



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

# **DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 KW DE CONEXIÓN A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

**Realizado por:**

Jose Manuel Momo Sanchez

**Dirigido por:**

Salvador Orts Grau

Valencia, 2017



# ÍNDICE GENERAL

1.- Memoria.....	1
2.- Cálculos.....	18
3.- Estudio de alternativas.....	38
4.- Presupuesto.....	52
5.- Planos.....	57
6.- Pliego de condiciones.....	66
7.- Estudio básico de Seguridad y Salud.....	98



# DOCUMENTO 1

## MEMORIA

## Tabla de contenido

1.1. Introducción.....	3
1.2. Objeto.....	3
1.3. Situación y Titular de la instalación.....	4
1.4. Técnica solar fotovoltaica.....	4
1.4.1. Funcionamiento.....	5
1.4.2. Orientación.....	6
1.5. Instalación.....	6
1.5.1. Tramitaciones con la compañía distribuidora.....	7
1.5.1.1. Punto de conexión a red.....	7
1.5.1.2. Acometida.....	7
1.5.1.3. Permisos con la compañía distribuidora.....	7
1.5.2. Protecciones.....	8
1.5.2.1. Cableado/Acometida.....	9
1.5.2.2. Fusible de seguridad.....	9
1.5.2.3. (CGP) Caja general de protecciones.....	9
1.5.3. Equipos de medida.....	10
1.5.4. Cuadro eléctrico.....	10
1.5.5. Toma tierra.....	10
1.5.6. Inversores.....	11
1.5.7. Módulos fotovoltaicos.....	13
1.5.8. Estructura de soporte para módulos solares.....	14
1.6. Impacto medioambiental.....	15
1.7. Producción de energía generada.....	15
1.8. Medidas de seguridad.....	16
1.9. Conclusiones.....	17

## 1.1 INTRODUCCION

Se va a realizar una instalación solar fotovoltaica en una nave industrial para el uso de energía propia. Puesto que se tiene la suerte de que en la comunidad valenciana se goza de insolaciones medias anuales del orden de las 2800 a 3000 horas, se sabe que la instalación estará expuesta a estas horas de sol.

De acuerdo con diferentes mediciones efectuadas durante los meses del año del 2015, se calcula una radiación que oscila entre los 260 y las 420 calorías por centímetro cuadrado, y unas 2960 horas de sol al año para la comunidad valenciana.

Por el hecho se dispone a hacer la instalación de un sistema solar fotovoltaico el cual se encarga de aprovechar la energía que es irradiada por el sol para transformar esta en energía eléctrica.

Según normativa se debe montar los módulos fotovoltaicos según las características que obliga la compañía eléctrica, para su posterior utilización.

La razón por la que se dispone a hacer el montaje de la instalación solar es la mínima utilización de la energía eléctrica de la empresa distribuidora, y por lo tanto conseguir un ahorro considerable en la factura de esta misma. Por lo tanto se quiere la instalación solar para un autoconsumo.

Por lo tanto cuanto mayor sea el autoconsumo, menor será el gasto en energía eléctrica y por lo cual mayor será la rentabilidad, con el fin de recuperar la inversión y tener un mayor ahorro en un futuro. Es conveniente no crear muchos excedentes de energía, puesto que estos serán otorgados gratuitamente a la empresa distribuidora. Puesto que estos excedentes no nos van a aportar ningún tipo de ingreso siempre será recomendable no crear una instalación la cual nos cree muchos excedentes, pero sin llegar nunca a quedarse cortos, es preferible tener excedentes alguna vez, y no lo contrario.

## 1.2 OBJETO

Con este proyecto se tiene como objeto definir las condiciones técnicas, económicas y administrativas para la instalación de un sistema solar fotovoltaico, con la finalidad de producir energía eléctrica mediante la fuente que es la radiación solar.

Con ello se pretende conseguir energía sacada de un bien gratuito como es el sol, para el aprovechamiento de dicha energía en la empresa y el mínimo consumo de energía eléctrica de la empresa distribuidora.

El objeto de este documento es la realización de un estudio técnico y económico, para una "instalación de energía solar fotovoltaica conectada a la red de 100kw".

### 1.3 SITUACION Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Datos del promotor del proyecto:

Promotor	Jose Manuel Momo Sanchez
Dirección	C/les figueres nº 66
Población	Massamagrell ( valencia)
DNI	22590366-L

Emplazamiento de la instalación:

Provincia	Valencia
Población	Museros
Polígono	Pol. Industrial de museros.
Calle	Crta nou de octubre
Tipo de nave	Industrial
Latitud	39.5
Inclinación	35
Temperaturas	De 0°C a 35ª C

Dicha instalación será montada en la parte superior de una nave industrial para el aprovechamiento de la superficie.

La instalación solar será de 75kw conectada a red.

Dichas características serán:

- Potencia instalación solar
- Módulos solares
- Inversores
- Potencia salida del inversor
- Soportes para módulos solares

La inyección a red se producirá mediante la compañía eléctrica Iberdrola con las características comunes de red de distribución marcadas para España.

- La compañía será Iberdrola
- Como tensión tendremos 400/230 V
- La frecuencia será de 50Hz / 60 Hz, con un factor de potencia de 0.8.

### 1.4 TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía la cual produce electricidad de origen renovable, se obtiene directamente a partir de la radiación solar mediante una célula fotovoltaica.

Este tipo de energía se utiliza para suministrar electricidad a viviendas, industrias, aparatos autónomos y para producir electricidad a gran escala.

Es una energía limpia y que no requiere costosos trabajos para obtenerla.

Su obtención de energía no produce desperdicios ni contamina el medioambiente.

Es gratuita y no tiene peligro de agotarse a corto-medio plazo.

#### 1.4.1 FUNCIONAMIENTO.

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red, genera energía en C.C. para luego ser transformada en C.A. mediante el inversor y a continuación su posterior inyección a red, para poder suministrar energía a los puntos de consumo donde se vaya a necesitar. En la figura 1 un simple ejemplo de su funcionamiento.

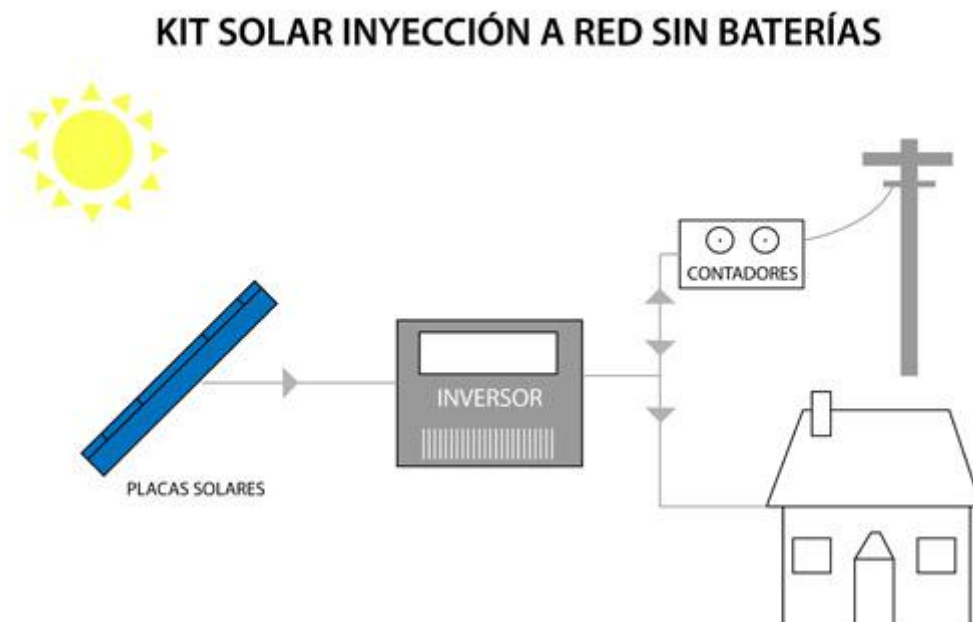


FIGURA 1

En los paneles fotovoltaicos o células fotovoltaicas, la radiación solar que incide sobre estos excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial, la cual genera una energía. Con la conexión en serie de varios dispositivos obtenemos diferencias de potencial mayores.

