturones de seguridad de los vehículos disponiendo de un elemento mecánico que aporta tensión y amarre retráctil.



Figura 45 - Sistema anticaídas retráctil.

c) Absorvedor de energía.

Este equipo se conforma por un elemento denominado de absorción al que se le incorpora un elemento de amarre, no superando habitualmente los 2 metros de longitud total.



Figura 46 - Absorvedor de energía.

d) Conector.

EL conector es el elemento fundamental y común a todos los dispositivos anticaídas ya que es el dispositivo que conecta los diferentes componentes del sistema entre si.



Figura 47 - Ejemplos de conectores.

- 3- Sistema de anclaje a la cubierta: Se basan en la norma EN 795:2012 la cual define este tipos de dispositivos de anclaje como *“al conjunto de elementos que incorpora uno o más puntos de anclaje (fijos o móviles) unido a la estructura mediante un anclaje estructural o mediante un elemento de fijación, concebido para ser usado como parte de un sistema de protección personal contra caídas, diseñado para poder ser retirado de la estructura (aunque sólo sea para su revisión), ser parte de un sistema de anclaje y ser utilizado por un único usuario”*.

La norma mencionada anteriormente que regula este tipo de dispositivos de anclaje defino 5 clases o tipos. Podemos ver su clasificación en la NTP809.

Tipo A) - Dispositivos de anclaje con uno o varios puntos de anclaje fijos y que necesitan quedar anclados a la estructura. Proporciona un punto de anclaje fijo, por lo que el usuario de este sistema tiene movilidad limitada.

ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS.

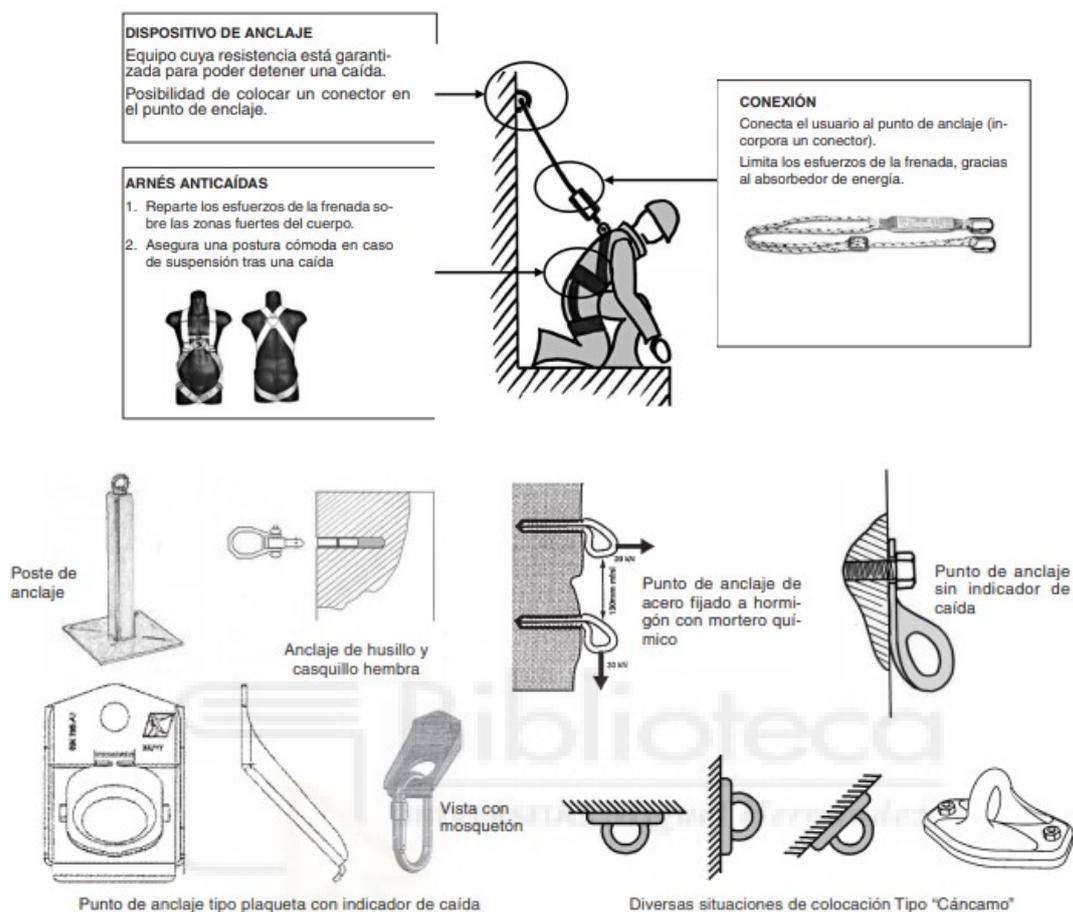


Figura 48 - Ejemplos de anclajes estructurales.

Tipo B) – Este tipo de sistemas se usa de manera provisional.. El dispositivo de anclaje debe tener una resistencia superior a 10 kN en la dirección en la que se aplicará la fuerza en caso de caída (comprobada por ensayo sobre un modelo en laboratorio o por cálculo). Su diseño debe permitir conectar un EPI anticaídas mediante el conector adecuado y compatible, de tal manera que no se pueda desconectar involuntariamente Siendo clasificado como EPI, debe llevar el marcado CE y un folleto informativo del fabricante.

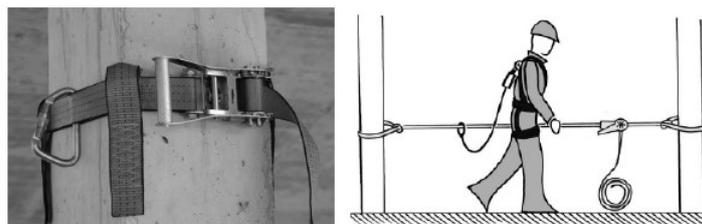


Figura 49 - Ejemplos de anclajes transportables.

Tipo C) – Este componente se basa básicamente en una línea flexible la cual suele ser de cable metálico, el cual se instala entre anclajes a la cubierta. Los EPI anticaídas son fijados a la mencionada línea flexible usando para ello conectores para tal fin, de manera que el operario va circulando siempre solidario al sistema pero con bastante libertad de movimiento. Si la línea es muy larga se pueden utilizar anclajes que se coloquen de manera intermedia.

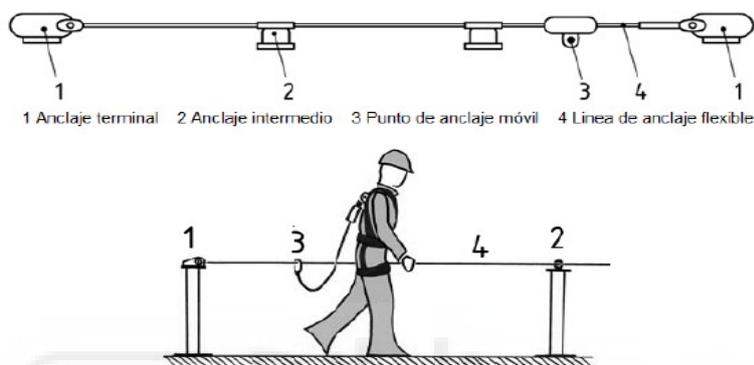


Figura 50 - Ejemplo de anclajes de línea flexible.

Tipo D) – Se diferencia del sistema anterior en que en este caso la línea es horizontal y rígida y por ella se desliza un carro al que se conecta el EPI anticaídas.

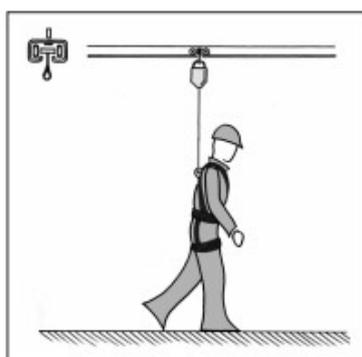


Figura 51 - Ejemplo de anclajes de línea rígida horizontal

Tipo E) – También se les denomina de anclaje de “peso muerto”, y se utilizan sobre superficies horizontales las cuales son capaces de detener la caída del operario con el peso del propio elemento.

ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS.

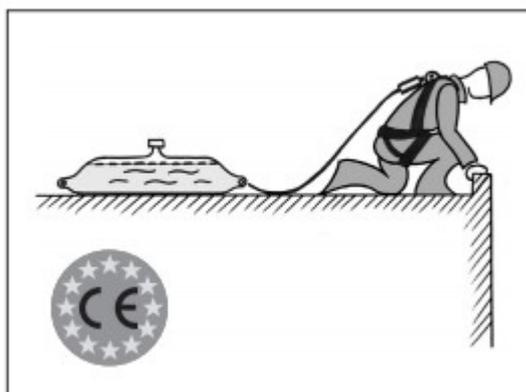


Figura 52 - Ejemplo de anclajes de peso muerto.

A continuación se muestra tabla resumen con los sistemas anticaída recomendados para cada uso.

NORMA	DISPOSITIVOS DE ANCLAJE					
	795-A1	795-A2	795-B	795-C	795-D	795-E
SITUACIONES DE TRABAJO *						
Cubiertas / Techados Inclinados	○	●		●	●	
Cubiertas / Azoteas planas	●			●	●	●
Puentes grúa	●			●	●	
Caminos de rodadura	○			●	●	
Fachadas, exteriores de edificios	●			●	●	
Edificio en construcción	●			●	○	●
Grúas / Grúas torres	●			●	○	
Pozos, hornos, interiores de silos	●					
Silos exterior	●			○		○
Descarga cisternas, Trabajos sobre trenes	○			●	●	
Góndola de eólicos	●			●		
Torres de eólicos	○					
Panel publicitario	●			●	●	
Torres de telecomunicación	○					
Torres eléctricas	○					
Cintas transportadoras	●			●	●	
Maquinaria elevada	●			○	●	
Alas de avión	●			○	●	

Figura 53 - Uso de sistemas anticaída según NTP 809.

Señalizamos en rojo la que creemos más conveniente para cubiertas, la llamada **línea de vida**.

### **5.3.2.2.- EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)**

En el presente apartado se detallaran los equipos de protección individual habituales para cualquier tipo de obras, incluidas las obras realizadas en cubiertas y que también se indicarán en las fases de montaje de instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas en cubiertas.

Su uso queda regulado en el Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, además los EPI deben llevar marcado CE según el REGLAMENTO (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los equipos de protección individual.

#### **Casco de Seguridad**

EL casco de seguridad es un EPI obligatorio para los trabajos en los cuales exista riesgo de golpes en la cabeza o bien caídas de objetos así como riesgos eléctricos.

Su marcado CE es obligatorio y este se rige por la norma EN 397, según la cual debe

- a) Se debe indicar la norma. (EN 397)
- b) Se debe identificar al fabricante.
- c) El año o trimestre de fabricación.
- d) El tipo de casco.
- e) La talla o la tabla de tallas.

Para las instalaciones en cubiertas del presente documento en la que se realizan trabajos en altura o verticales, se deberá seleccionar el caso de seguridad en función de las necesidades del trabajo y sus riesgos. En general, deben proteger frente a golpes laterales y disponer de barboquejo como mínimo con cuatro puntos de anclaje al casco.



Figura 54 - Partes del casco de seguridad.

### **Ropa de alta visibilidad (Chaleco o material reflectante en ropa de trabajo).**

La visibilidad es un factor muy importante dentro de las obras, ya que el atropello de trabajadores por falta de visibilidad sobre ellos, es uno de los accidentes laborales más frecuentes.

Para evitar esto se diseña la ropa de alta visibilidad, la cual protege al trabajador que la lleva haciéndolo más visible para terceros.

La ley de PRL 31/1995 exige a los trabajadores expuestos al riesgo de atropello por vehículos o maquinaria en movimiento llevar equipos de AV apropiados. La ropa de señalización de alta visibilidad está destinada a señalar visualmente la presencia del usuario, con el fin de que éste sea detectado en condiciones de riesgo, bajo cualquier tipo de luz diurna y bajo la luz de los faros de un vehículo en movimiento en la oscuridad.

Para trabajos en cubiertas su uso será obligatorio siempre en condiciones de baja visibilidad, como trabajos en exteriores con niebla, de noche, al atardecer, al anochecer, y siempre que el trabajador deba mostrarse visible en su puesto de trabajo por compartir la zona de trabajo con maquinaria de obra o vehículos.

Las características así como las obligaciones de su marcado vienen indicadas en la norma UNE EN 471: 2004, Ropa de señalización de alta visibilidad para uso profesional - Métodos de ensayo y requisitos, aplicada, normalmente, en los procesos de certificación de ropa de alta visibilidad de acuerdo con el Real Decreto 1407/1992.



Figura 55 - - chaleco Reflectante.

### **Calzado de seguridad.**

En cuanto al calzado para labores en cubiertas será obligatorio el uso de calzado de seguridad ya que se diferencia del de protección en que los elementos de protección del pie son más resistentes. En el caso del calzado de seguridad, este incorpora elementos para proteger al usuario mediante tope de seguridad en la parte delantera del pie ensayado para aguantar impactos de 200 J contra la compresión cuando se ensaya bajo cargas de al menos 15 kN.

Se basan en la norma UNEEN 20345:2005 y deben contener visible al menos la siguiente información:

- Talla.
- Marca de identificación del fabricante.
- Año de fabricación y, al menos, trimestre.
- El número y año de la norma europea armonizada utilizada para el examen CE de tipo.



Figura 56 — Calzado de Seguridad.

### Guantes de protección mecánica.

Son guantes que deben utilizarse cuando existan riesgos mecánicos de abrasión, corte por cuchilla, rasgados, perforación, corte por objetos afilados e impacto.

Deberán contener y estar diseñados conforme a la norma UNE-EN ISO 388: 2016 y deberán contener marcado CE y grado de clasificación del nivel de protección.

Un guante de protección mecánica deberá ofrecer como mínimo un nivel de prestación 1 para al menos una de las siguientes propiedades (abrasión, corte, rasgado y perforación) o al menos el nivel de prestación A del ensayo de resistencia al corte TDM según Norma EN ISO 13997:1999.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Resistencia a la abrasión (nº de frotamientos)	100	500	2000	8000	-
Resistencia al corte por cuchilla (índice)	1,5	2,5	5,0	10,0	20,0
Resistencia al rasgado (N)	10	25	50	75	-
Resistencia a la perforación (N)	20	60	100	150	-

	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D	Nivel E	Nivel F
TDM: resistencia al corte por objetos afilados (N)	2	5	10	15	22	30

Figura 57 – Grados de protección en base a norma . UNE-EN ISO 388: 2016.



Figura 58 – Ejemplo de guantes de protección mecánica.

### **Gafas de Protección.**

Los elementos de protección ocular utilizados para trabajos en cubiertas serán aquellos diseñados conforme a su norma armonizada, la UNE-EN 166:2002. Para los riesgos específicos de los trabajos de instalaciones solares fotovoltaicas en cubiertas se usarán aquellas gafas que protejan contra riesgos mecánicos inespecíficos y la radiación ultravioleta.

## **5.4.- PROCESO DE MONTAJE DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SOBRE CUBIERTA. ANALISIS DE RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR.**

A continuación se describe en orden cronológico las fases del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas sobre cubiertas, algunas de las cuales serán compartidas con la instalación de solar térmica para agua caliente sanitaria, se realiza el análisis de los riesgos de cada fase, y se proponen las acciones preventivas a adoptar junto con los equipos de protección colectiva e individual a utilizar en cada caso.

Las empresas que habitualmente realizan este tipo de instalaciones suelen venir de la ramá eléctrica ya que el componente eléctrico es muy importante en este tipo de instalaciones, por tanto suelen ser empresas con experiencia en el sector de montaje de instalaciones eléctricas. Al contrario que las solares térmicas que suelen ser empresas con experiencia y bagaje en fontanería.