Cada célula fotovoltaica está compuesta por dos láminas de silicio (P y N), separadas por un semiconductor. Los fotones inciden contra la capa P que al chocar liberan electrones los cuales en movimiento pasan por el semiconductor sin retorno. Con esto conseguimos que la capa N adquiera una diferencia de potencial respecto a la capa P, que con un conductor eléctrico externo provisto de un consumidor de energía volverán corriente eléctrica a la capa P, y así sucesivamente.

Las celdas suelen ser de 5 a 10 cm, en cada célula la mayor parte es silicio dopado con boro para crear una polaridad positiva es decir el material P. Por otro lado una capa más delgada de silicio dopada con fósforo para crear una polaridad negativa o material N. el punto intermedio de las dos capas es la unión.

Las instalaciones pueden ser fijas o bien móviles, es verdad que la móvil siempre se va a generar un mayor rendimiento respecto a la fija, pero es mucho más costosa y conlleva mayor mantenimiento. Por esto se suelen instalar los paneles sobre estructuras fijas orientadas hacia donde mejor sea dependiendo de la zona, en este caso el sur.

Producen electricidad en corriente continua y esta es transformada en corriente alterna con las características deseadas para que esta pueda ser inyectada a la red de transporte y distribución, por medio de un inversor de conexión a red.

Por lo tanto para el correcto funcionamiento de dicha instalación necesitaremos:

- Paneles fotovoltaicos.  
Los cuales están compuestos por placas fotovoltaicas y estas pueden ser o bien monocristalinas que son las más costosas pero su rendimiento puede alcanzar el 20%, o bien policristalinas las cuales tienen unos gastos mucho menores pero el rendimiento puede ser muy inferior, incluso no llegar a alcanzar el 1%.
- Inversor de conexión a red.  
Este será el encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna perfectamente sincronizada con la red a 50Hz.

Luego también es necesario además de estos componentes principales, la interconexión del sistema a la red, protecciones tanto de campo solar como la de los circuitos de alterna, estructura y soporte de módulos, etc.

#### 1.4.2 ORIENTACIÓN

Para un correcto funcionamiento y un mayor aprovechamiento de la luz solar es necesario hacer un estudio para la zona donde vayamos a colocar la instalación y ver cuál es la orientación óptima para ello.

La orientación óptima para la instalación es hacia el sur, puesto que están más intensamente soleadas en invierno que en verano, y esto es lo que más se precisa recibir la acción solar mayor en los días invernales.

En España la inclinación adecuada para las placas solares está entre los 30 y 40 grados sobre la horizontal para captar la máxima radiación anual.



## 1.5 INSTALACION

Para llevar a cabo dicha instalación se necesitan varias cosas que a continuación serán nombradas y analizadas una a una.

### 1.5.1 TRAMITACIONES CON LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA.

La compañía distribuidora nos tendrá que tramitar varias cosas para poder llevar a cabo la instalación totalmente legal.

En los siguientes puntos se ve donde interviene y los documentos necesarios.

#### 1.5.1.1 PUNTO DE CONEXIÓN A RED.

La compañía fija un punto de conexión. El enganche será en baja tensión en el CTI Rubial.

Se colocaran los seleccionadores indicados por la compañía suministradora eléctrica en cuya red se inyectara, así como el traslado de cortocircuitos de expulsión si fueran necesarios.

#### 1.5.1.2 ACOMETIDA.

La compañía eléctrica fijara el tipo de conductores y secciones según las normas particulares, para poder llevar a cabo la instalación y asegurando su correcto funcionamiento sin ningún tipo de altercado.

#### 1.5.1.3 PERMISOS CON LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA.

Para poder pedir un punto de conexión a red se debe contactar con la compañía distribuidora, en este caso con Iberdrola, se presentara una solicitud de permiso d punto de conexión para la instalación fotovoltaica que se quiere realizar según impreso RD/1699/2011.

Se debe indicar en este caso que es para autoconsumo total y debe figurar también los datos de la ubicación, coordenadas del punto de la instalación, plano de situación, potencia nominal, potencia pico, datos del titular y representante, dirección, correo, etc. Y el punto de conexión propuesto para la instalación.

Con dicha información la compañía eléctrica elabora un informe fijando el punto de conexión informativo.

Este informe consta de un estudio de la zona donde se llevara a cabo la instalación, la compañía valora si las características de dicha instalación son factibles con la red de distribución suya. Para que todo esto sea factible el punto más importante es que la suma d las potencias que se suministrara a dicha red no deben de superar el 50% de la capacidad del transformador a la que se va a conectar la instalación. Si estas superaran ese 50% marcado podríamos cambiar el transformador, asumiendo los costes del cambio y abonándoselos a la compañía.

En la figura 2 se muestra el boletín oficial del estado que se ha de rellenar

Solicitud de conexión de una instalación a la red de distribución de baja o media tensión		
Detalles generales del proyecto		
Emplazamiento/dirección/código postal		
Referencia catastral		
Teléfono de contacto del titular		
Empresa de distribución		
Propietario del sistema		
Dirección de correo electrónico del titular		
CUPS suministro asociado		
Usuario del sistema (si es diferente del propietario)		
Potencia asignada total		
Aplicación del calor recuperado		
Detalles del instalador autorizado		
Instalador autorizado		
Acreditación/Cualificación		
Dirección (incluyendo el código postal)		
Persona de contacto		
Teléfono		
Fax		
Dirección de correo electrónico		
Detalles de la instalación de producción		
Emplazamiento del generador(es) dentro de la instalación		
Fabricante del generador(es)/modelo(s)		
Potencia asignada del equipo(s) generador(es) (kVA)		
Factor de potencia del equipo(s) generador(es)		
Monofásico o trifásico		
Máxima corriente de pico en cortocircuito (A)		
Tecnología del generador y combustible empleado		
Número de serie del equipo(s) generador(es)		
Contador y número de registro del contador		
Punto de conexión propuesto		
Descripción de la configuración de conexión		
Esquema unifilar adjunto		
Declaración a ser completada por el instalador		
Comentarios		
Declaro que esta instalación ha sido diseñada cumpliendo con los requisitos del fabricante, instrucciones, la regulación de cableado, verificación del correcto funcionamiento de las protecciones y los requisitos de puesta a tierra.		
Nombre:	Firma:	Fecha:

FIGURA 2

### 1.5.2 PROTECCIONES.

Hay varios tipos de protecciones que se debe tener en cuenta a la hora de realizar la instalación fotovoltaica, de no ser por estas protecciones, la instalación no se podría llevar a cabo o directamente no sería segura frente a varios tipos de circunstancias.

#### 1.5.2.1 CABLEADO/ACOMETIDA.

El cableado para que la caja general de protecciones este correcta y toda la demás instalación no nos de ningún tipo de problema, será de una línea con cables de cobre de sección ( $10 \text{ mm}^2$ ) y con una tensión nominal de aislamiento de un mínimo de 1000V.

El cableado de la instalación deberá de ser claramente identificable, que no pudiera dar pie a ningún tipo de confusión, y que a simple vista se distinguiera cual es cual. Por eso se seguirán las indicaciones de colores básicas que tenemos, las cuales son:

- Marrón, Negro o Gris para los conductores de fase.
- Azul para los conductores de neutro.
- Verde/Amarillo para el conductor de tierra o protección.