Las fases de ejecución de la obra de instalación fotovoltaica son:

1. Recopilación de información sobre la cubierta.
2. Planificación y Replanteo.
3. Zonificación y señalización de las obras.
4. Recepción de material.
5. Preparación de la obra. instalación de equipos de protección colectiva.
6. Instalación de equipos de protección individual anticaídas.
7. Izado de cargas y material a la cubierta.

8. Montaje de la estructura portante de los paneles fotovoltaicos.
9. Montaje de los paneles fotovoltaicos.
10. Tendido de cableado en cubierta y conexionado de módulos.
11. Montaje de inversores y puesta en servicio de las instalaciones.

#### **5.4.1.-RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA CUBIERTA.**

El promotor de la obra o titular del edificio será el encargado de recabar toda la información sobre la cubierta y ponerla a disposición de los contratistas. Es de vital importancia que los propios contratistas visiten la obra ya que son conocedores de los requerimientos propios de las obras que instalan y podrán detectar carencias o puntos débiles que quizá el promotor o titular del edificio no haya podido detectar.

Consiste en recabar toda la información técnica sobre la cubierta de cara al diseño y planificación de la instalación. Esto permite un primer análisis de los riesgos que se derivarán en la instalación.

Se deberá recabar como mínimo la siguiente información:

- 1- **Accesos a la cubierta.** Se deberá recabar información sobre los accesos a la cubierta ya que se necesitará conocer si serán adecuados y suficientes para los trabajos a realizar. Los accesos a cubiertas pueden ser:

- a. Instalaciones permanentes (fijas) o temporales (móviles).

Muchas cubiertas carecen de accesos permanentes a ellas tales como escalas, escaleras, trampillas, etc, por tanto en el caso de carecer de ellos o estos estar en malas condiciones, se debe valorar el uso de equipos de acceso móvil como son las plataformas elevadoras.



Figura 59 – Escalera fija de acceso a cubierta, y elemento de acceso móvil compuesto por plataforma elevadora articulada.

b. De exterior o de interior.

Si el acceso a la cubierta se realiza por el exterior del edificio o por el contrario por el interior. En el segundo caso las labores de la obra interferirán en menor medida con desarrollo de las labores propias que se realicen en el edificio donde se ejecute la obra.

2- **Características constructivas de la cubierta.**

- a) Carga Máxima.
- b) Dimensiones y Pendiente.
- c) Material de la cubierta.

3- **Identificación de zonas frágiles.** Es muy importante identificar lucernarios, claraboyas, patinillos de instalaciones, etc, ya que son elementos frágiles que requerirán de equipar de refuerzos, como las pasarelas para lucernarios o los refuerzos de claraboyas.

4- **Servicios afectados.** Ha de comprobarse que la instalación en cuestión no afecta a otros servicios, tales como instalaciones eléctricas, gas etc, o en caso de afectarlos tomar las medidas preventivas necesarias.

5- **Concurrencia con otras actividades.** Puede darse el caso de que en la cubierta o en las cercanías de esta sea necesario tener en cuenta otras actividades o trabajos que se estén realizando, debiendo por tanto de coordinarse para que ambas se realicen en estrictos márgenes de seguridad.

La mayor parte de la información se podrá recabar del proyecto constructivo/planos del edificio, así como fichas técnicas de los elementos que componen la cubierta.

Para esta fase no se han descrito riesgos, ni acciones preventivas ni equipos de protección colectiva o personal a utilizar debido a que es una tarea principalmente de recopilación de información en gabinete.

#### **5.4.2.-PLANIFICACIÓN Y REPLANTEO.**

La planificación y el replanteo es la primera fase de todas y es de vital importancia ya que no podemos dejar a la improvisación la ejecución de los trabajos. El hecho de improvisar tareas es uno de los principales motivos de accidentes en cubiertas.

Una óptima planificación y replanteo es clave para que las labores puedan desempeñarse de forma segura.

Además en el replanteo se comprueban in situ las condiciones del emplazamiento donde se ejecutarán las obras, para realizar en él todas aquellas medidas necesarias para ejecutar con todas las garantías los trabajos en todas sus fases.

No todas las cubiertas son iguales como hemos comprobado en apartados anteriores, por tanto en esa fase se particularizan las acciones a llevar a cabo para la obra en concreto.

##### **5.4.2.1.- RIESGOS**

Hay que tener en cuenta que esta es la primera fase de las obras y todavía no se han instalado los elementos de protección colectiva, ni se han delimitado las zonas de la obra, ni hay señalización de la misma, por tanto hay que prestar especial atención a los riesgos derivados de las visitas a las cubiertas para realizar estos replanteos, porque habitualmente se realizan por mandos intermedios de las posibles empresas adjudicatarias de las obras. Cuando las obras se ejecuten sobre cubiertas no transitables, la visualización del estado de las mismas se realizará por medio de drones con cámaras o bien mediante acercamiento a las mismas con plataformas elevadoras pero sin acceder a la propia cubierta.

Los principales riesgos son:

- Atropellos por falta de señalización y delimitación de la obra. **P (B) – CONS (G) – NR (TOL)**
- Caídas al mismo o distinto nivel por falta de elementos de protección. **P (A) – CONS (MG) – NR (IN)**

#### 5.4.2.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Para el replanteo en cubiertas no transitables, si es necesario el acceso a la misma se premiará el uso de drones para la visualización del estado de conservación de la misma o bien plataformas elevadoras para observar la cubierta desde las mismas. Si no están los equipos de protección adecuados instalados no se podrá acceder.



Figura 60 – Uso de drones para el replanteo de cubiertas no transitables.

- Todo el personal deberá llevar ropa adecuada y los equipos de protección personal adecuados.
- Si persiste la circulación rodada en la industria o edificio donde se realiza el replanteo, se colocara las señalización adecuada para señalar que hay personal en la zona donde se están realizando las obras, mediante señales provisionales (reducción de velocidad y peligro obras), colocación de paneles o conos que aíslen a los trabajadores del tráfico.
- Los vehículos utilizados para llegar al lugar de acceso de las obras se situarán fuera de la zona de circulación de vehículos de la industria/edificio.

#### 5.4.2.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN.

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Arnés de seguridad y anclaje a línea de vida si este elemento ya está instalado en la cubierta.
- chaleco reflectante.

### 5.4.3.-ZONIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS.

Esta fase por norma general se realiza todavía a nivel de suelo y consiste en preparar las zonas donde se van a realizar las obras, para delimitarlas mediante los indicativos pertinentes.

- Se delimita y señaliza la zona de acopio de material.
- Se identifica la zona de acceso a la cubierta.
- Se señaliza la obra indicando como mínimo:
  - Peligro por obras.
  - EPIS obligatorios.
  - Riesgos de la obra.
  - Prohibido el paso a persona ajena a las obras.



Figura 61 – Señalización de las obras.

#### **5.4.3.1.- RIESGOS**

- Caída de personas al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Choques y golpes contra objetos inmóviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Atropello por vehículos o maquinaria presente en la zona. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

#### **5.4.3.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Se colocará en las entradas el -Cartel de obra- Con la señalización correspondiente. (Riesgos en obra, Equipos de protección, y prohibición de personas ajenas)
- El personal que realice las tareas debe ir correctamente identificado con ropa de alta visibilidad si a nivel de suelo comparte zona de trabajo con vehículos y maquinaria.
- Limpieza y orden en la obra.
- No se manipularán cargas mayores a 25 Kg..

#### **5.4.3.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Chaleco reflectante.
- Casco de protección.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección.
- Gafas de protección.

#### **5.4.4.-RECEPCION DEL MATERIAL.**

Esta tarea consiste en las derivadas de recibir el material y acopios necesarios para la obra y su colocación en áreas específicas destinadas para ello.

En instalaciones fotovoltaicas estos materiales serán la estructura, los módulos solares, el cableado y los inversores.

Se buscará una zona específica, acotada y bien señalizada para el acopio de material, de manera que solo tenga acceso a ella el personal de la obra.

Además el área de acopios de material deberá seleccionarse de manera que el traslado de los materiales a la zona de instalación sea lo más óptimo posible limitando las distancias, no entorpeciendo el paso de otras actividades, etc.

#### **5.4.4.1.- RIESGOS**

- Sobreesfuerzos por manejos manual de cargas. **P (M) – CONS (L) – NR (TO)**
- Atropellos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caídas de objetos sobre peatones. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caídas al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caídas a distinto nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes contra objetos móviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

#### **5.4.4.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Los materiales se deberán acopiar en zonas aptas para ello y que además estén bien señalizados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de paso de las personas. En caso de apilamientos se colocarán los correspondientes calzos y sujeciones para evitar desplazamientos o caídas incontroladas.

- Los materiales que se transporten deberán ordenarse en la caja de los vehículos de manera que queden bien sujetos, para que no sufran movimientos imprevistos durante el transporte. Está prohibido transportar personal junto a la carga en la caja del vehículo.

- EL manejo manual de cargas debe realizarse siempre conforme al RD 487/1997 por el cual se impedirán los esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas.

- Se comprobará que los estribos para el transporte de cargas serán adecuados al peso de estas.

- La carga y descarga de materiales con grúa (o brazo articulado del propio vehículo) se realizará teniendo en cuenta que ninguna persona permanezca en el radio de acción de la grúa o bajo recorrido a efectuar ésta con la carga.

- La grúa, o brazo articulado, se manejará por el gruista y tan solo una persona dará las órdenes necesarias a éste para realizar los movimientos de carga.

- El operador es la persona autorizada y responsable de comprobar que los pesos a soportar por la grúa, o brazo articulado, no exceden de lo permitido en la tabla de características de la misma.
- No se dejarán nunca los aparatos de izar con cargas suspendidas.
- La elevación de la carga se realizará siempre en sentido vertical, en caso contrario (arrastre oblicuo), el encargado será el responsable de tomar las medidas de seguridad necesarias antes de la maniobra.

#### **5.4.4.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Arnés de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Ropa impermeable si se realizan labores bajo la lluvia.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección.
- Gafas de protección.
- Casco de protección.

#### **5.4.5.-INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA. REDES DE SEGURIDAD, BARANDILLAS Y PROTECCION DE LUCERNARIOS.**

Esta fase consiste en la instalación de los elementos de protección colectiva necesarios para desarrollar las tareas de ejecución de las instalaciones en las cubiertas. Y debe ejecutarse previamente al acceso de los operarios y técnicos a la cubierta.

Es de vital importancia porque un correcto diseño e instalación evitará la caída de operarios y materiales durante las operaciones de trabajos en cubiertas.

Su montaje se realizará por empresas especializadas utilizando plataformas elevadoras.



Figura 62 – Montaje anticaídas red.



Figura 63 – Protección de lucernarios.

#### 5.4.5.1.- RIESGOS

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

- Golpes de calor.
- Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
- Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
- Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.4.5.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

##### A) Redes en obra. Criterios de Utilización.

Se sujetarán firmemente las cuerdas de los laterales a los estribos los cuales quedarán embebidos en el forjado. Además la red quedará sujeta a un soporte de tipo metálico y este se sujetará a la estructura del edificio.

Cada metro aproximadamente la cuerda perimetral de la red recibirá las fijaciones previstas, siendo estas de material análogo al de la propia red además de utilizar métodos de fijación auxiliares como mosquetones o cierres de seguridad.

##### B) Montaje.

Antes de cualquier acción se deberá comprobar la calidad de todos los materiales que componen la red.

El montaje de la red supone realizar trabajos en altura por lo que se deberán proveer los arneses de seguridad necesarios a los trabajadores encargados de su montaje.

En cuanto al almacenamiento de la red hasta su montaje, esta debe guardarse bajo techo a cubierto en un lugar adecuado.

Para realizar el montaje o la modificación de este, se deberá hacer bajo la dirección de una persona la cual tenga formación universitaria o sea un profesional con la suficiente experiencia o formación que lo habilite para ello. Además los trabajadores encargados del montaje deberán haber recibido una formación adecuada para afrontar los riesgos derivados del trabajo:

- a) Deberán comprender el plan de montaje o modificación de la red.
- b) Deberán tener conocimientos sobre la seguridad durante el montaje o la modificación del mismo.

c) Deberán ser conocedores de Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.

d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad de la red.

e) Deberán tener conocimientos sobre las condiciones de carga admisible de la red.

f) Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje y transformación.

Cuando la tarea de montaje haya terminado se deberán revisar sus principales aspectos, como las uniones, los huecos, los anclajes, los accesorios.

Una vez finalizada la colocación, debe ser revisado, al menos en sus aspectos fundamentales: soportes, anclajes, accesorios, red, uniones, obstáculos, ausencia de huecos, obstáculos salvados etc.

C) Revisiones y pruebas periódicas:

Las redes anticaidas son elementos que sufren cierta degradación debido a su utilización por tanto es muy aconsejable realizar:

c.1 Obtener datos acerca de la duración estimada del producto para los datos ambientales de la zona donde está colocada.

c.2 Además del punto anterior, los encargados de su montaje deberán recabar información de otras instalaciones de la zona con los mismos tipos de redes.

c.3 Cuando la red reciba un impacto y este esté próximo al límite de carga previsto para su uso se deberá revisar la instalación de la red y sus puntos principales para comprobar posibles roturas o deformaciones.

c.4 Los objetos que por causas de la obra u otras causas caigan sobre la red, deberán ser limpiados y retirados de la misma para que no causen desperfectos en ella.

Para evitar los golpes de calor se deben tomar las siguientes medidas:

- Evitar comidas pesadas y beber agua periódicamente.
- Protegerse del sol mediante gafas, sombreros, cremas con filtros solares, etc.
- Evitar realizar trabajos en solitario.
- No esperar a tener sed para hidratarse.
- Reducir el esfuerzo físico en las horas de más calor, planificar el trabajo.

Además la empresa contratista de las obras deberá consultar los datos meteorológicos para los días previstos de la obra con el objetivo de conocer aquellos elementos que puedan interferir en la misma e incrementar los riesgos, como por ejemplo, calor, niebla, viento, etc.

#### **5.4.5.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Guantes de protección mecánica.
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.

#### **5.4.6.-INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ANTICAIDAS.**

Como se ha indicado en el punto 4.4.2 en el cual se detallaban las características de estos equipos, su uso debe ser complementario a las protecciones colectivas.

Estos sistemas de anclaje personal anticaídas son las soluciones de seguridad anticaídas más utilizadas a la hora de trabajar en lugares elevados ya sea en edificación, obra civil, industria, vehículos y maquinaria de todo tipo.



Figura 64 – Línea de Vida.

Su montaje e instalación debe basarse en las siguientes normas

- Notas Técnica de Prevención 774 – 809 – 843
- Norma UNE 795:2012
- UNE EN 365

Su nombre correcto es sistemas de anclaje, no obstante en lenguaje coloquial se las denomina líneas de vida.

En el proceso de montaje de instalaciones de líneas de vida es importantísimo que las personas encargadas del mismo tengan formación específica en todos los conceptos técnicos relacionados, así como específica en materia de prevención para este tipo de trabajos, cuestión que se obtiene con la realización de acciones formativas específicas. Para asegurar este hecho, la gran mayoría de empresas fabricantes suelen trabajar con ciertas empresas especialistas que han sido homologadas previamente.

Estos instaladores homologados deberán aportar:

- Documento acreditativo de la homologación así como seguro de responsabilidad específico para este tipo de trabajos.
- Además de ser empresa instaladora homologada, deberán aportar la certificación del sistema mediante declaración de conformidad de todos los elementos del mismo, en la cual se indique que todos son aptos para ser utilizados en su conjunto. Una de las mejores maneras de cerciorarse de esto es que todos los elementos sean del mismo fabricante.

- Por último y con la instalación ya terminada se deberá aportar por parte de la empresa instaladora un certificado de la propia instalación dónde se certifique que el sistema se ha montado siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante y acorde con la normativa vigente.

Una vez obtenidos los puntos anteriores y con vista a su utilización, previamente habrá que examinar y probar los elementos del sistema de cara a que cumplan todos los criterios de seguridad, y si no es así, la instalación deberá ser objeto de modificación hasta conseguirlo.

#### 5.4.6.1.- RIESGOS

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.
  - Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
  - Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
  - Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### 5.4.6.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- El cable que haya sido empleado en la instalación deberá estar homologado por el fabricante y esto servirá de comprobante de su buena calidad.
- Los cables fiadores deberán ser instalados únicamente por profesionales cualificados.
- Una vez instalado el sistema, se deberá dar la formación específica requerida a los trabajadores que vayan a utilizarlo.
- Los fabricantes de los componentes deberán ser de reconocida solvencia.

- Las empresas que vayan a hacer uso de estos sistemas se comprometerán a mantenerlos en óptimas condiciones de conservación y mantenimiento y además se comprometerán a que el personal que le de uso tenga la formación adecuada para ello.
- Estará totalmente prohibido que los cables sean empalmados y también las cuerdas.
- El cable fiador se inspeccionarán diariamente por el responsable de la obra con conocimientos sobre los sistemas.
- Aquellos elementos sobre los que se advierta alguna señal de deterioro deberán ser sustituidos inmediatamente.
- Limpieza y orden en la obra.

Para evitar los golpes de calor se deben tomar las siguientes medidas:

- Evitar comidas pesadas y bebe agua periódicamente.
- Protegerse del sol mediante gafas, sombreros, cremas con filtros solares, etc.
- Evitar realizar trabajos en solitario.
- No esperar a tener sed para hidratarse.
- Reducir el esfuerzo físico en las horas de más calor, planificar el trabajo.

Además la empresa contratista de las obras deberá consultar los datos meteorológicos en bases meteorológicas oficiales o de refutada solvencia, para los días previstos de la obra con el objetivo de conocer aquellos elementos que puedan interferir en la misma e incrementar los riesgos, como por ejemplo, calor, niebla, viento, etc.

#### **5.4.6.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección mecánica.
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.

### **5.4.7.-IZADO DE CARGAS.**

Esta fase de la ejecución de las instalaciones fotovoltaicas en cubiertas consiste en la elevación e izado de los materiales que van a ser instalados en la cubierta, desde el nivel de suelo hasta la propia cubierta.

El izado y la elevación de cargas son de las tareas que más accidentes laborales ocasionan todos los años, siendo además de carácter grave llegando incluso a accidentes mortales.

Para evitar que esto ocurra, uno de los principales factores es la correcta elección del útil de elevación. Realizar esta acción de manera adecuada garantizando que este se encuentre en perfecto estado, podría evitar muchos de los accidentes que se producen.



Figura 65 – Izado de cargas.

#### **Eslingas Textiles:**

Estos componentes son de los más frecuentes en el izado de cargas y están compuestos por una cinta plana cosida o bien por hilos de alta tenacidad recubiertos. Las eslingas son los elementos de elevación que se sitúan entre la carga y el aparato de elevación, el cual las sujeta mediante un elemento denominado gancho.

<b>CARGA MÁXIMA DE LAS ESLINGAS DE CABLE DEBIDA A LAS TEMPERATURAS</b>			
<b>Material de la Eslinga</b>	<b>Color identificativo de la etiqueta</b>	<b>Propiedades Térmicas (Temperatura fusión)</b>	<b>Resistencia a los ácidos</b>
<b>POLIÉSTER</b>	AZUL	260	Alta
<b>POLIAMIDA</b>	VERDE	255	Baja
<b>POLIPROPILENO</b>	MARRÓN	160	Alta

Figura 66 – Carga Máxima Eslingas Textiles

Cód. CEN	color Norma	Carga max. de utiliz.kg
	Violeta	1.000
	Verde	2.000
	Amarillo	3.000
	Gris	4.000
	Rojo	5.000
	Marrón	6.000
	Azul	8.000
	Naranja	10.000



Figura 67 – Carga Máxima Eslingas Textiles. Código de Colores

### Eslingas de cable:

Este tipo de eslingas están formadas por cordones metálicos que recubren un alma que puede ser o no ser metálica. Se conforman en varias capas en forma de hélice para dar la consistencia y tenacidad requerida.

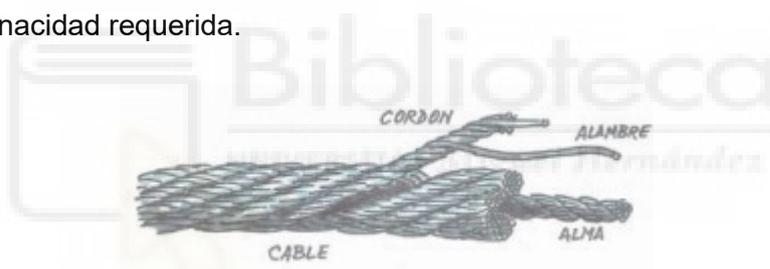
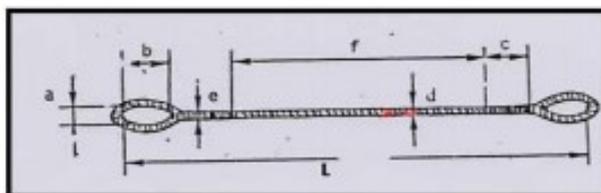


Figura 68 - Eslinga de cable. Partes.

Sus características constructivas a tener en cuenta son:

- a-La longitud total: distancia total entre gazas.
- b.-La longitud nominal entre los casquillos de las gazas que debe ser, al menos, 20 veces el diámetro del cable en mm.
- c.- Cuando las eslingas de cable están formadas por varios ramales, estos deberán unirse al equipo de elevación mediante el llamado eslabón maestro. Otros parámetros importantes de estos elementos de elevación son:



**a = ancho gaza (de 4 a 5 veces diámetro cable)**  
**b = longitud de la gaza (de 8 a 10 veces diámetro cable)**  
**c = longitud de la costura (de 20 a 30 veces diámetro cable)**

Figura 69 – Parámetros eslinga de cable.

### Eslingas de Cadena:

Las eslingas de cadena, como su nombre indica, son conjuntos de eslabones que se unen con elementos accesorios en los extremos, como los ganchos, para amarrar cargas a los aparatos de elevación.

Este tipo de eslingas debe marcarse con el distintivo CE, y en caso de que estén formadas por varios ramales se aplicará la norma EN-818 para los coeficientes de reducción de carga en función de los ramales utilizados.



COEFICIENTE DE CALCULO SEGÚN RAMALES DE LA ESLINGA			
Nº RAMALES ESLINGA	Para 1 ramal utilizado	Para 2 ramales utilizados	Para 3 ramales utilizados
2	1/2	1	---
3	1/3	2/3	1
4	1/4	1/2	3/4

Figura 70 – Eslinga de Cadena y Tabla coeficientes de reducción.

Se considera imprescindible que la empresa contratista conozca si los equipos que aporta a los trabajadores para realizar este tipo de tarea son los más adecuados para las funciones que se requieren, y estos deben cumplir con los requisitos esenciales de seguridad.

El real decreto 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo establece que:

- Anexo II apartado 3.1.c *“No estará permitido el paso de cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello no fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados”.*
- Anexo II apartado 3.2.e *“Todas las operaciones de levantamiento de cargas deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores”.*

En cuanto a la señalización de este tipo de operaciones, esta es muy importante para visibilizar las maniobras de izado y elevación y deberá cumplir en todo momento lo indicado en el real decreto 485/197 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Según la mencionada normativa se hará usos de la señalización de las tareas de izado y elevación de cargas cuando:

- Se tenga la necesidad de llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Además de lo anterior se necesite orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.
- No obstante no se puede considerar la señalización en obras como sustitutivo de la formación e información de los trabajadores en materia de PRL o sustitutivo de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva va aplicar en la obra.

- Señal de advertencia de cargas suspendidas a colocar en los accesos a las zonas de maniobra de los equipos de elevación.



- Señal de advertencia de vehículos automotores (a considerar cuando existen interferencias con los equipos de elevación).



- Señal de riesgo eléctrico (en aquellas instalaciones donde la proximidad a líneas pueda dar lugar a un contacto con el equipo de elevación).



- Para restringir el acceso a personal no autorizado, se cuenta con la señal que se muestra a continuación:



Figura 71 – Señalización fase izado de cargas.



Figura 72 – Señalización gestual.

#### 5.4.7.1.- RIESGOS

- Caída de personas a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de personas al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Vuelco de vehículos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Atropellos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Partículas en los ojos. **P (B) – CONS (G) – NR (TO)**
- Electrocuación. **P (B) – CONS (G) – NR (TO)**
- Atrapamientos. **P (B) – CONS (G) – NR (TO)**
- Los derivados del uso de medios auxiliares. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**

#### 5.4.7.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Todos los elementos que componen el sistema para el izado y elevación de cargas, como son las eslingas, cables, cadenas, etc., se seleccionarán dependiendo de la carga específica que se vaya a levantar, además se deberán elegir puntos para el izado de las mismas los cuales garanticen en todo momento las condiciones de seguridad del proceso.

Las zonas de trabajo deberán quedar libres de obstáculos para el paso del personal con el objetivo de que se minimicen los accidentes por interferencias, apilando y acopiando los elementos estructurales de los elementos de izado en lugares previstos para ello.

- Se prohibirá el paso y además se deberá acotar adecuadamente, aquellas zonas que puedan ser susceptibles de caídas de objetos.

- Se realizará diariamente una revisión al inicio de los trabajos de todos aquellos elementos y componentes que intervengan en los trabajos de izado de cargas, garantizando con ellos el buen estado de conservación y mantenimiento.

- Se designará por parte del empresario un jefe de maniobras con la formación adecuada y suficiente para las labores de izado de cargas.

- Queda terminantemente prohibido el uso de grilletes roscados en la cadena de amarre de la carga, ya que los elementos de unión empleados contarán con un doble sistema de accionamiento para su apertura y cierre.

- Una de las normas preventivas más básicas es que ningún operario podrá situarse debajo de la carga ni en su radio de acción cuando se esté realizando la tarea de izado de la misma.
- EL responsable de manejar el equipo de izado no suspenderá la carga sobre lugares donde se estén realizando otras labores por trabajadores, y además deberá tener visible en todo momento la carga.
- A los ganchos se les proporcionará pestillo de seguridad.
- Si se comprueba que durante la fase de izado, en mitad del proceso hay cargas en condiciones poco seguras se deberá parar el procedimiento para dejar la carga en el suelo, proceder a asegurarla y comenzar de nuevo.
- Previo a la utilización de máquinas herramienta, estas serán revisadas para comprobar que sus condiciones de utilización son óptimas.
- La zona donde se realice todo el proceso de izado de cargas deberá iluminarse y señalizarse de manera adecuada.
- Todos los elementos que conforman los sistemas y equipos de izado deberán estar correctamente homologados por el fabricante y además este deberá aportar las instrucciones de uso para que sea la guía de base en su utilización, por personal cualificado para ello.
- Queda prohibido cuando la carga esté izada, guiarla con la mano, debiendo utilizarse un acabo guía adecuado.
- La manipulación de cargas, así como la realización de trabajos donde sea necesaria la utilización de equipos de trabajo y maquinaria deberán llevarse a cabo mediante equipos que hayan sido concebidos para tal fin.
- Habrá de revisarse de manera diaria todos los elementos de izado para desechar aquel material que no cumpla todos los requisitos exigibles o esté en mal estado.

#### **5.4.7.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- chaleco reflectante.
- Casco de protección.
- Ropa trabajo.
- Calzado de seguridad.

- Guantes de protección.
- Gafas de protección.
- Protección auditiva.
- Arnés de seguridad.

#### **5.4.8.-MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE.**

Esta fase consiste en la instalación de la estructura, generalmente de aluminio, sobre la que se colocarán los paneles fotovoltaicos.

Los dos principales tipos de tipologías de estructuras de instalaciones solares fotovoltaicas en cubiertas son:

1. Instalaciones Coplanares o Solidarias a la cubierta. En este tipo de instalaciones los paneles fotovoltaicos se colocan con la misma pendiente de la propia cubierta y solidarios a ella.

Suelen elegirse para cubiertas inclinadas y con cubierta ligera que no aguantan mucho peso, ya que este tipo de instalaciones lleva menos kg de aluminio en estructura.



Figura 73 – Ejemplo de estructura coplanar.

2. Instalaciones Inclinadas. Este tipo se coloca en cubiertas planas donde se requiere dar una inclinación a los paneles para obtener mayor radiación del sol.



Figura 74 – Ejemplo de estructura inclinada con contrapesos.

El proceso de montaje consiste en acopiar el material en cubierta e ir acoplando la estructura a la cubierta mediante los elementos y dispositivos de sujeción metálicos. Este proceso se realiza de dos formas principales:

1. Perforando la cubierta para fijar la estructura.
2. Mediante contrapesos y sistemas de lastre que evitan perforar la cubierta.

#### 5.4.8.1.- RIESGOS.

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Dolores musculoesqueléticos debido al manejo manual de cargas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.
  - Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
  - Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

- Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.4.8.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.**

- Se deberá hacer uso de los equipos de protección individual formado por sistemas anticaídas, principalmente línea de vida.
- Se deberá mantener el óptimo orden y limpieza en la obra, la cual quedará libre de obstáculos en las zonas de tránsito, ya que estos pueden provocar caídas, golpes, etc.
- Los acopios de materiales se harán de forma ordenada y no sobrecargando la cubierta.
- Instalación de marquesinas a nivel de primera planta para acceso a edificios y acotado de las zonas con riesgo de caída de materiales.
- Coordinación con el resto de los oficios que intervienen en la obra.
- Se atenderá a las normas de manipulación manual de carga para evitar lesiones músculo esqueléticas.
- Se establecerán itinerarios para el paso por las zonas protegidas de la cubierta.

#### **5.4.8.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.  
Chaleco reflectante.
- Guantes de protección mecánica.
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.
- Equipo de protección individual anticaídas.

### **5.4.9.-MONTAJE DE PANELES.**

Esta fase consiste en la colocación de los paneles sobre la estructura portante y su fijación a ella.

Para ello se saca el panel de su caja de embalaje y se transporta manualmente hasta su zona de colocación sobre estructura, a la cual se fija mediante diversos sistemas de tornillería, dejando espacio libre en la parte que queda entre el panel y la estructura para realizar la conexión eléctrica, ya que los cables y conectores de los paneles fotovoltaicos se encuentran en la parte trasera del panel.



Figura 75 – Instalación de paneles solares.

#### **5.4.9.1.- RIESGOS.**

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Choque contra objetos inmóviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

- Golpes por objetos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Dolores musculoesqueléticos debido al manejo manual de cargas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.
  - Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
  - Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
  - Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.4.9.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.**

- El mejor método es aproximarse a una carga para levantarla, con ello conseguimos que el centro de gravedad de la carga quede lo más próximo posible al centro de gravedad del operario y además por encima de este.
- Además del centro de gravedad, también es muy importante el equilibrio, el cual es imprescindible para levantar una carga correctamente. Para conseguir el mejor equilibrio los pies juegan un papel muy importante y deben estar:
  - \* Deberán quedar separados ligeramente.
  - \* Se deberá adelantar ligeramente uno respecto de otro.
- La mejor técnica y además la más segura para el levantamiento es:
  - \* Situar la carga cerca del cuerpo.
  - \* La espalda debe quedar lo más recta posible.
  - \* Cuando se levanta la carga se deben doblar las rodillas, no la espalda.
  - \* Transportar la energía a los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos, evitando realizar la fuerza con la zona lumbar.
  - \* Un punto muy importante a la hora de levantar una carga es cogerla adecuadamente ya que si no se hace se pueden realizar sobreesfuerzos indebidos. Si los elementos o cargas a levantar son pesadas, una buena idea es calzarla antes para levantarla.