La intensidad máxima permitida para el cableado nos la marca la norma UNE 20.460-5-523 y su anexo.

Para la instalación de los conductores se usaran tubos aislantes rígidos blindados y canales porta cables estancos de PVC para todo tipo de distribución de cableado exterior y para el cableado interior utilizaremos cable corrugado flexible para los tramos empotrados. Para la instalación y todos sus componentes (canales, terminales, empalmes, conexiones, etc.) se utilizaran dispositivos con grado de protección (IP x4).

#### 1.5.2.2 FUSIBLE DE SEGURIDAD.

Utilizar como protección un fusible de seguridad de alto poder de ruptura y se caracteriza por tener una alta capacidad de ruptura o de corte frente a las corrientes de cortocircuito. Su habilidad consiste en interrumpir la corriente de cortocircuito en un brevísimo lapso de tiempo ( $0,5 \text{ ms}$ ) con lo cual se minimizan los efectos de estas corrientes. En general seguir las instrucciones dadas por la compañía eléctrica en el informe.

#### 1.5.2.3 (CGP) CAJA GENERAL DE PROTECCIONES.

La caja general de protección o CGP es una caja de material aislante que aloja en su interior los elementos de protección de la línea general de enlace a red. Esta es la encargada de conectar los puntos de consumo eléctrico o clientes a la red de la empresa distribuidora.

Su función es proteger la línea de red por si existen perturbaciones en la instalación, desconectándola y evitando que se introduzca a la red energía eléctrica en malas condiciones.

La CGP estará formada por material aislante de clase térmica A y como mínimo deberá tener un grado de protección IP55, esta será facilitada por alguno de los tipos que marca la compañía eléctrica. Deberá de estar equipada con cartuchos de fusibles para cada una de las fases y una barra para el neutro.

### 1.5.3 EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida será el encargado de controlar la producción de energía eléctrica mediante dos contadores, los cuales estarán ubicados en el cuadro general y este estará ubicado lo más cerca posible del punto de conexión con la red de acuerdo con las instrucciones de la compañía eléctrica, la cual tendrá acceso a él las 24h todos los días del año.

El equipo quedara situado en una zona de riesgo mínimo, y con una distancia de entre 1 y 1.8 metros, entre los equipos de medida y los de lectura.

La caja de protección y medida contara con un juego trifásico de fusibles calibrados y contadores específicos en función de lo indicado por la compañía eléctrica suministradora, todo ello bajo el cumplimiento de lo recogido en el ITC-B1-16 y el RD 1663/2000.

### 1.5.4 CUADRO ELECTRICO.

El cuadro eléctrico será situado al final de la línea, antes de la instalación y la función de este es protegernos frente a posibles sobrecargas en la línea o cortocircuitos en la instalación. En dicho cuadro se colocaran aparatos de protección típicos, como son el interruptor diferencial, el interruptor magneto térmico y un contador de interconexión en el caso de que el inversor no lo lleve.

Este cuadro será uno de los recogidos en la parte de especificaciones técnicas de la empresa suministradora y debe garantizar que los errores internos de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las cuales están conectadas.

### 1.5.5 TOMA TIERRA.

La conexión de toma tierra es una parte muy importante ya que de ella depende la seguridad de la instalación. La puesta a tierra se realizara mediante una pica clavada en la tierra, donde a ella vaya conectado todo el cableado de puesta a tierra de todos los soportes.

De acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión, la conexión de puesta a tierra se deberá hacer independiente a la de la compañía suministradora, para no alterar esta misma y poder producir fallos en ella.

En el apartado del documento de cálculo, se calculara la resistencia de tierra en función del número de picas, de forma que su valor no puede ser mayor al de 20 ohmios, durante la instalación, el instalador deberá de medir su resistencia, y en el caso de esta ser mayor del valor permitido, deberá de mejorar dicha toma de tierra hasta conseguir el valor correcto.

En dicha instalación se utilizara cable de sección no inferior a  $6\text{mm}^2$  de sección para los tramos de CC, y no menos de sección de  $10\text{mm}^2$  para los tramos de CA. El cable será de tipo cobre flexible, clase 5 y con aislamiento XPLE y cubierta de PVC.

#### 1.5.6 INVERSOR.

Los inversores son los encargados de convertir la CC dada por los paneles fotovoltaicos en CA para ser suministrada a la red, por lo tanto la función de estos reside en cambiar el voltaje de entrada de CC a un voltaje simétrico de salida de CA senoidal, con los mismos parámetros tanto en tensión como en frecuencia que la señal de red que haya para su posterior acoplamiento. Por lo tanto son los que podrán hacer posible convertir la energía adquirida del sol en energía eléctrica adecuada para los fines.

Se instalara un inversor trifásico con transformador de 75kW, siendo este inversor del modelo: ZIGOR SOLAR T3 de 75kW.

Los inversores ZIGOR SOLAR T3 se caracterizan por su rendimiento del 96% con transformador. Ofrecen una alta fiabilidad y garantía de funcionamiento. Un alto rendimiento energético de su MPPT que es mayor del 99%. Otra característica a destacar es su regulación automática de reactiva y sus herramientas de comunicación entre ellos y el sistema de supervisión y control centralizado. Todos los parámetros son configurables en local y también de forma remota. Gracias a la arquitectura de doble conversión nunca generan sobretensiones peligrosas cuando se desconectan de la red.

A continuación se citara una a una sus características a destacar:

- Rango de tensión de entrada (300-700VDC).
- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).
- Alto rendimiento energético MPPT > 99%.
- Muy baja distorsión armónica, THD < 3%.
- Factor de potencia seleccionable.
- Conexión directa a la red.
- Conexión en paralelo sin limitación.
- Protección anti-isla con desconexión automática.
- Monitorización del equipo mediante LCD.
- Aislamiento galvánico a través de transformador.
- Grado de protección IP21.
- Protección contra: Polarizaciones inversas, cortocircuitos, sobretensiones, fallo de aislamiento con salida a Relé.
- Vida útil de más de 20 años.
- Regulación de reactiva automática.
- Programa web server para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores.
- Máxima eficiencia de las placas solares.
- Modular.
- Tensión de salida 3x400 V.

- Protecciones DC y AC incluidas.
- Trabaja con módulos de capa fina.
- Puestos de comunicación ETHERNET.
- Fácil acceso desde cualquier navegador.
- Sistema remoto de monitorización ZIGOR SOLAR SWS1000: programa de comunicación remota, visualización de parámetros, control de registros del inversor, etc.

A continuación se mostrara una tabla de características generales para el modelo elegido en este caso.

MODELO ZIGOR SOLAR T3 75kW	
Características eléctricas	
Potencia continua de salida	75kW
Potencia Nominal DC	>=75kW
Tensión Nominal AC	380-400 V
Frecuencia nominal	50/60Hz
Factor de potencia	1 ajustable +-0.8
Corriente nominal de línea AC	109 A
Distorsión corriente AC	< 3% THD a potencia nominal
Máxima tensión circuito abierto	880 V
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC	300 a 720 V
Máxima corriente de entrada DC	260 A
Eficiencia pico	96%
Eficiencia europea	94.95 %
CARACTERISTICAS AMBIENTALES Y MECANICAS	
Rangos de temperatura ambiente	-10° C +50° C
Tipo o grado de protección ambiental	IP21
Peso aproximado	1020Kg
Dimensiones (Al x An x F)mm	2150x1200x600
Altitud de funcionamiento	1000 m
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación
CARACTERISTICAS GENERALES	
Método de refrigeración	Ventilación forzada interna. Control de ventilador externo (6ª Max)
Funciones de protección	Polarización inversa, Sobre/Sub tensión AC, Sobre/Sub frecuencia, Sobretensión DC
Pantalla de usuario	Pantalla LCD
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema
Software de comunicaciones	Web server a través de conexión Ethernet
Auto diagnostico	Si
NORMATIVAS	
Mercado	CE, VDE, ENEL
Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-3) 2006/95/CE (EN 50178)
Normativas	ICE 62116 (2008) – protección anti-isla
NORMATIVAS INTERNACIONALES	
España	PO 12.3

### 1.5.7 MODULOS FOTOVOLTAICOS.

Los módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas, en estos caso monocristalinas, compuestos de secciones de un único cristal de silicio que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellas. Aprovecha la potencia de la radiación que varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas y la latitud.