- \* Aunque la carga no sea muy pesada, si se arquea la espalda estaríamos incurriendo en riesgo de lesión de la columna.
- \* Para evitar lesiones a su vez en el tronco cuando se levanta una carga, este proceso se puede hacer en dos tiempos, primero hay que levantar la carga y luego girar todo el cuerpo.
- \* Los músculos de las piernas que son unos de los más fuertes del cuerpo se deben utilizar para proporcionar un primer impulso a la carga, procediendo a flexionar las piernas y nunca la espalda.
- \* Siempre que sea posible, los brazos no deben elevar la carga, sino que la mantendrán suspendida.
- \* Debemos procurar que no nos obstaculice la visión, la carga que llevamos, de manera que podamos ver por encima de ella para poder ver lo que tenemos delante nuestra.
- \* Los brazos cuando se transporte una carga deberán estar extendidos y no flexionados, con ello conseguimos evitar la contracción de los músculos de los brazos.
- Para realizar tareas de manutención como empujar o tirar de una carga, podremos utilizar el propio peso de nuestro cuerpo:
  - \* Empujando la carga con los brazos extendidos.
  - \* Si se quiere reducir la velocidad de descenso de una carga la podremos frenar usando el peso de nuestro cuerpo.
  - \* Siempre en las anteriores acciones la espalda deberá mantenerse recta.

#### **5.4.9.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección .
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.

- Ropa de trabajo.
- Equipo de protección individual anticaídas.

#### **5.4.10.-TENDIDO DE CABLES EN CUBIERTA.**

Esta fase consiste en la instalación del cableado de corriente continua que interconectará los paneles fotovoltaicos con la instalación eléctrica de interior donde se ubican generalmente los inversores que convertirán la energía eléctrica de continua a alterna.

Los cables se colocan de manera ordenada sobre las bandejas metálicas preparadas para su conducción.

Para evitar los efectos negativos del sol sobre los cables, estos serán del tipo específico para instalaciones de exterior y las bandejas portacables llevarán tapa.

Los cables eléctricos vienen del almacén en bobinas para facilitar su tendido.



Figura 76 – Cableado sobre cubiertas.

##### **5.4.10.1.- RIESGOS**

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

- Choque contra objetos inmóviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes por objetos o herramientas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Dolores musculoesqueléticos debido al manejo manual de cargas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.
  - Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
  - Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
  - Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.4.10.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- Se realizarán los trabajos siguiendo el procedimiento de trabajo en altura, con su correspondiente arnés o sistema anticaídas, individual o colectivo.
- Los trabajos estarán supervisados por el recurso preventivo de la obra.
- La conexión de los módulos entre sí, la deberá ordenar el recurso preventivo de la obra.
- Los trabajos se realizarán siempre en ausencia de tensión.
- Las conexiones de todas las líneas eléctricas a los distintos dispositivos de la instalación se realizarán por especializado y siempre se trabajará sin tensión.
- Se acotará las zonas de trabajo.
- Se suspenderán los trabajos en condiciones atmosféricas adversas.
- Una vez realizado el tendido de cables, si se realiza alguna prueba de funcionamiento, será avisado todo el personal presente en obra.
- Se mantendrán las zonas de paso limpias de restos de materiales y de los mismos acopios.

#### **5.4.10.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección.
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.
- Equipo de protección individual anticaídas.

#### **5.4.11.-INSTALACIÓN DE INVERSORES, CUADROS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS Y PUESTA EN MARCHA.**

Esta fase consiste en la instalación de los equipos necesarios para el funcionamiento de la instalación fotovoltaica, generalmente en una sala específica para las instalaciones interiores de baja tensión, así como la puesta en marcha de las instalaciones.

Estos equipos son:

- 1- Inversores
- 2- Cuadros eléctricos de protección y equipos de medida.



Figura 77 – Sala de equipos eléctricos, con inversores y cuadros de protecciones.

#### 5.4.11.1.- RIESGOS

- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Heridas punzantes en manos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Contactos eléctricos directos e indirectos por trabajos en tensión por no cortarla o activarla accidentalmente. **P (M) – CONS (G) – NR (M).**

#### 5.4.11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de comenzar las tareas se comprobará que hay ausencia de tensión.
- En la puerta de todos los cuadros eléctricos se colocará la señal de riesgo eléctrico, indicando la prohibición de manipulación en el cuadro a toda persona no autorizada.
- Una vez acabada la instalación al hacer las pruebas con tensión se colocara un cartel de "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- Si fuese necesaria iluminación artificial, ésta se hará mediante portátiles, con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de la bombilla y la energía eléctrica los alimentará a 24 V.
- Las pruebas que se tengan que efectuar con tensión, se harán siempre después de haber comprobado la instalación eléctrica.
- Para evitar que la instalación eléctrica se conecte accidentalmente a la red, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general de la instalación fotovoltaica a la instalación eléctrica existente, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse, realizándose previamente las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos.
- Cuando se inicien las pruebas de la instalación eléctrica, se debe informar de ellos a todos los trabajadores de la obra para evitar accidentes.
- Para realizar una ejecución segura se deberán tomar las siguientes medidas:
- Las conexiones de las instalaciones eléctricas se realizarán siempre en ausencia de tensión.

- Siempre habrá que comprobar la instalación eléctrica cuando haya que realizar pruebas que requieran presencia de tensión.
  - Las herramientas manuales eléctricas estarán en buen estado y tendrán doble aislamiento.
  - Todas las herramientas para trabajos relacionados con la instalación eléctrica tendrán mangos aislantes.
  - Se instalarán equipos de toma de tierra y cortacircuitos
  - La maquinaria que este siendo usada en la obra y que tenga tensiones superiores a los 24V deberá tener o bien puesta a tierra o bien doble aislamiento.
  - En lugares húmedos se alimentará con tensiones no superiores a los 24V y será de 12V en mojados.
  - Si se precisa de mayor tensión en los lugares mencionados anteriormente se deberá:
    - 1.- Secar el ambiente, mediante algún procedimiento
    - 2.- Si no se puede secar, cambiar el proceso constructivo para no utilizar maquinas o herramientas que consuman más de 24v.
  - Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión se determinara la viabilidad de los trabajos.
  - De ser el trabajo viable deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir el riesgo al mínimo posible:
    - \*El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.
- Es necesario, en trabajos de estas características, aplicar siempre las denominadas "CINCO REGLAS DE ORO".
    - 1.- "Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo"
      - \* Se entiende por "corte visible" la apertura de un circuito con comprobación visual. En instalaciones de media y alta tensión se puede realizar mediante:

- \* Interruptores (algunos tipos), no siendo correcto solo la señalización de abierto/cerrado en el mando del interruptor.
- \* Seccionadores, cuando estén totalmente abiertas las cuchillas.
- \* Fusibles, extrayendo esto de su emplazamiento de trabajo.
- \*Puentes, garantizando que la separación entre sus extremos será como mínimo igual a la longitud de las cadenas de los aisladores y que estarán sujetos a la línea eléctrica.
- \*Se entiende por “fuente de tensión” cualquier elemento de una instalación por la que puede llegar una tensión debida a causas imprevistas, como por ejemplo:
  - \*Tensión de retorno (doble suministro a punto de consumo)
  - \*Caída de conductores de cruces de líneas.
  - \*Fenómenos de inducción.
  - \*Fenómenos atmosféricos.

El concepto de “cierre intempestivo” de un elemento de corte es el cierre no deseado de citado elemento, por ejemplo:

- \* Accionamiento involuntario de la maneta del aparato de control y consecuentemente, cierre del interruptor.
- \* Caída de material entre cuchillas de un seccionador.
- \* Contacto accidental en el circuito de control de un interruptor.
- \* Para realizar un corte en una instalación de media y alta tensión, se abre en primer lugar el interruptor, y para asegurar dicha apertura, se retiran los fusibles o se abren los seccionadores.
- \* Para conectar la instalación, se conectan en primer lugar los seccionadores o los fusibles y posteriormente se cierra el interruptor.

2.- “Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte”

- \* El bloqueo de un aparato, significa el impedir la maniobra de dicho aparato.
- \* Consiste en evitar que pueda ser accionado por fallos técnicos y humanos. Se consigue mediante:
  - \*Medios mecánicos (cerraduras, candados, cadenas)

- \* Medios eléctricos (fusibles del circuito de accionamiento)

- \* Medios físicos (obstáculos entre cuchillas y seccionador)

### 3.- “Reconocimiento de la ausencia de tensión”

- \* Se trata de utilizar detectores de tensión para comprobar que no hay tensión en los conductores o aparatos de una instalación eléctrica.

- \* Cuando se trate de comprobar la ausencia de tensión de una instalación, se actuará como si ésta estuviera en tensión, para lo cual debemos tener en cuenta:

- \* Usar el equipo de protección adecuado (guantes aislantes, casco de protección, gafas o pantalla, banqueta o alfombrilla aislante,...)

- \* Mantener distancias de seguridad.

### 4.- “Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión”

- \* Se trata de conectar la instalación a una puesta a tierra, es decir, unir directamente la instalación con tierra a través de un elemento conductor sin ningún dispositivo de corte.

- \* Las puestas a tierra deben ponerse en las proximidades del lugar donde se realicen los trabajos.

- \* Los tipos de puesta existentes son los siguientes:

- \* Fijas (forma parte permanente de la instalación)

- \* Temporales o portátiles (se coloca al ir a realizar un trabajo)

### 5.- “Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo”

- \* Se trata de dar información al operario y a otras personas sobre el riesgo existente para que actúen en consecuencia.

- \* No basta sólo con informar, sino que también es necesario delimitar la zona de trabajo mediante cadenas, vallas, cintas, banderolas, etc...

#### 5.4.11.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN

- Guantes de cuero, guantes de goma finos y Guantes dieléctricos.
- Chalecos reflectantes.
- Botas con piso de goma.

ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE  
INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES  
PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS.

---

- Alfombrillas protectoras.
- Pértigas.
- Chaleco reflectante.
- Casco de protección.
- Ropa impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de protección.



## **5.5.- PROCESO DE MONTAJE DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE CUBIERTA. ANÁLISIS DE RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR.**

A continuación se describe en orden cronológico las fases del montaje de instalaciones solares térmicas sobre cubiertas, algunas de las cuales serán compartidas con la instalación solar fotovoltaica por tanto en dicho punto se remitirá al punto de la instalación fotovoltaica. Se realiza el análisis de los riesgos de cada fase, y se proponen las acciones preventivas a adoptar junto con los equipos de protección colectiva e individual a utilizar en cada caso.

Las empresas que habitualmente realizan este tipo de instalaciones suelen venir de la rama de la fontanería ya que los fluidos y sus conducciones forman parte principal en este tipo de instalaciones, por tanto suelen ser empresas con experiencia en el sector de la fontanería. Al contrario que las fotovoltaicas que suelen ser empresas con experiencia y bagaje en instalaciones eléctricas.

Las fases de ejecución de la obra de instalación solar térmica son:

1. Recopilación de información sobre la cubierta.(Fase compartida con fotovoltaica)
2. Planificación y Replanteo. (Fase compartida con fotovoltaica)
3. Zonificación y señalización de las obras. (Fase compartida con fotovoltaica)
4. Recepción de material. (Fase compartida con fotovoltaica)
5. Preparación de la obra. instalación de equipos de protección colectiva. .(Fase compartida con fotovoltaica)
6. Instalación de equipos de protección individual anticaídas. (Fase compartida con fotovoltaica)
7. Izado de cargas y material a la cubierta. (Fase compartida con fotovoltaica)
8. Montaje de la estructura portante de los paneles captadores. (Fase compartida con fotovoltaica)
9. Montaje de los captadores solares.
10. Montaje de acumuladores y sistema de intercambio.

## 11. Montaje de tuberías.

### **5.5.1.-RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA CUBIERTA.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.1.

### **5.5.2.-PLANIFICACIÓN Y REPLANTEO.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.2.

### **5.5.3.-ZONIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.3.

### **5.5.4.-RECEPCION DEL MATERIAL.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.4.

### **5.5.5.-INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA. REDES DE SEGURIDAD, BARANDILLAS Y PROTECCION DE LUCERNARIOS.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.5.

### **5.5.6.-INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ANTICAIDAS.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.6.

### **5.5.7.-IZADO DE CARGAS.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.7.

### **5.5.8.-MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE.**

Fase compartida con la instalación fotovoltaica. Ver punto 4.5.8.

### **5.5.9.-MONTAJE DE CAPTADORES SOLARES.**

Esta fase consiste en la colocación de los captadores solares sobre la estructura portante y su fijación a ella.

Se define al captador solar como el elemento o componente el cual recoge la radiación proporcionada por el sol y transfiere el calor a un fluido que circula por su interior.

Para ello se saca el captador de su caja de embalaje y se transporta manualmente hasta su zona de colocación sobre estructura, a la cual se fija mediante diversos sistemas de tornillería, dejando espacio libre en la parte que queda entre el panel y la estructura para realizar la conexión de las tuberías que transportan el fluido de trabajo.



Figura 78 – Instalación captadores solares térmicos.

#### 5.5.9.1.- RIESGOS.

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Choque contra objetos inmóviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes por objetos o herramientas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Dolores musculoesqueléticos debido al manejo manual de cargas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.
  - Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.

- Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
- Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.5.9.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.**

- El mejor método es aproximarse a una carga para levantarla, con ello conseguimos que el centro de gravedad de la carga quede lo más próximo posible al centro de gravedad del operario y además por encima de este.

- Además del centro de gravedad, también es muy importante el equilibrio, el cual es imprescindible para levantar una carga correctamente. Para conseguir el mejor equilibrio los pies juegan un papel muy importante y deben estar:

\* Deberán quedar separados ligeramente.

\* Se deberá adelantar ligeramente uno respecto de otro.

- La mejor técnica y además la más segura para el levantamiento es:

\* Situar la carga cerca del cuerpo.

\* La espalda debe quedar lo más recta posible.

\* Cuando se levanta la carga se deben doblar las rodillas, no la espalda.

\* Transportar la energía a los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos, evitando realizar la fuerza con la zona lumbar.

\* Un punto muy importante a la hora de levantar una carga es cogerla adecuadamente ya que si no se hace se pueden realizar sobreesfuerzos indebidos. Si los elementos o cargas a levantar son pesadas, una buena idea es calzarla antes para levantarla.

\* Aunque la carga no sea muy pesada, si se arquea la espalda estaríamos incurriendo en riesgo de lesión de la columna.

\* Para evitar lesiones a su vez en el tronco cuando se levanta una carga, este proceso se puede hacer en dos tiempos, primero hay que levantar la carga y luego girar todo el cuerpo.

\* Los músculos de las piernas que son unos de los más fuertes del cuerpo se deben utilizar para proporcionar un primer impulso a la carga, procediendo a flexionar las piernas y nunca la espalda.

- \* Siempre que sea posible, los brazos no deben elevar la carga, sino que la mantendrán suspendida.
- \* Debemos procurar que no nos obstaculice la visión, la carga que llevamos, de manera que podamos ver por encima de ella para poder ver lo que tenemos delante nuestra.
- \* Los brazos cuando se transporte una carga deberán estar extendidos y no flexionados, con ello conseguimos evitar la contracción de los músculos de los brazos.
- Para realizar tareas de manutención como empujar o tirar de una carga, podremos utilizar el propio peso de nuestro cuerpo:
  - \* Empujando la carga con los brazos extendidos.
  - \* Si se quiere reducir la velocidad de descenso de una carga la podremos frenar usando el peso de nuestro cuerpo.
  - \* Siempre en las anteriores acciones la espalda deberá mantenerse recta.

### **5.5.9.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección .
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.
- Equipo de protección individual anticaídas.

### **5.5.10.-MONTAJE DE ACUMULADORES Y SISTEMA DE INTERCAMBIO.**

Se define como intercambiador de calor aquel elemento que sirve para transferir energía térmica de un fluido a otro. En el caso de las instalaciones solares térmicas, de un fluido que discurre por el circuito primario a otro fluido que discurre por el secundario, sin que ambos fluidos lleguen a estar en contacto.

Otro elemento importante es el acumulador, que puede servir también de intercambiador, y la función para la cual está diseñado este componente es la de almacenar el agua caliente para su consumo con posterioridad.

La instalación de estos suele ser generalmente en zonas cubiertas y salas específicas para equipos de agua y bombeo.

Los acumuladores suelen tener en la mayoría de los casos forma de cilindro para facilitar la distribución vertical del agua en función de su temperatura, ya que el agua caliente quedará arriba y la fría abajo.



Figura 79 – Acumulador en sala de equipos.

#### 5.5.10.1.- RIESGOS

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (B) – CONS (L) – NR (TO)**

- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Choque contra objetos inmóviles. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes por objetos. **P (M) – CONS (G) – NR (M).**
- Dolores musculoesqueléticos debido al manejo manual de cargas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**

#### **5.5.10.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Se deberá mantener el óptimo orden y limpieza en la obra, la cual quedará libre de obstáculos en las zonas de tránsito, ya que estos pueden provocar caídas, golpes, etc.
- Los acopios de materiales se harán de forma ordenada y no sobrecargando la cubierta.
- Coordinación con el resto de los oficios que intervienen en la obra.
- Se atenderá a las normas de manipulación manual de carga para evitar lesiones músculo esqueléticas.
- Respecto del manejo manual de cargas se deberá tener en cuenta lo indicado en el RD 487/1997 manutención manual de cargas.

#### **5.5.10.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo.

#### **5.5.11.-MONTAJE DE TUBERIAS.**

Las tuberías son los elementos del sistema de ACS que interconectan todos los equipos y los puntos de consumo y por las que circula el agua que se utilizará en los mismos.

Por tanto es una parte muy importante de la instalación ya que sus características deberán ser adecuadas para no empeorar las condiciones del agua caliente sanitaria, la cual debe ser completamente apta para consumo humano. Esto queda regulado en el documento básico HS4 del código técnico de la edificación.

Esto es de vital importancia ya que los equipos y elementos de las instalaciones que estén en contacto con el agua de consumo humano deben ser por parte del fabricante marcados y certificados, tal y como indica la Decisión de la Comisión de 13 de mayo de 2002, publicada en el DOCE de 14 de mayo de 2002, en la cual los procedimientos de fabricación de estos elementos se realizarán mediante sistemas de vigilancia, control y certificación por parte de certificador autorizado.

Las tuberías pueden ser:

- Metálicas:
  - Acero Galvanizado
  - Acero Inoxidable
  - Cobre
- Termoplásticas:

Además del material hay que tener en cuenta la presión y el aislamiento térmico que requieren las tuberías para ACS.



Figura 80 – Sistema ACS con tuberías de acero galvanizado.

En cuanto al montaje de tuberías para instalaciones de ACS cabe destacar que la fase que más peligros es la del montaje de tuberías en la cubierta y en la o patios de luces o fachadas ya que el montaje en interiores podría equipararse a cualquier instalación de fontanería.

En cubiertas los riesgos, medidas preventivas y EPIS a considerar serian los mismos que para el montaje de los captadores, pero en fachadas hablamos de trabajos verticales.

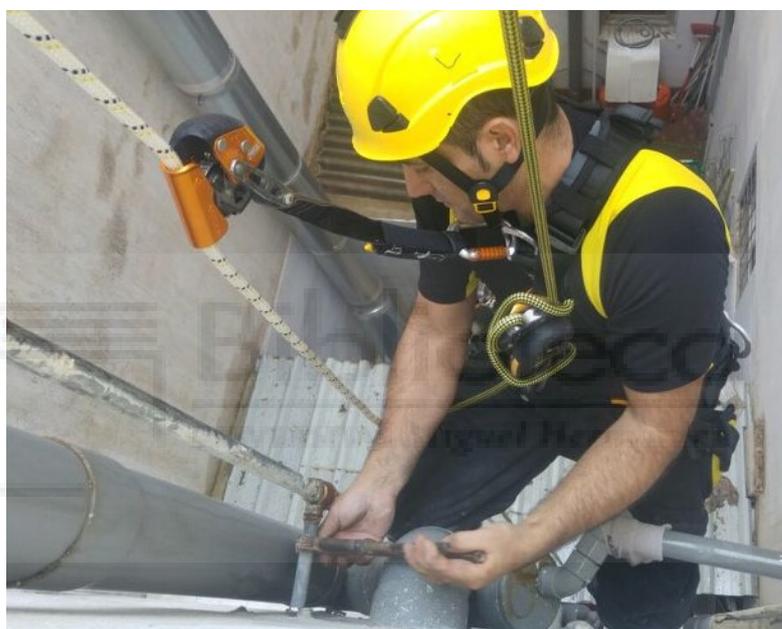


Figura 81 – Instalación de Tuberías para ACS en fachada.

En estos casos se usan los sistemas de protección individual anticaídas con anclaje fijo que permite el trabajo vertical.

#### 5.5.11.1.- RIESGOS

- Caída al mismo nivel. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Caída a distinto nivel. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Caída de objetos. **P (M) – CONS (MG) – NR (I)**
- Sobreesfuerzos. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
- Riesgos por condiciones meteorológicas adversas. **P (M) – CONS (G) – NR (M)**
  - Golpes de calor.

- Viento. Aumenta el riesgo de golpes por objetos y caídas.
- Nieve. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.
- Lluvia. Dificulta visibilidad y riesgo de resbalo.

#### **5.5.11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- El cable que haya sido empleado en la instalación deberá estar homologado por el fabricante y esto servirá de comprobante de su buena calidad.
- Los cables fiadores deberán ser instalados únicamente por profesionales cualificados.
- Una vez instalado el sistema, se deberá dar la formación específica requerida a los trabajadores que vayan a utilizarlo.
- Los fabricantes de los componentes deberán ser de reconocida solvencia.
- Las empresas que vayan a hacer uso de estos sistemas se comprometerán a mantenerlos en óptimas condiciones de conservación y mantenimiento y además se comprometerán a que el personal que le de uso tenga la formación adecuada para ello.
- Estará totalmente prohibido que los cables sean empalmados y también las cuerdas.
- El cable fiador se inspeccionarán diariamente por el responsable de la obra con conocimientos sobre los sistemas.
- Aquellos elementos sobre los que se advierta alguna señal de deterioro deberán ser sustituidos inmediatamente.
- Limpieza y orden en la obra.

Para evitar los golpes de calor se deben tomar las siguientes medidas:

- Evitar comidas pesadas y bebe agua periódicamente.
- Protegerse del sol mediante gafas, sombreros, cremas con filtros solares, etc.
- Evitar realizar trabajos en solitario.
- No esperar a tener sed para hidratarse.
- Reducir el esfuerzo físico en las horas de más calor, planificar tel trabajo.

Además la empresa contratista de las obras deberá consultar los datos meteorológicos en bases meteorológicas oficiales o de refutada solvencia, para los días previstos de la obra

con el objetivo de conocer aquellos elementos que puedan interferir en la misma e incrementar los riesgos, como por ejemplo, calor, niebla, viento, etc.

### **5.5.11.3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Caso de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección mecánica.
- Arnés de seguridad.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.



## 6.- CONCLUSIONES.

El presente Trabajo Final de Máster se encuadra dentro de seguridad, importante rama de la prevención de riesgos laborales que consiste en un conjunto de procedimientos y también de recursos técnicos los cuales se aplican para la prevención y protección eficaz frente a los accidentes.

El conocimiento técnico es fundamental dentro del área de la seguridad en el trabajo ya que es necesario conocer los procedimientos de trabajo, o herramientas necesarias, así como las condiciones en las que se realizan los trabajos, para poder proponer las medidas más eficaces frente a los accidentes concretos y específicos de cada tarea.

De ahí la estrecha relación entre el técnico de seguridad y el ingeniero, debido a la estrecha relación entre la seguridad y la técnica.

En mi caso soy Ingeniero Industrial y el desarrollo del presente trabajo final de máster me ha servido para aplicar lo aprendido durante el máster de prevención de riesgos laborales cursado, en lo referente a la seguridad y salud, a procedimientos y técnicas concretas sobre trabajos e instalaciones reales y muy demandadas en nuestros tiempos, como son la ejecución de instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas.

Esto me ha permitido obtener una visión más completa sobre la ejecución de instalaciones técnicas, no solo desde el punto de vista del desarrollo y obtención de la mejor solución técnica, si no que a la vez ello vaya aparejado con que sea una solución segura y por ende más beneficiosa para todos los implicados e interesados en su consecución.

Por todo lo anterior, el desarrollo de este trabajo final de máster, ha acercado, bajo mi punto de vista, mi perfil laboral a la figura del técnico o especialista de seguridad, y digo ha acercado porque para ser un especialista se necesitan años de dedicación, experiencia y maestría.

## 7.- BIBLIOGRAFIA.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2019). *Trabajos en cubierta: lo importante es bajar con vida*. INSST O.A., M.P.

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Madrid. (2016). *Instrucción operativa seguridad durante la realización de trabajos en cubiertas*. Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez E.M.(2006).*Caídas de altura en trabajos sobre cubiertas de materiales ligeros*. Departamento de Prevención y Desarrollo de Cultura de la Salud, Fraternidad Muprespa.

Consejería de Empleo Formación y Trabajo Autónomo.(2021).*Pudo haberse evitado. Base de Accidentes de Trabajo Investigados*. Junta de Andalucía.

Rodríguez, R.R.(2016) *Manual de seguridad de los útiles de elevación de cargas*. FREMAP y Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

Departamento de Justicia, Empleo y Seguridad Social. (2007). *Redes de seguridad*. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Gobierno Vasco.

Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. (2020) *Protección Ocular y Facial: Gafas de Protección y Pantallas Faciales*. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE). (2010) *Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. «BOE» núm. 269, de 10/11/1995.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. «BOE» núm. 74, de 28 de marzo de 2006, páginas 11816 a 11831 (16 págs.)

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. «BOE» núm. 97, de 23/04/1997.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. «BOE» núm. 97, de 23/04/1997.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores. «BOE» núm. 97, de 23/04/1997

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. «BOE» núm. 140, de 12/06/1997.

Norma Técnica de Prevención 718. (2000). *Ropa Alta Visibilidad*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Norma Técnica de Prevención 774. (2007). *Sistemas Anticaídas, componentes y elementos*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Norma Técnica de Prevención 809. (2008). *Descripción y elección de dispositivos de anclaje*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Norma Técnica de Prevención 813. (2008). *Calzado de Seguridad*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Norma Técnica de Prevención 842 (2009). *Eslingas*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Norma UNE –EN 361. (2002). *Equipos de Protección Individual contra Caídas en Altura*. AENOR.

Norma UNE –EN ISO 388-2016. (2016). *Guantes de Protección*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **8.- ANEXOS.**

### **8.1.- ANEXO I – DETALLES.**

Detalle nº1 – Equipos de Protección Individual. Cinturones de Seguridad.

Detalle nº2 – Equipos de Protección Individual. Arnés de Seguridad.

Detalle nº3 – Equipos de Protección Individual. Calzado de Seguridad.

Detalle nº4 – Equipos de Protección Individual. Casco y gafas de protección.