Las ventajas de la energía solar como fuente limpia y segura y su presencia internacional en instalaciones comerciales e industriales, contribuyen a un desarrollo sostenible.

la instalación se compondrá de 15 líneas en paralelo con 19 módulos fotovoltaicos cada línea, con un total de 285 módulos que compondrán la instalación. Cada módulo estará sujeto con un soporte FV915 encarados hacia el sur. Los módulos elegidos a emplear serán los fabricados por Artesa grupo elecnor y el modelo a utilizar será el modelo A-260M.

Los módulos presentan las siguientes características:

MODELO A-260M	
Características eléctricas (STC: 1kW/m <sup>2</sup> , 25°C +- 2°C y AM 1.5)	
Potencia Nominal	260W
Eficiencia del modulo	15.97%
Corriente punto de máxima potencia (Imp)	8.44A
Tensión punto de máxima potencia (Vmp)	30.79V
Corriente en cortocircuito (Isc)	8.99A
Tensión de circuito abierto (Voc)	37.90V
PARAMETROS TECNICOS	
Coeficiente de temperatura de Isc (α)	0.03%/°C
Coeficiente de temperatura de Voc (β)	-0.34%/°C
Coeficiente de temperatura de P (phi)	-0.43%/°C
CARACTERISTICAS FISICAS	
Dimensiones ( mm +- 2mm)	1645x990x40
Peso (Kg)	21.5
Área (m <sup>2</sup> )	1.63
Tipo de célula	Monocristalina 156x156mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones / opcional	QUAD IP54 / QUAD IP65
Cables	Cable solar 4mm <sup>2</sup> 1100 mm
Conectores	MC4 o combinable MC4
RANGO DE FUNCIONAMIENTO	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima tensión del sistema / protección	1000 V / CLASS II
Carga máxima viento / nieve	2400 Pa (130km/h / 5400 Pa ( 551kg/m <sup>2</sup> )
Máxima corriente inversa (IR)	15.1 A



### 1.5.8 ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA LOS MÓDULOS SOLARES.

En cualquier instalación solar fotovoltaica uno de los puntos más importantes es la estructura que aguantara las placas solares, puesto que de ella depende la inclinación y orientación de los módulos solares, son los que van a asegurar un perfecto aprovechamiento de la luz solar y que los módulos reciban la mayor parte de la radiación solar.

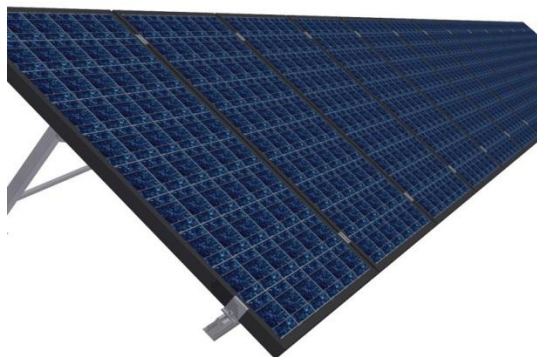
Estos soportes estarán anclados al tejado y constaran de 11 paneles solares por soporte. Por lo tanto 2 soportes formaran una línea en serie y nuestra instalación será de 13 líneas en paralelo con 22 placas por línea conectadas en serie para darnos la potencia necesaria como se verá en el apartado de cálculos.

Los paneles solares estarán anclados según las características del fabricante.

Las características técnicas de los soportes se muestran a continuación:

<b>MODELO FV915 11 PANELES POR FILA</b>	
Estructura suelo 11 panel FV915 1 fila C/Red.	
Capacidad	11 paneles
Tamaño del modulo	1650x1000x(35,40,45,50) auto regulable
Materiales	Aluminio EN AW 6005ª T6 tornillería de acero inoxidable.
Garantía	25 años.

Este modelo de estructura suelo está diseñada para poder soportar cargas de nieve de hasta 200N/m<sup>2</sup>, y una carga de viento de 29m/s.





## 1.6 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

En los paneles fotovoltaicos o células fotovoltaicas, la radiación solar que incide sobre estos excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial, la cual genera una energía. Con la conexión en serie de varios dispositivos obtenemos diferencias de potencial mayores. Producen electricidad en corriente continua y mediante un transformador, esta es transformada en corriente alterna con las características deseadas para que esta pueda ser inyectada en nuestra red de transporte y distribución, por medio de un inversor de conexión a red.

La gran ventaja de este tipo de fuentes renovables y no contaminantes es que es una forma de producción de energía limpia inagotable, puesto que depende del sol y de la radiación solar.

## 1.7 PRODUCCIÓN DE ENERGIA GENERADA.

En este tipo de instalaciones se pretende el aprovechamiento energético de fuentes de energía alternativas y renovables, en este caso la energía solar, de modo que es inevitable la medida de energía generada y aprovechada.

Para evaluar esta producción de energía eléctrica se emplea como medida el KWh producido.

Para determinar los KWh producidos debemos de tener en cuenta un número de factores como pueden ser:

- Potencia pico de los paneles.
- Rendimiento del inversor
- Consumo del inversor
- Las horas de sol de la ubicación de la instalación.
- Ángulos de inclinación.
- Orientación.
- Temperaturas, etc.

Por lo tanto con todos estos factores a tener en cuenta, se utilizan programas de cálculo especializados para determinar la producción prevista para cada caso en particular.

Mes	Radiación optima	Producción mensual ( Ah/año )
Enero	131	14.373,32
Febrero	144	15.799,68
Marzo	193	21.175,96
Abril	194	21.285,68
Mayo	210	23.041,20
Junio	212	23.260,64
Julio	225	24.687
Agosto	214	23.480,08
Septiembre	187	20.517,64
Octubre	170	18.652,40
Noviembre	134	14.702,48
diciembre	119	13.056,68

En este cuadro se muestran los datos obtenidos en el PVGIS de radiación y de producción mensual para nuestro caso.

Por otro lado se muestran los cálculos de producción en el apartado de cálculos justificados, y la radiación mensual y la inclinación óptima de los paneles se obtiene de la misma base de datos antes nombrada, el PVGIS.

#### 1.8 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Como medidas de seguridad se cuenta con todas las que el fabricante da a la hora de comprar los productos como por ejemplo:

- En los módulos fotovoltaicos los bornes de conexión estarán dentro de su caja de conexión con su respectiva tapa fijada, y las conexiones entre ellos se harán mediante enchufes o bornes rápidos macho-hembra.
- El cableado utilizado en toda la instalación será especial tanto para exteriores como para interiores y con su respectivo diámetro adecuado para cada tramo de corriente, tanto como en corriente continua como en corriente alterna.
- En el inversor las conexiones se harán en el interior de su carcasa y también tendremos sus respectivos puntos de conexión macho-hembra.
- Tendremos medidas de seguridad como un diferencial para la seguridad, se realizará una toma de tierra aparte de la que pueda existir para la instalación de consumo actual.
- El inversor cuenta con fusibles de protección, para protegernos tanto el circuito como proporcionarnos la seguridad adecuada para la instalación frente a cortocircuitos. También dispone de una protección mediante magneto térmico de curva C Merlin gerin o similar a la salida del transformador.
- Tanto a la entrada como a la salida del transformador del inversor dispondremos de interruptores automáticos para asegurar la protección en cada instante frente a cualquier fallo de sobretensión.



## 1.9 CONCLUSIONES.

En la presente memoria, así como en los posteriores documentos se describe la instalación de energía eléctrica renovable conectada a red, esta instalación de baja tensión cumplirá en todo momento el Reglamento Electrotécnico de baja tensión, y todo tipo de normativas y medidas de seguridad.

Como conclusión debe incidir que el cambio a las energías renovables lleva mucho tiempo llevándose a cabo y que se conoce en todo el mundo, puesto que es una mejora para el futuro y cada día se debe de aprovechar más las energías renovables, y dejar de consumir energías contaminantes.

Este tipo de instalaciones dentro de lo posible se hacen económicas y rentables, puesto que en un cierto tiempo las acabas amortizando, y cada día mas los inversores recuperan antes su capital invertido y obtienen beneficios.



# DOCUMENTO 2

## CÁLCULOS

## Tabla de contenido

2.1. Inversor.....	3
2.2. Módulos solares.....	4
2.3. Calculo del número de módulos fotovoltaicos.....	5
2.3.1. Distribución.....	5
2.4. Producción mensual y anual.....	7
2.5. Cableado.....	10
2.5.1. Corriente continua.....	11
2.5.1.1. Recorrido desde las líneas en paralelo.....	11
2.5.1.2. Recorrido desde el armario C.C .....	13
2.5.2. Corriente alterna.....	15
2.6. Perdidas de cableado.....	16
2.6.1. Tramos desde los módulos al armario C.C .....	17
2.6.2. Tramo desde el armario C.C hasta el inversor.....	17
2.6.3. Tramo desde el inversor al punto d conexión.....	18
2.7. Separación entre los módulos solares.....	18

## 2. CALCULOS

En este apartado se va a justificar y realizar todos los cálculos necesarios para justificar en todo momento cada parte de la instalación.

### 2.1 INVERSOR

El tamaño del inversor viene determinado por la potencia de la instalación que se desea realizar.

La potencia de la instalación será prevista teniendo en cuenta para el tipo de instalación que se quiere y para las necesidades de dicha instalación como puede ser la rentabilidad económica que se desea obtener y su rendimiento.

En este caso la instalación va a ser de 75kW y el inversor y las características de dicho inversor se muestran en la tabla siguiente de donde se tomarán los valores dados por el fabricante para los cálculos necesarios.

MODELO ZIGOR SOLAR T3 75kW	
Características eléctricas	
Potencia continua de salida	75kW
Potencia Nominal DC	$\geq 78\text{kW}$
Tensión Nominal AC	380-400 V
Frecuencia nominal	50/60Hz
Factor de potencia	1 ajustable $\pm 0.8$
Corriente nominal de línea AC	109 A
Distorsión corriente AC	$< 3\%$ THD a potencia nominal
Máxima tensión circuito abierto	880 V
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC	300 a 720 V
Máxima corriente de entrada DC	260 A
Eficiencia pico	96%
Eficiencia europea	94.95 %
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECANICAS	
Rango de temperatura ambiente	$-10\text{ °C}$ $+50\text{ °C}$
Tipo o grado de protección ambiental	IP21
Peso aproximado	1020Kg
Dimensiones (Al x An x F)mm	2150x1200x600
Altitud de funcionamiento	1000 m
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Método de refrigeración	Ventilación forzada interna. Control de ventilador externo (6ª Max)
Funciones de protección	Polarización inversa, Sobre/Sub tensión AC, Sobre/Sub frecuencia, Sobretensión DC
Pantalla de usuario	Pantalla LCD
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema
Software de comunicaciones	Web server a través de conexión Ethernet
Auto diagnóstico	Si
NORMATIVAS	
Mercado	CE, VDE, ENEL

Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-3) 2006/95/CE (EN 50178)
Normativas	ICE 62116 (2008) – protección anti-iso
NORMATIVAS INTERNACIONALES	
España	PO 12.3

## 2.2 MODULOS SOLARES

Para el cálculo de los módulos solares de dicha instalación es necesario tener conocimiento de las características técnicas de los módulos elegidos para dicha instalación.

En este caso el modulo elegido para la instalación es uno proporcionado por Artesa y con una potencia nominal de 260W, las características de dicho modulo y que luego servirá para realizar los cálculos previstos vienen dadas en esta tabla:

<b>MODELO A-260M</b>	
Características eléctricas (STC: 1kW/m <sup>2</sup> , 25°C +- 2°C y AM 1.5)	
Potencia Nominal	260W
Eficiencia del modulo	15.97%
Corriente punto de máxima potencia (Imp)	8.44A
Tensión punto de máxima potencia (Vmp)	30.79V
Corriente en cortocircuito (Isc)	8.99A
Tensión de circuito abierto (Voc)	37.90V
<b>PARAMETROS TECNICOS</b>	
Coeficiente de temperatura de Isc (α)	0.03%/°C
Coeficiente de temperatura de Voc (β)	-0.34%/°C
Coeficiente de temperatura de P (phi)	-0.43%/°C
<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
Dimensiones ( mm +- 2mm)	1645x990x40
Peso (Kg)	21.5
Área (m <sup>2</sup> )	1.63
Tipo de célula	Monocrystalina 156x156mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones / opcional	QUAD IP54 / QUAD IP65
Cables	Cable solar 4mm <sup>2</sup> 1100 mm
Conectores	MC4 o combinable MC4
<b>RANGO DE FUNCIONAMIENTO</b>	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima tensión del sistema / protección	1000 V / CLASS II
Carga máxima viento / nieve	2400 Pa (130km/h / 5400 Pa ( 551kg/m <sup>2</sup> )
Máxima corriente inversa (IR)	15.1 A

### 2.3 CALCULO DEL NUMERO DE MODULOS FOTOVOLTAICOS.

Como se sabe la potencia de la instalación va a ser de 75kW y de este valor dependerá el número de módulos solares a colocar en la cubierta del tejado para que nos proporcionen dicha potencia.

El número de módulos para conectar al inversor se determina por la potencia máxima admisible del inversor siendo de un 96% su eficiencia pico, y de un 94,95% su eficiencia europea, y teniendo una potencia de 260W nominales los módulos solares.

Se comienza calculando cuantos módulos harán falta por línea en serie, y cuantas líneas harán falta en paralelo.

Calculamos el número de módulos a partir de la potencia del inversor y la potencia de pico de cada módulo solar.

$$N^{\circ} \text{ MAX DE MODULOS} = \frac{\text{POTENCIA PICO INVERSOR (W)}}{\text{POTENCIA PICO MODULO (W)}} = \frac{78Kw}{260Wp} = \frac{78000}{260} = 300.$$

Por lo tanto tenemos que el número de módulos solares será de 300 módulos para la potencia pico <= a 78Kw como marca en la tabla del fabricante.

#### 2.3.1 DISTRIBUCION.

El número de placas en serie que se pueden conectar a la entrada del inversor vienen determinadas por la tensión de trabajo del inversor en CC. Estos valores para el inversor son de 300 V a 720 V.

En el caso de los módulos solares, habrá una tensión de trabajo de 30.79 V.

Con estos valores se puede determinar el número máximo de módulos solares para trabajar en el rango de tensiones que proporciona el inversor en CC.

#### *Nº MAXIMO DE PLACAS EN SERIE*

$$= \frac{\text{TENSION MAXIMA DE ENTRADA AL INVERSOR CC (V)}}{\text{TENSION DE TRABAJO DEL MODULO (V)}} = \frac{720 \text{ V}}{30.79 \text{ V}} = 23,38$$

Se podrá conectar 23 módulos en serie como máximo. Redondeamos a la baja porque este valor es el número máximo de placas en serie que se pueden conectar a la entrada del inversor, por lo tanto si se redondea a la alza, se excederá del número máximo y no se podrá trabajar en óptimas condiciones.