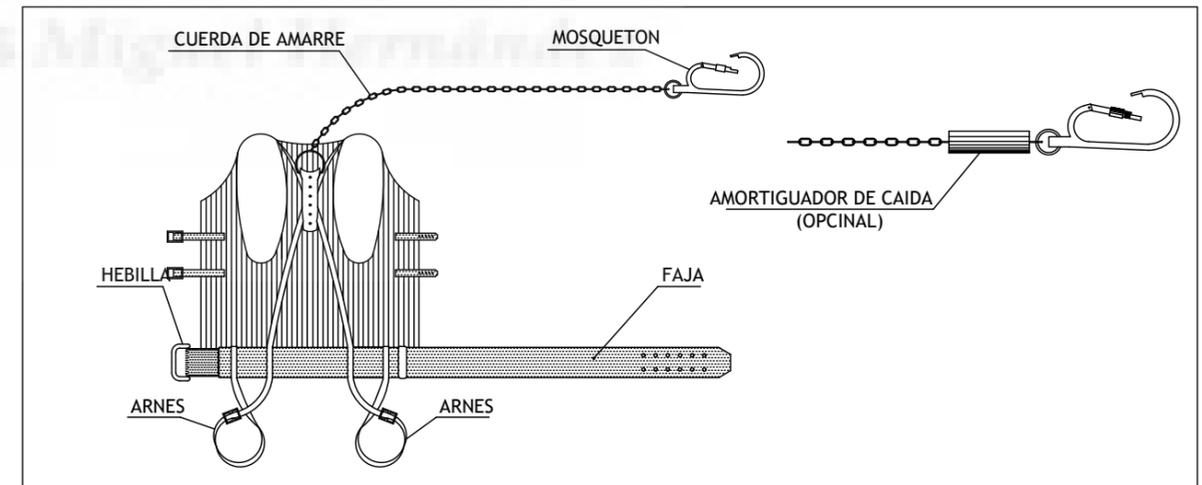
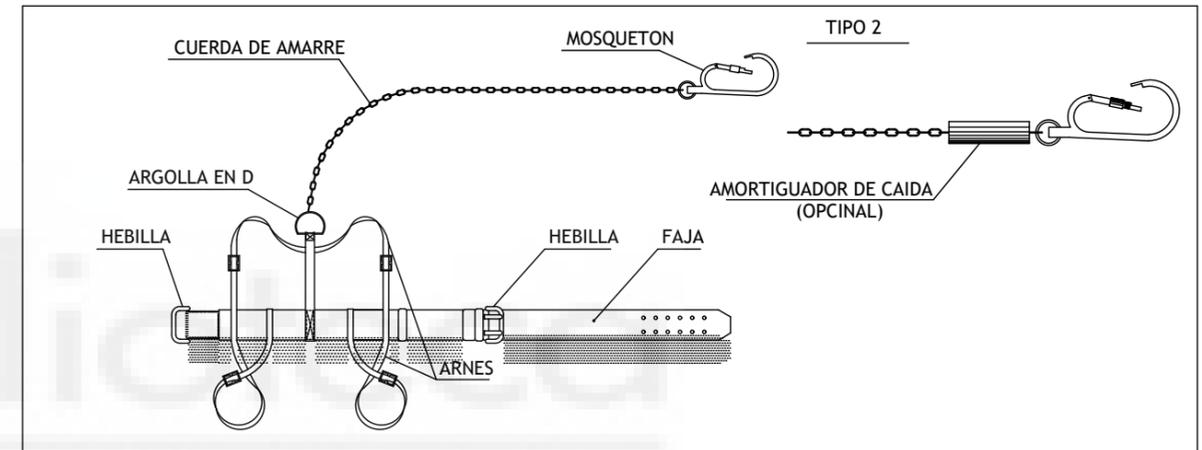
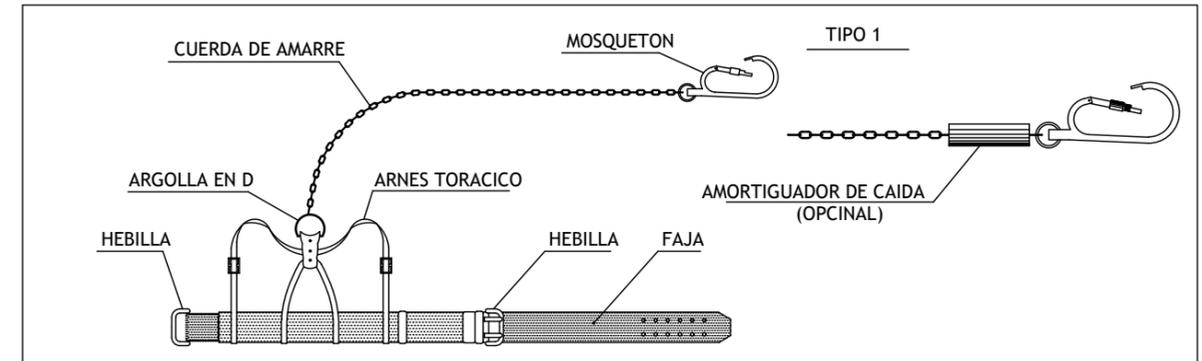
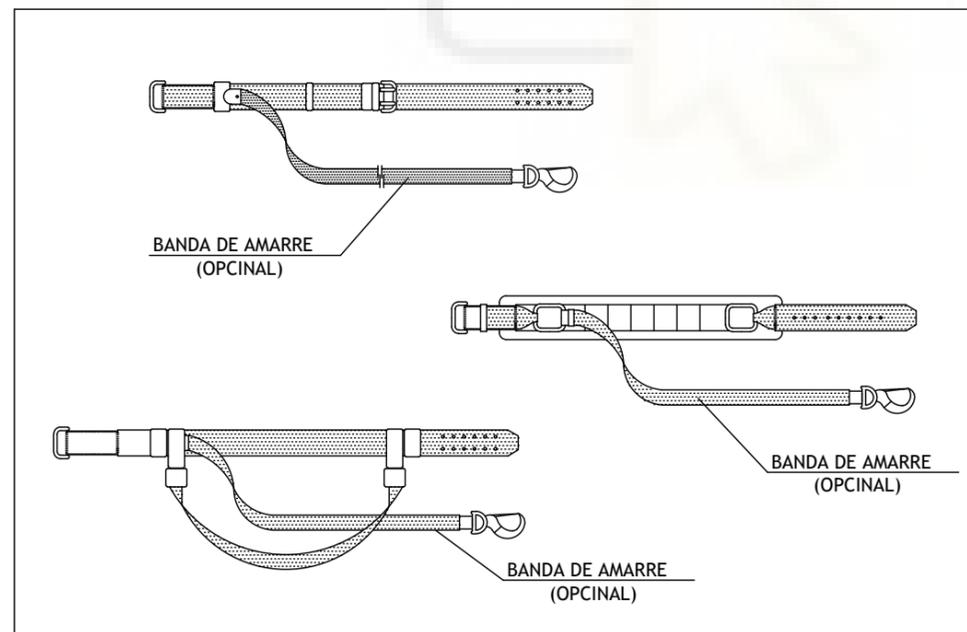
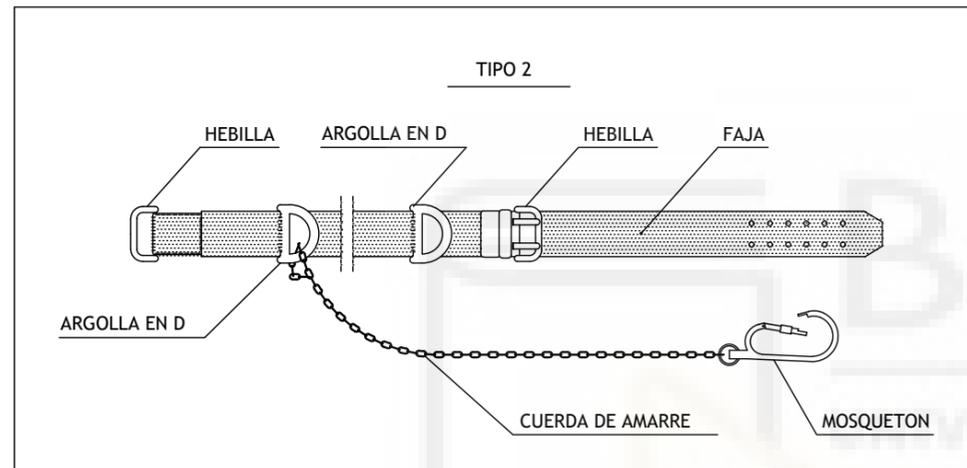
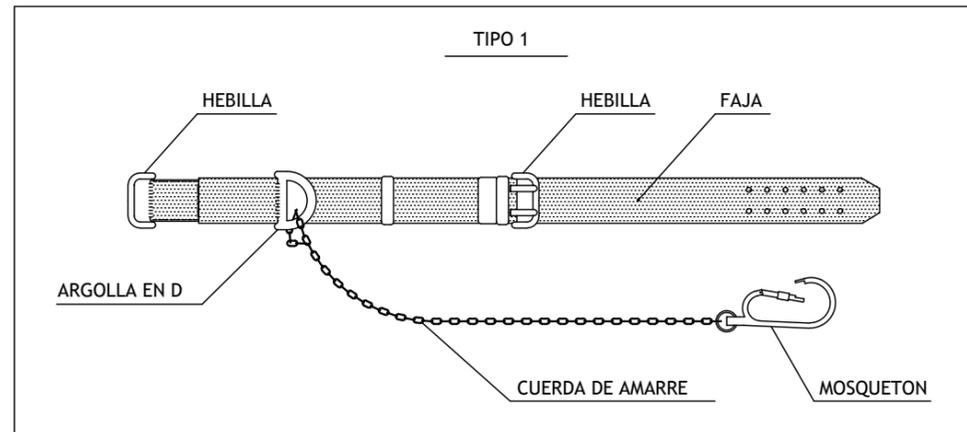
Detalle nº5 – Señalización de Obras 1.

Detalle nº6 – Señalización de Obras 2.

Detalle nº7 – Plano de Instalación Ejemplo Línea de Vida y Barandillas.

Detalle nº8 – Medios Auxiliares. Izado de cargas.

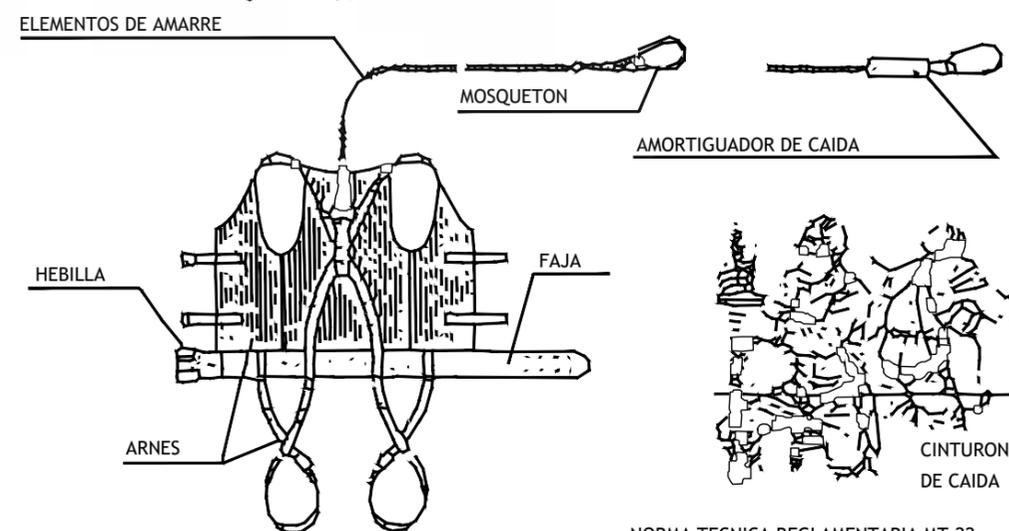
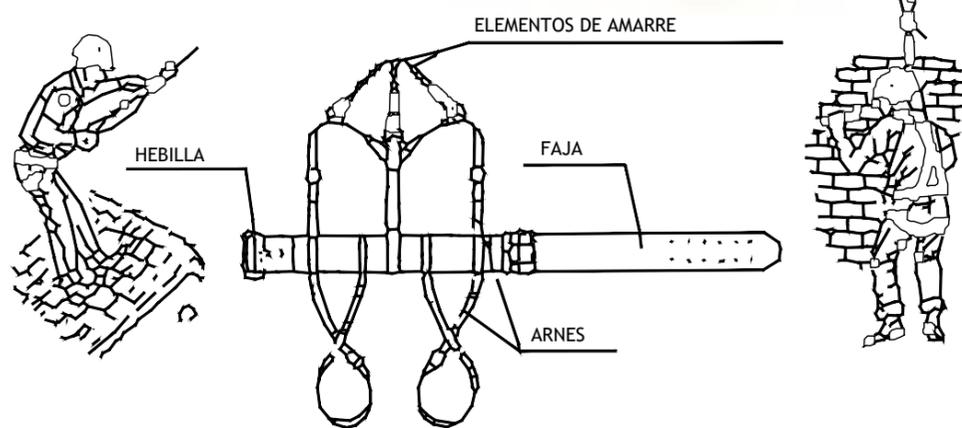
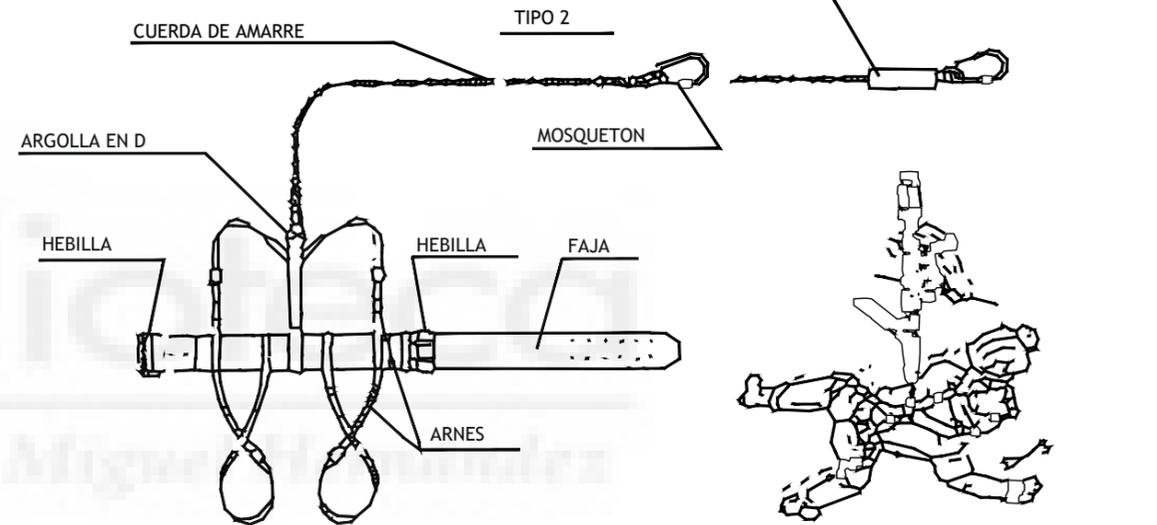
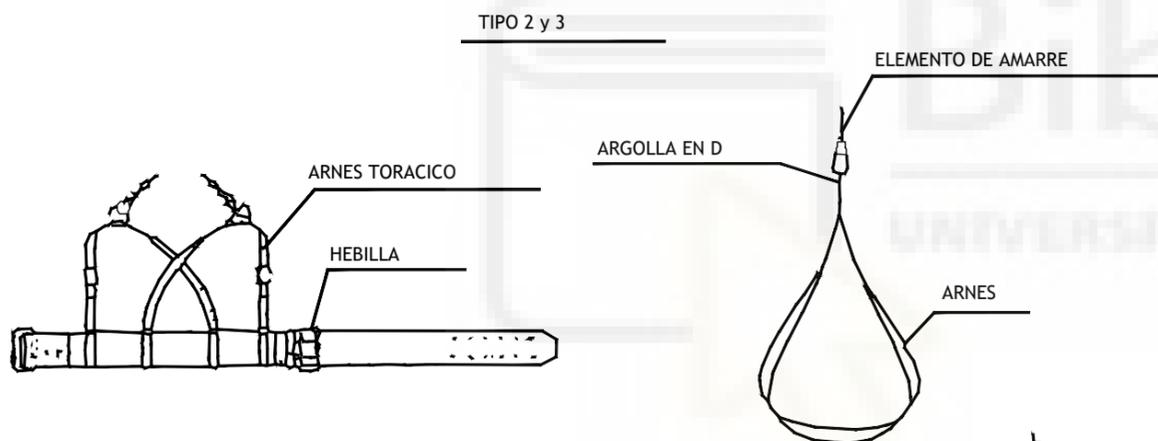
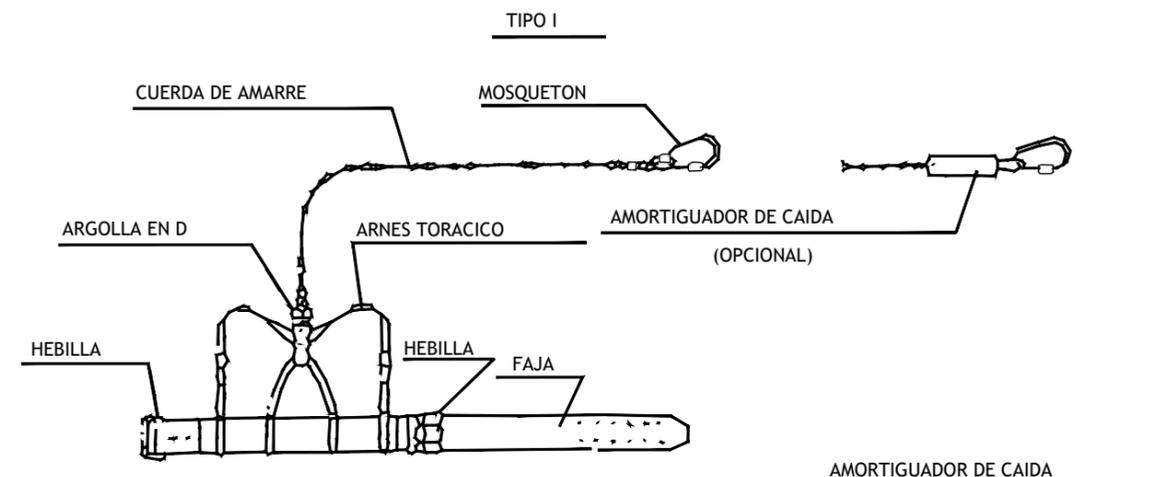
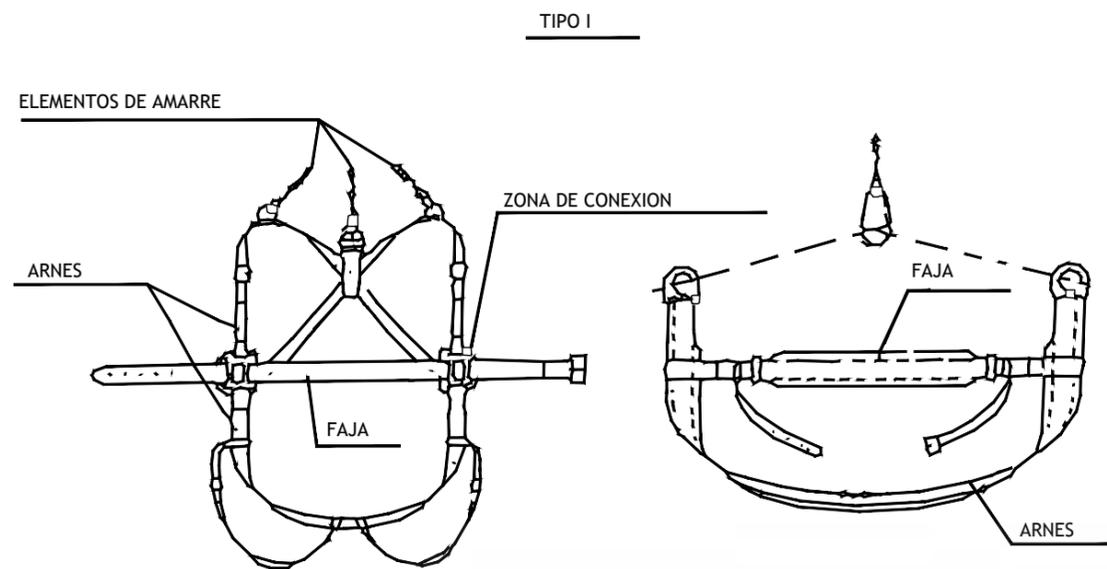
Detalle nº9 – Trabajos Eléctricos. 5 Reglas de oro.