Por otro lado, otra forma de calcular este número de módulos en serie es dividiendo la tensión máxima de entrada al inversor y la tensión en vacío del módulo solar. Hay que tener en cuenta que la tensión de circuito abierto del módulo solar no es una tensión de trabajo, ya que este



no proporciona energía en vacío, pero es el valor máximo de la tensión que puede proporcionar el módulo solar y que nunca superara.

#### *Nº MAXIMO DE PLACAS EN SERIE*

$$= \frac{TENSION\ MAXIMA\ DE\ ENTRADA\ AL\ INVERSOR\ (V)}{TENSION\ OPTIMA\ FUNCIONAMIENTO\ DEL\ MODULO\ (V)} = \frac{880\ V}{37.90\ V} = 23,21$$

Como se ve vuelve a dar un resultado de 23 módulos conectados en serie.

Como este resultado es el máximo admitido, se elegirá un número de 22 placas en serie por línea en paralelo para la instalación, para asegurar el correcto funcionamiento en todo momento.

Con este número ya se podrá obtener el número de líneas en paralelo que se montaran a partir del número total de placas que se deben montar y el número que habrá en cada línea en serie.

$$Nº\ LINEAS\ EN\ PARALELO = \frac{Nº\ MAXIMO\ DE\ PLACAS}{Nº\ MAXIMO\ DE\ PLACAS\ EN\ SERIE} = \frac{300}{22} = 13,63$$

Como se observa no es un número entero, por lo tanto se aproxima inmediatamente al número inferior, y se obtiene que la instalación será de 13 líneas con 22 módulos en serie por línea, por lo tanto el número total de módulos para la instalación habrá cambiado y será:

$$\begin{aligned} Nº\ DE\ MODULOS\ SOLARES &= Nº\ LINEAS\ EN\ PARALELO * Nº\ DE\ PLACAS\ EN\ SERIE \\ &= 22 * 13 = 286\ PLACAS. \end{aligned}$$

Con los datos que hay ya verídicos, calculamos la potencia pico de la instalación.

$$POTENCIA\ PICO = Nº\ DE\ PLACAS * POTENCIA\ PLACA = 286 * 260 = 74,360\ Kw\ pico$$

Se obtiene una potencia pico de 74360 kW pico en la instalación.

Y se calcula una tensión de trabajo de:

$$\begin{aligned} TENSION\ PICO &= Nº\ DE\ PLACAS\ EN\ SERIE * TENSION\ PICO\ DE\ LA\ PLACA \\ &= 22 * 30.79 = 677,38\ V \end{aligned}$$

Por último es necesario saber la intensidad obtenida por la instalación para poder hacer una estimación de la producción mensual que va a generar la instalación diseñada. Para este cálculo se usará la intensidad pico de cada placa solar multiplicado por las líneas en paralelo que tiene la instalación:

$$INTENSIDAD = I\ PICO\ DE\ LA\ PLACA * Nº\ LINEAS\ PARALELO = 8.44 * 13 = 109,72\ A$$

## 2.4 PRODUCCION MENSUAL Y ANUAL.

En el lugar de la instalación como es un pueblo de valencia ( museros ) se obtiene que la inclinación optima que deben tener los módulos solares será de 35º, esta información dada por el PVGIS, por lo tanto de esta página obtenemos tanto la inclinación optima como los valores de radiación mensuales del lugar.

En la siguiente tabla se muestran los valores de radiación por meses para un lugar como Valencia y una inclinación optima de 35º para una instalación fija.

Mes	Radiación optima
Enero	131
Febrero	144
Marzo	193
Abril	194
Mayo	210
Junio	212
Julio	225
Agosto	214
Septiembre	187
Octubre	170
Noviembre	134
diciembre	119

Con estos datos e podrá obtener la producción mensual calculada con la intensidad de la instalación, que multiplicando ambos datos dará la producción mensual para cada mes del año.

Sabiendo que la intensidad de nuestra instalación es de 109,72 A, se obtiene que:

Mes	Producción mensual ( Ah/año )
Enero	14.373,32
Febrero	15.799,68
Marzo	21.175,96
Abril	21.285,68
Mayo	23.041,2
Junio	23.260,64
Julio	24.687
Agosto	23.480,08
Septiembre	20.517,64
Octubre	18.652,4
Noviembre	14.702,48
diciembre	13.056,68

Se suman las producciones de cada mes para obtener a producción teórica anual de la instalación y este resultado lo multiplicamos por la tensión pico de la instalación en CC para obtener así el valor de la producción en Wh/año.

$$PRODUCCION ANUAL (Ah/Año) = \sum PRODUCCION MENSUAL = 234.032,76 Ah/año.$$

Por lo tanto este resultado multiplicado por la tensión pico de trabajo nos da:

$$\begin{aligned} PRODUCCION ANUAL (Wh/Año) \\ &= PRODUCCION ANUAL (Ah/Año) * TENSION INSTALACION PICO \\ &= 234.032,76 * 677,38 = 158.529.110,9688 Wh/Año \end{aligned}$$

Una vez obtenido este valor, se podrá calcular el coeficiente Wh/W pico:

$$COEFICIENTE = \frac{PRODUCCION Wh/Año}{W PICO EN PLACAS} = \frac{158.529.110,9688}{74.360} = 2.131,9138 H/AÑO$$

Este valor debe de coincidir con las horas solares pico (HSP) que tenemos en la tabla de radiación. Figura 1.

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	3.39	105	4.24	131
Feb	4.04	113	5.14	144
Mar	4.79	148	6.22	193
Apr	4.90	147	6.48	194
May	5.02	156	6.76	210
Jun	5.14	154	7.05	212
Jul	5.21	162	7.24	225
Aug	4.98	154	6.91	214
Sep	4.59	138	6.23	187
Oct	4.12	128	5.48	170
Nov	3.51	105	4.47	134
Dec	3.08	95.3	3.83	119
<b>Yearly average</b>	<b>4.40</b>	<b>134</b>	<b>5.84</b>	<b>178</b>
<b>Total for year</b>		<b>1610</b>		<b>2130</b>

Figura 1.

Como se ve, este valor de 2130 horas, es prácticamente igual al obtenido mediante los cálculos anteriormente realizados.

Todos estos valores son teóricos, y no incluyen ningún tipo de pérdidas como pueden ser las que se producen en la central, a continuación se calcula teniendo en cuenta este tipo de pérdidas.

Considerando unas pérdidas de un 20% debidas al rendimiento del inversor, las placas (temperatura de trabajo, suciedad que se deposita en ellas conforme pasa el tiempo, años de las placas, etc.), la caída de tensión de los cables, etc.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros y estas pérdidas se obtiene que la producción real de la instalación es:

$$PRODUCCION ANUAL = 158.529.110,9688 * 0.80 = 126.823.288,775 \text{ Wh/año}$$

Por lo tanto en estas condiciones el coeficiente real que se aprovecha es:

$$HSP = \frac{126.823.288,775}{74.360} = 1705,53$$

Esto sería la producción real, teniendo en cuenta las pérdidas de la instalación.

Por otro lado teniendo en cuenta la pérdida de rendimiento de las placas, el fabricante también da como dato que va a tener unas pérdidas de 1% durante los primeros 25 años, por lo tanto considerando estas pérdidas se puede saber que:

$$ENERGIA DEL AÑO (n) = ENERGIA DEL PRIMER AÑO * [1 - 0.0083 * (n - 1)]$$

Aplicando esta fórmula, para el número de años que se quiere, se obtiene la producción que se tendrá en ese año considerando todas las pérdidas.

Por lo tanto para el primer año, no se obtendría ningún tipo de pérdida más, y tendríamos el resultado antes calculado. Para el resto de años obtendríamos pérdidas como en el ejemplo se muestra a continuación:

$$AÑO (2) = 126.823.288,775 * [1 - 0.0083 * (2 - 1)] = 125.770.655,47 \text{ Wh/año}$$

Y así sucesivamente para el resto de años, se pone como ejemplo una tabla para los primeros 5 años.

AÑO	[1-0,0083 * (n-1)]	Energía anual (wh/año)
1	1	126823288,8
2	0,9917	125770655,5
3	0,9834	124718022,2
4	0,9751	123665388,9
5	0,9668	122612755,6

Para comprobar cuanto tiempo tardaremos para amortizar la inversión, puesto que toda la energía producida va a ser inyectada a la red, se debería de ir al precio del mercado y comprobar el tiempo en recuperar la inversión.

## 2.5 CABLEADO

Para el cálculo del cableado de la instalación, será necesario seguir el RBT o reglamento de baja tensión y el reglamento expuesto en el real decreto 1663/2000.

Para el correcto seleccionamiento de la sección de los cables hay que aplicar tres criterios básicos a la hora de elegirlo, que son: Térmico, cableado normalizado y de caída de tensión. El cableado normalizado es una normativa general que nos indica que no se podrá utilizar cableado que no esté normalizado, en una instalación eléctrica. Para ello se calcula el cable según el criterio térmico y de caída de tensión, y mediante los resultados se escoge un cable normalizado siempre seleccionándolo al alza.

Como bien dice el RBT en el punto de cables de conexión, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal.

Las fórmulas para determinar la sección de los cables según criterios de sección de caída de tensión son:

- Para corriente alterna AC Trifásica.

$$SECCIÓN (mm^2) = \frac{\sqrt{3} \times LONGITUD \times INTENSIDAD \times \cos \alpha}{56 \times CAIDA DE TENSION}$$

- Para corriente continua CC.

$$SECCIÓN (mm^2) = \frac{2 \times LONGITUD \times INTENSIDAD}{56 \times CAIDA DE TENSION}$$

Por otro lado se tienen las fórmulas para determinar la sección de los cables según los criterios de sección térmicos que son:

Para el cálculo de la sección por el criterio térmico se va a calcular la corriente máxima admisible por el conductor como nos indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En función de la sección y tipo de cable escogido y aplicando una serie de coeficientes se halla la  $I_{max}$ . Para asegurar que los cables soportaran el calor satisfactoriamente se le aplica un 25% más a la corriente de máxima potencia, con lo cual tendrá un valor más seguro.

$$I_{DISEÑO} = 1.25 \times I_{mpp}$$

$$I_{max} = \frac{I_{diseño}}{k1 \times k2 \times k3}$$

Donde se tendrá que los valores de  $k1$ ,  $k2$  y  $k3$ , corresponden al factor que depende de la temperatura ambiente, al factor a aplicar por el agrupamiento de cables, y el factor dependiente de las condiciones de la instalación, correlativamente.

Por último se debe cumplir siempre que:  $I_{diseño} < I_{max}$

### 2.5.1 CORRIENTE CONTINUA CC.

Una de las partes de la instalación que hay será de corriente continua, por lo tanto a través de los cables de esa parte solo circulara corriente continua y por lo tanto la corriente siempre será constante y no variara, y la señal no oscila.

Habrà como dos sub apartados para la corriente continua, los cuales serán:

- Recorrido desde las líneas en paralelo de los paneles solares hasta el armario de CC.
- Recorrido desde el armario de CC hasta el inversor.

En primer lugar calcular para el recorrido desde las líneas de módulos solares en paralelo hasta el armario de CC. Por lo tanto será calculada la sección del cableado que hay desde los módulos solares hasta el armario de CC.

#### 2.5.1.1 RECORRIDO DESDE LAS LINEAS EN PARALELO – ARMARIO CC.

En este apartado se calculara el cableado que está conectado desde las líneas de los módulos solares hasta el armario de corriente continua.

Tendremos que tener en cuenta:

- Que tenemos 13 líneas en paralelo.
- $I_{mp} = 8.44 \text{ A}$
- $V_{mpp} = 30.79 \times 13 = 400.27$

- Longitud del cable más larga 50m.
- Para este trayecto limitaremos el sobreoscilamiento a 0.75% para poder cumplir el límite de 1.5% entre el generador y el inversor.

Utilizaremos dos criterios de cálculo del cableado, en primer lugar utilizaremos el criterio de caída de tensión.

$$SECCIÓN (mm^2) = \frac{2 \times 50 \times 8.44}{56 \times 0.0075 \times 400.27} = 5.02 mm^2$$

Por lo tanto para el criterio de caída de tensión este es el valor de la sección del cable, por lo tanto a continuación se realiza el criterio de temperatura, y se escoge el valor más restrictivo.

Para el criterio térmico se aplicara por ley un 25% de seguridad a la intensidad de máxima potencia, en nuestro caso 8.44.

$$I \text{ DISEÑO} = 1.25 \times 8.44 = 10.55 A$$

A continuación se calcula la  $I_{max}$  con la formula anteriormente nombrada.

$$I_{max} = \frac{I \text{ diseño}}{k1 \times k2 \times k3}$$

Dónde:

- $K1 = 0.96$
- $K2 = 0.72$
- $K3 = 0.91$

$$I_{max} = \frac{10.55}{0.96 \times 0.72 \times 0.91} = 16.7728 A$$

Como se ve se comprueba que la condición  $I \text{ diseño} < I_{max}$  se cumple.

El cable que se utiliza para este tramo de cableado se sabe que debe soportar una intensidad de 16.7728 A, en el criterio térmico se ha valorado que el cable debe de ser de  $5.02mm^2$ , como este valor justamente esta entre el de  $4mm^2$  y el de  $6mm^2$ , eligiendo el cableado de  $6mm^2$  puesto que como se muestra en la tabla los dos soportarían la intensidad máxima del cable, pero para evitar posibles problemas se cogerá el de mayor diámetro.

Sección del cable	Intensidad máxima	Potencia máxima en 12 Vcc	Potencia máxima en 24 Vcc	Potencia máxima en 48 Vcc	Potencia máxima en 220 Vac
1,5 mm <sup>2</sup>	11 A	132 W	264 W	528 W	2.420 W
2,5 mm <sup>2</sup>	15 A	180 W	360 W	720 W	3.300 W
4 mm <sup>2</sup>	20 A	240 W	480 W	960 W	4.400 W
6 mm <sup>2</sup>	25 A	300 W	600 W	1.200 W	5.500 W
10 mm <sup>2</sup>	34 A	408 W	816 W	1.632 W	7.480 W
16 mm <sup>2</sup>	45 A	540 W	1.080 W	2.160 W	9.900 W
25 mm <sup>2</sup>	59 A	708 W	1.416 W	2.832 W	12.980 W

Por lo tanto por lo nombrado anteriormente y viendo los valores en la tabla, la sección del cableado será de 6 mm<sup>2</sup>.

#### 2.5.1.2 RECORRIDO DESDE EL ARMARIO CC - INVERSOR.

Para este recorrido se vuelve a calcular la sección del cable, ya que algunos criterios son diferentes.

En este caso tendremos 13 líneas en paralelo, por lo tanto la intensidad será 13 veces superior.

Tendremos que tener en cuenta:

- Que tenemos 13 líneas en paralelo.
- $I_{mp} = 8.44 * 13 = 109.72 \text{ A}$
- $V_{mpp} = 30.79 * 13 = 400.27$
- Longitud del cable 25m.
- Para este trayecto también se limitara el sobreoscilamiento a 0.75% para poder cumplir el límite de 1.5% obligatorio.