ESCALA: S/E	PLANO: 1	TITULO: ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	ELABORADO: HUGO PEÑARANDA TOVAR	
FECHA: JUNIO 2021	HOJA: -	REVISIÓN: 0		
SUBTITULO: EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CINTURONES DE SEGURIDAD				

CINTURON DE SUSPENSION DE SUJECION "CLASE B"

CINTURON DE CAIDA DE SUJECION "CLASE C"

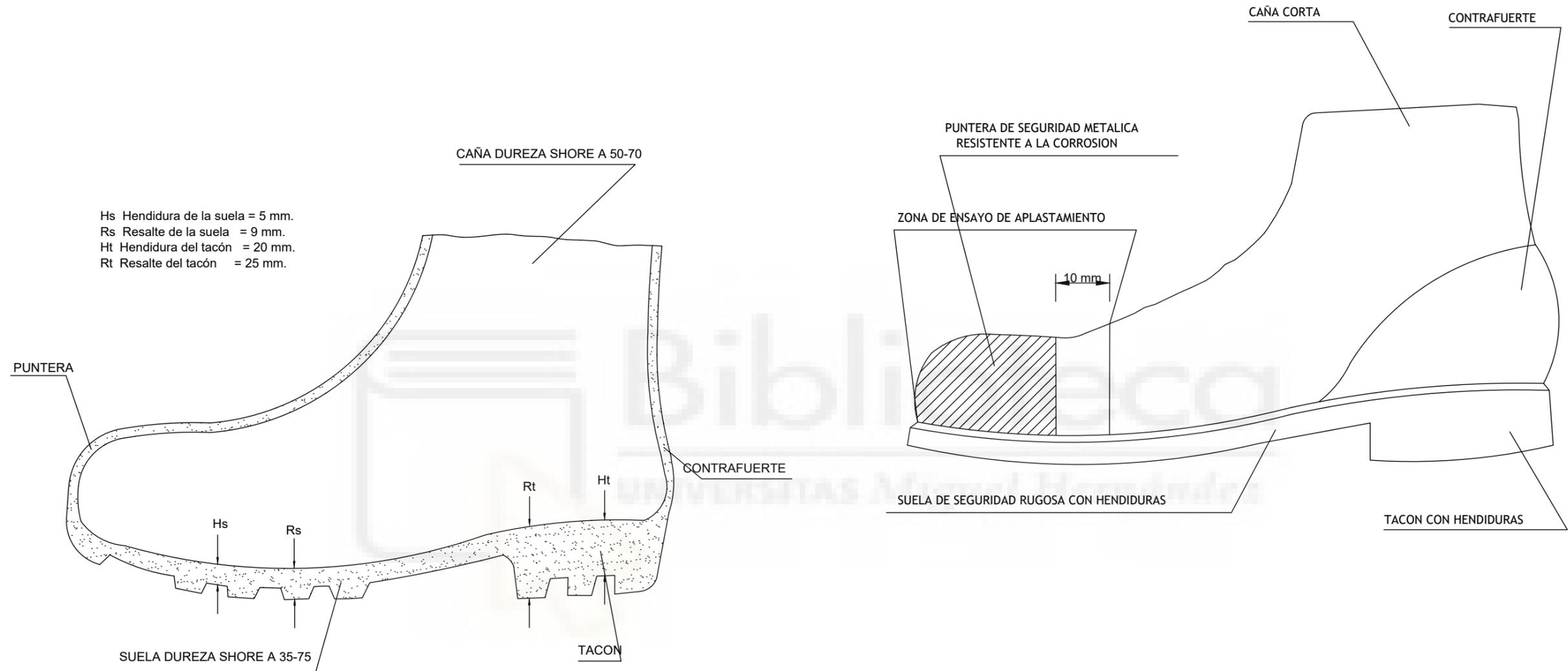


NORMA TECNICA REGLAMENTARIA MT-21

NORMA TECNICA REGLAMENTARIA MT-22

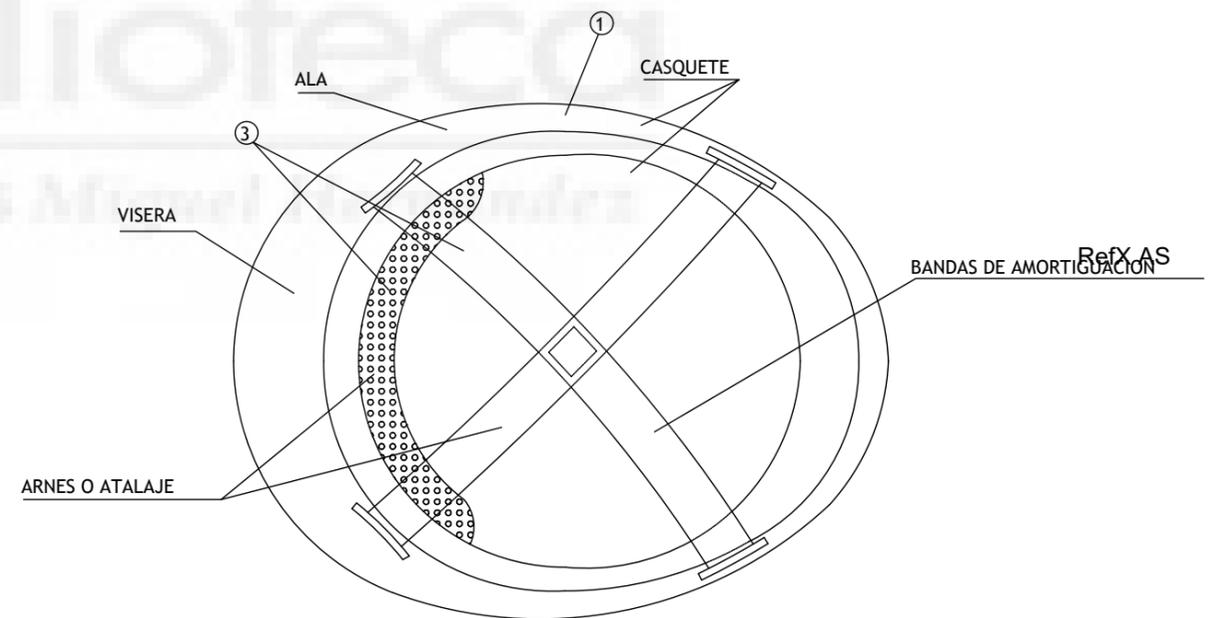
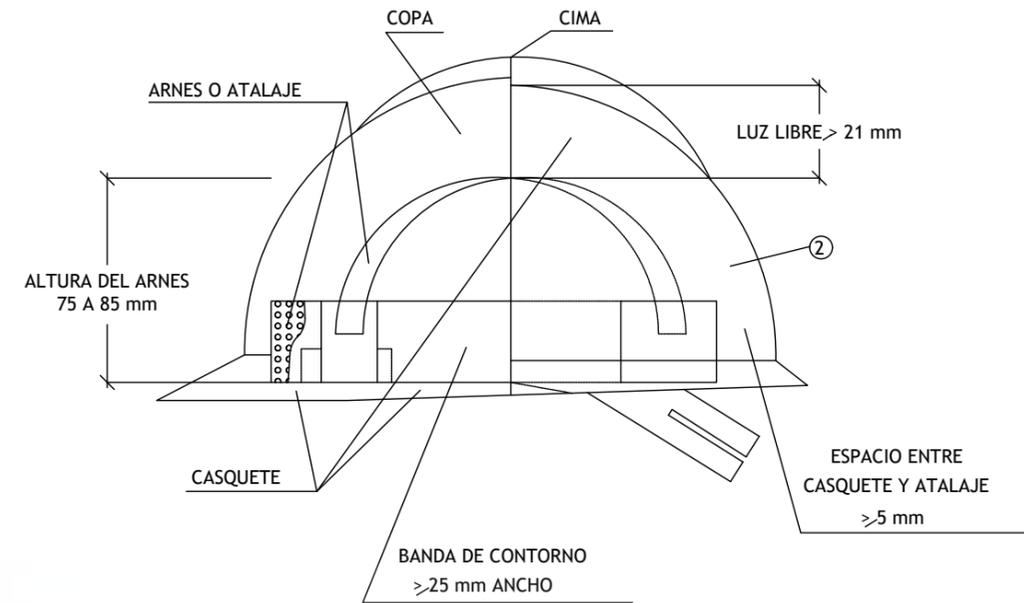
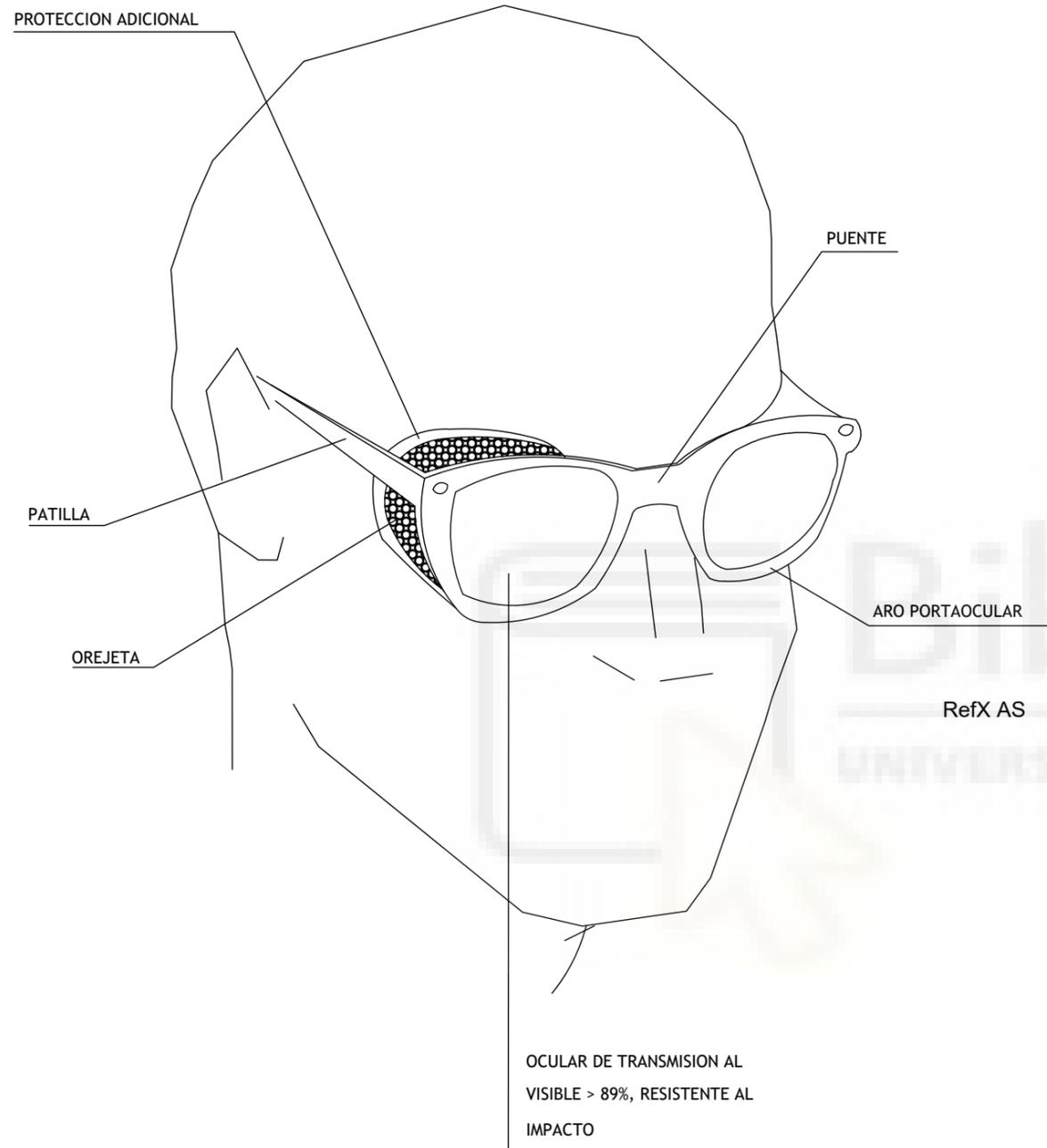
ESCALA:	PLANO:	TITULO:	ELABORADO:
S/E	2	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	HUGO PEÑARANDA TOVAR
FECHA:	HOJA:	SUBTITULO:	
JUNIO 2021	-	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL ARNESES DE SEGURIDAD	
	REVISION:		
	0		





ESCALA:	PLANO:	TITULO:	ELABORADO:
S/E	3	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	HUGO PEÑARANDA TOVAR
FECHA:	HOJA:		
JUNIO 2021	-	SUBTITULO: EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL DETALLE CALZADO DE SEGURIDAD	
	REVISION:		
	0		

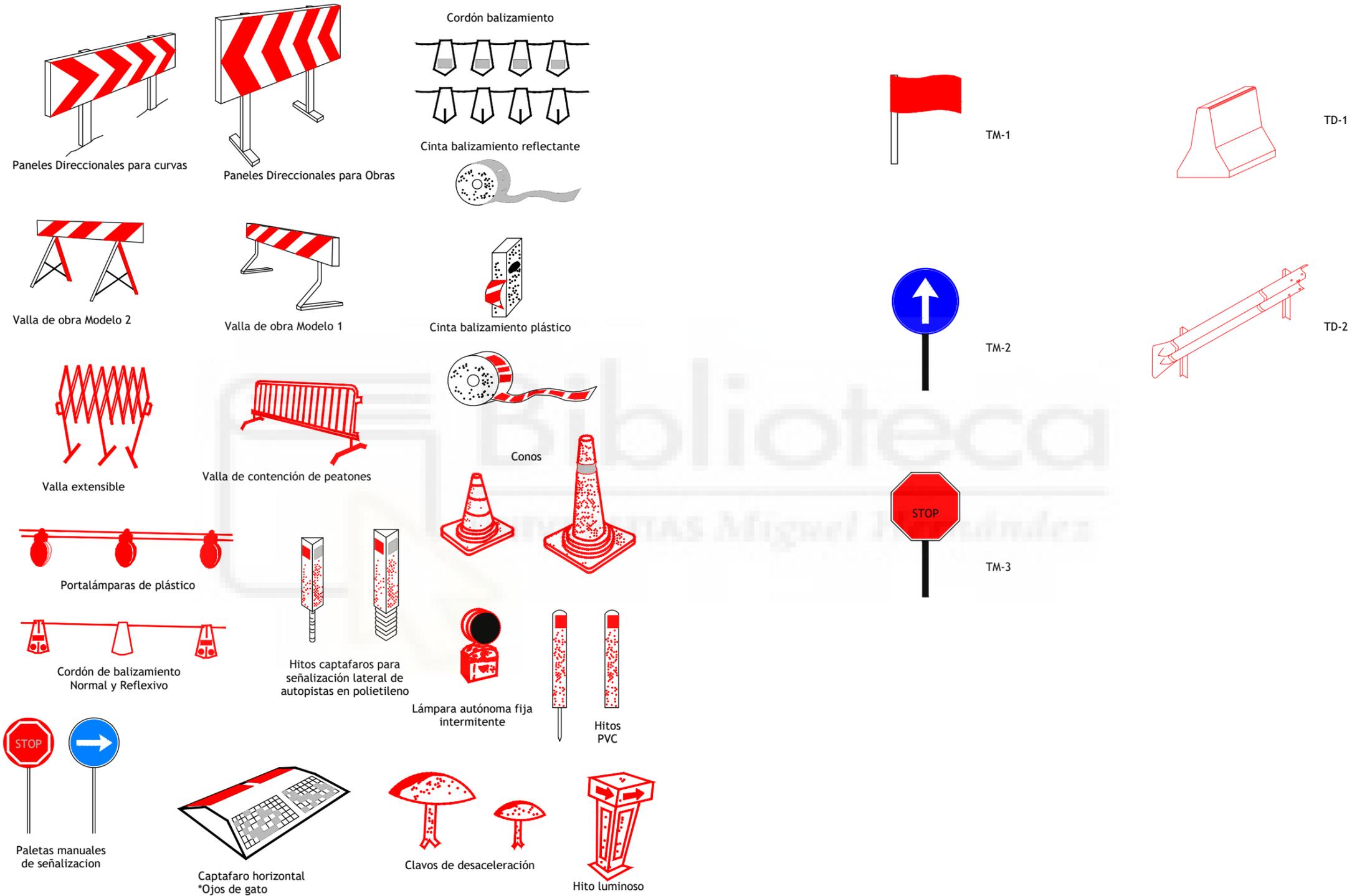




- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

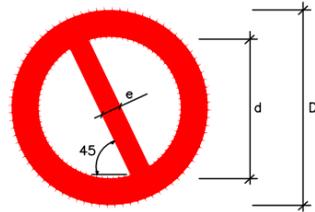
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

ESCALA: S/E	PLANO: 4	TITULO: ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	ELABORADO: HUGO PEÑARANDA TOVAR	
FECHA: JUNIO 2021	HOJA: -	REVISION: 0	SUBTITULO: EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CASCO Y GAFAS DE PROTECCION	



ESCALA: S/E	PLANO: 5	TITULO: ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	ELABORADO: HUGO PEÑARANDA TOVAR	
FECHA: JUNIO 2021	HOJA: -			

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICION.



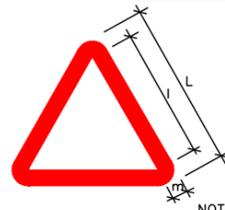
DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (\*)  
 BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (\*)  
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)  
 (\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS: PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:  
 (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
 (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE  
 (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (\*)  
 BORDE: NEGRO (\*) (EN FORMA DE TRIANGULO)  
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)  
 (\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm)		
L	l	m
594	420	30
420	297	21
297	210	15
210	148	11
148	105	8
105	87	5

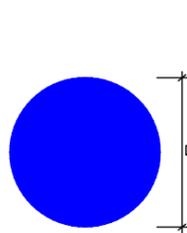
NOTAS:  
 (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
 (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTAS GOTAS SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 4178 DE LA CEJ)(UNE 20-557/1)

SEGUN R.D. 485/1.997 DE 14 DE ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACION



DIMENSIONES (mm)	
D	
594	
420	
297	
210	
148	
105	

COLOR DE FONDO: AZUL (\*)  
 SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)  
 (\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

NOTAS:  
 (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
 (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE  
 (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES

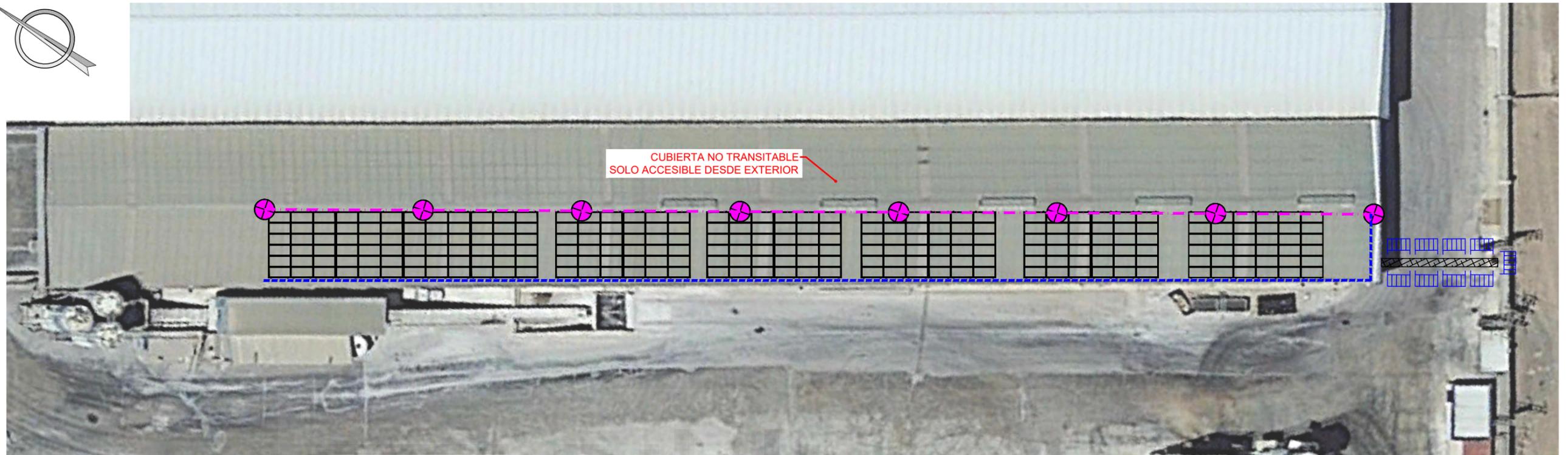
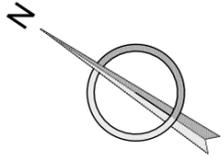
OBREROS
SILBAR OBREROS
LETRA S LEYENDA INDICADORA OBREROS EN VIA

SEÑAL	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA		

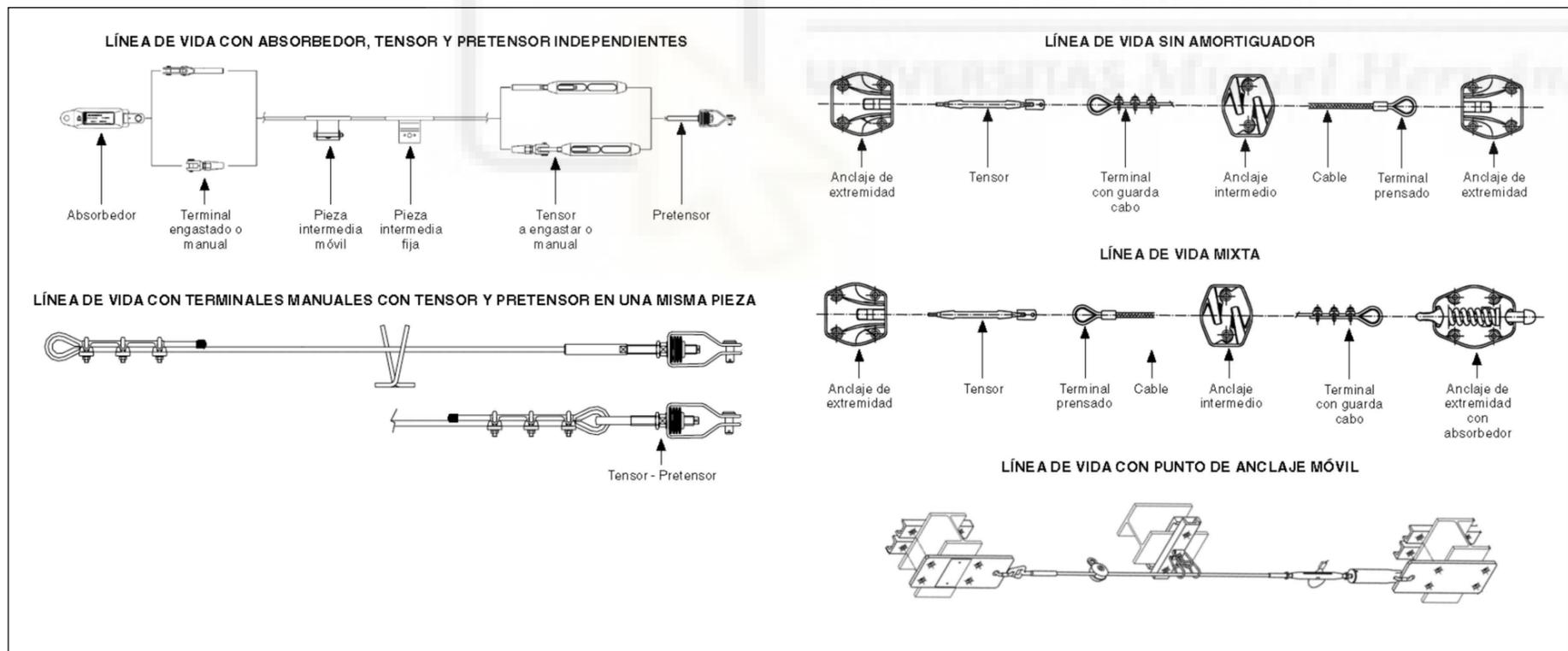
ESCALA:	PLANO:	TITULO:
S/E	6	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS
FECHA:	HOJA:	
JUNIO 2021	-	
	REVISION:	SUBTITULO:
	0	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA SEÑALIZACION DE OBRAS 2

ELABORADO:  
 HUGO PEÑARANDA TOVAR





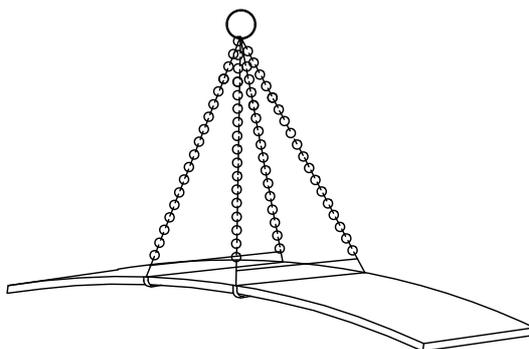
**TIPOS DE LÍNEAS DE VIDA CON DISPOSITIVOS DE ANCLAJE DE CLASE C**



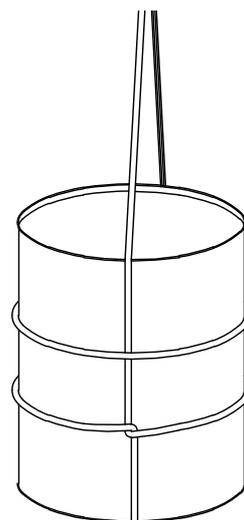
LEYENDA	
SIMBOLO	DENOMINACION
	MÓDULO FOTOVOLTAICO CANADIAN SOLAR HIKU CS3W-425P
	ANCLAJE LINEA DE VIDA
	LÍNEA DE VIDA
	BARANDILLA DE PROTECCIÓN
	ZANJA PARA LSBT 230/400 V
	ZONA VALLADA

ESCALA: S/E	PLANO: 7	TITULO: ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	ELABORADO: HUGO PEÑARANDA TOVAR	
FECHA: JUNIO 2021	HOJA: -	REVISIÓN: 0	SUBTÍTULO: EQUIPOS DE PROTECCION EJEMPLO INSTALACION LINEA DE VIDA Y BARANDILLA	

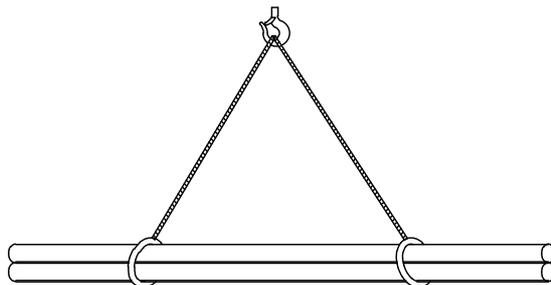
PLANCHA LARGA



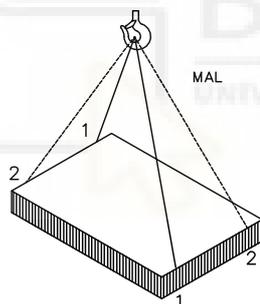
AMARRE DE BIDONES



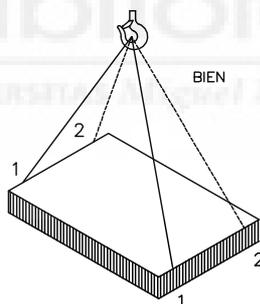
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



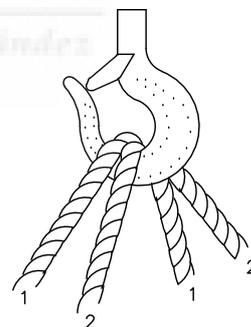
Biblioteca  
UNIVERSIDAD Miguel Hernández



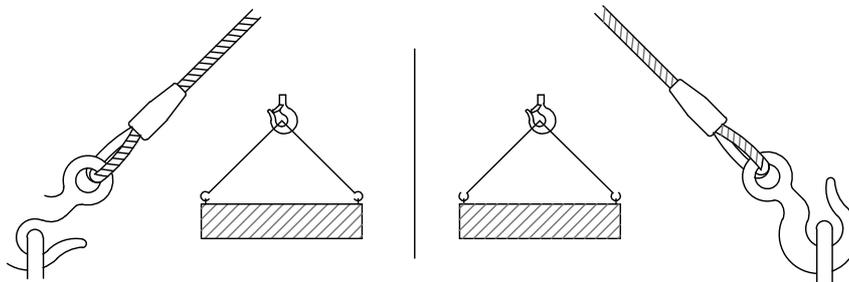
MAL



BIEN



CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



PLANO:

8

FECHA  
JUNIO 21

ESCALA  
S/E

TITULO:

**ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR  
EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES  
FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES  
SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS  
TIPOS DE CUBIERTAS**

SUBTITULO:

**MEDIOS AUXILIARES - IZADO CARGAS**

ELABORADO:

HUGO  
PEÑARANDA  
TOVAR



# ¡CUMPLE SIEMPRE!

## CON LAS CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR SIN TENSION



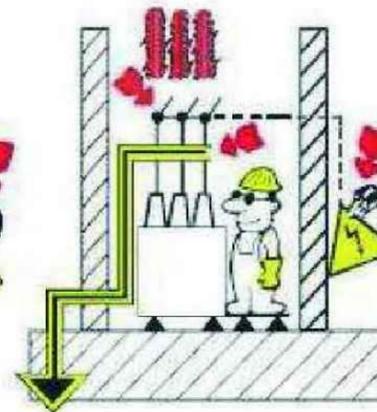
**1. Corte efectivo de todas las fuentes de tensión.**



**2. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.**



**3. Detectar ausencia de tensión.**



**4. Poner a tierra y en corto-circuito.**



**5. Señalizar la zona de trabajo.**

ESCALA:	PLANO:	TITULO:	ELABORADO:
S/E	9	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO Y CAPTADORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA SOBRE DISTINTOS TIPOS DE CUBIERTAS	HUGO PEÑARANDA TOVAR
FECHA:	HOJA:	SUBTITULO:	
JUNIO 2021	-	5 REGLAS DE ORO TRABAJOS ELECTRICOS	
	REVISION:		
	0		