Utilizaremos dos criterios de cálculo del cableado, en primer lugar utilizaremos el criterio de caída de tensión.

$$SECCIÓN (mm^2) = \frac{2 \times 25 \times 109.72}{56 \times 0.0075 \times 400.27} = 32.632 \text{ mm}^2$$

Para esta sección de cable necesitamos un cable mayor ya que la intensidad que circula es mucho mayor y tendríamos riesgos de cortocircuito, incendios, etc. A continuación se aplicara el criterio térmico ya que la sección obtenida no soportaría la intensidad que debe de circular.

Para el criterio térmico aplicaremos como en el caso anterior un 25% de seguridad.

$$I \text{ DISEÑO} = 1.25 \times 109.72 = 137.15 \text{ A}$$



Por lo tanto aplicando la fórmula anteriormente nombrada se tiene:

$$I_{\max} = \frac{I_{\text{diseño}}}{k_1 \times k_2 \times k_3}$$

Dónde:

- $K_1 = 0.96$  para 45 grados de temperatura.
- $K_2 = 1$  por agrupación.
- $K_3 = 1$  por la exposición al sol de los cables.

$$I_{\max} = \frac{135.15}{0.96 \times 1 \times 1} = 140.78 \text{ A}$$

Se comprueba que la condición  $I_{\text{diseño}} < I_{\max}$  se cumple.

El cable elegido para este tipo de intensidades tan altas debe de ser de una sección elevada puesto que no cualquier cable acepta este tipo de intensidad y para asegurar la seguridad de la instalación.

Sección del conductor de cobre según IRAM 2183	Corriente máxima admisible
S (mm <sup>2</sup> )	I (A)
1	9,6
1,5	13
2,5	18
4	24
6	31
10	43
16	59
25	77
35	96
50	116
70	148
95	180

En la tala se selecciona una sección de 70mm<sup>2</sup> puesto que cumple con los requisitos de esta parte de la instalación, y cubre los dos criterios realizados.

## 2.5.2 CORRIENTE ALTERNA.

Para esta parte se calcularán las secciones para la parte de corriente alterna de la instalación, al ser corriente alterna quiere decir que está constantemente oscilando y que por lo tanto las características son diferentes a las utilizadas en el apartado anterior.

La parte que contiene corriente alterna es la parte del inversor hasta la red pública, y por lo tanto solo se calcula esa sección de recorrido.

Las fórmulas utilizadas para la corriente alterna discrepan con las utilizadas anteriormente como se muestra a continuación y las características eléctricas que se debe de tener en cuenta serán las otorgadas por la salida del inversor.

$$I = \frac{S \text{ NOMINAL}}{\sqrt{3} \times V \text{ NOMINAL}} = \frac{75.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400V} = 108,25 \text{ A}$$

Con la intensidad calculada y sabiendo que:

- Tensión de acoplamiento a la red = 400 V.
- El sobredimensionamiento será de 1,5 %.
- Y que la longitud hasta el punto de conexión a red será de unos 100m.
- $SECCIÓN (mm^2) = \frac{\sqrt{3} \times LONGITUD \times INTENSIDAD \times \cos\alpha}{56 \times CAIDA DE TENSION \times SOBREDIMENSIONAMIENTO}$

Aplicamos la formula mostrada, con los valores dados y tenemos que:

$$SECCIÓN (mm^2) = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times 108.25 \times 0.9}{56 \times 400 \times 0.015} = 50.22mm^2$$

A continuación se realiza para el criterio térmico los cálculos, sabiendo como anteriormente que debe suponer un sobredimensionamiento del 25 % sobre la intensidad máxima transportada por los conductores.

$$I \text{ DISEÑO} = 1.25 \times 108.25 = 135.31 \text{ A}$$

Una vez obtenida la I diseño, calculamos la I<sub>max</sub> para ver si nos cumple la regla y obtener que:

- K1= 1 para la temperatura.
- K2 = 0.8 para un cable entubado
- K3 = 0.91 para cables de exteriores expuestos al sol.

$$I_{\max} = \frac{135.31}{1 \times 0.8 \times 0.91} = 185.86A$$

Por lo tanto se observa que se cumple:

$$I_{\text{diseño}} < I_{\max}$$

Y se tendrá el resultado de la sección que ha salido y por otro lado la intensidad que deberá de recorrer el cable como máximo, por lo tanto comparando con una nueva tabla, puesto que la anterior se queda corta, se ve que:

Corriente máxima en conductores unipolares de Cobre		
Sección	Sin ventilación	Con ventilación
0.35 mm <sup>2</sup>	1.00 A	1.00 A
0.50 mm <sup>2</sup>	3.00 A	3.00 A
0.75 mm <sup>2</sup>	8.00 A	10.0 A
1.00 mm <sup>2</sup>	10.5 A	12.0 A
1.50 mm <sup>2</sup>	13.0 A	15.5 A
2.50 mm <sup>2</sup>	18.0 A	21.0 A
4.00 mm <sup>2</sup>	24.0 A	28.0 A
6.00 mm <sup>2</sup>	31.0 A	36.0 A
10.0 mm <sup>2</sup>	42.0 A	50.0 A
16.0 mm <sup>2</sup>	56.0 A	68.0 A
25.0 mm <sup>2</sup>	73.0 A	89.0 A
35.0 mm <sup>2</sup>	89.0 A	111 A
50.0 mm <sup>2</sup>	108 A	134 A
70.0 mm <sup>2</sup>	136 A	171 A
95.0 mm <sup>2</sup>	164 A	207 A
120 mm <sup>2</sup>	188 A	239 A
150 mm <sup>2</sup>	310 A	385 A

Bastaría con la sección de 95mm<sup>2</sup> para el tramo de cable que se tiene, y por lo tanto asegurar el buen funcionamiento de la instalación.

## 2.6 PERDIDAS DEL CABLEADO.

En la conducción de la corriente eléctrica por el cableado, se producen una serie de pérdidas que van a ser las calculadas a continuación. Estas pérdidas dependen tanto de la sección del cable como del tramo de cable que se tiene. La fórmula para calcular estas pérdidas es la siguiente:

$$P = 0.01786 \times \left( \frac{LONGITUD}{SECCION} \right) \times I^2$$

### 2.6.1 TRAMO DESDE LOS MODULOS AL ARMARIO CC.

Este tramo consta de diferentes distancias desde los módulos hasta el armario de CC por lo tanto se debe calcular las pérdidas para cada tramo.

- Tramo 1: longitud 98m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{98}{6}\right) \times 8.442 = 20.78 W$
- Tramo 2: longitud 26m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{26}{6}\right) \times 8.442 = 5.51 W$
- Tramo 3: longitud 34m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{34}{6}\right) \times 8.442 = 7.20 W$
- Tramo 4: longitud 42m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{42}{6}\right) \times 8.442 = 8.90 W$
- Tramo 5: longitud 50m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{50}{6}\right) \times 8.442 = 10.60 W$
- Tramo 6: longitud 58m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{58}{6}\right) \times 8.442 = 12.30 W$
- Tramo 7: longitud 66m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{66}{6}\right) \times 8.442 = 14 W$
- Tramo 8: longitud 74m  $P = 0.01786 \times \left(\frac{74}{6}\right) \times 8.442 = 15.70 W$

Si se suma el total de perdidas asciende a 95W.

### 2.6.2 TRAMO DESDE EL ARMARIO CC HASTA EL INVERSOR.

Se calcula la perdida para este tramo de cableado puesto que este tramo es solo de una longitud y de un cable de sección mayor.

$$P = 0.01786 \times \left(\frac{LONGITUD}{SECCION}\right) \times I^2$$

Con los datos que se tienen se queda:

$$P = 0.01786 \times \left(\frac{15}{70}\right) \times 109.722 = 46.07W$$

Como este tramo lo recorren dos cables, el resultado es el obtenido multiplicado por 2. Por lo tanto las pérdidas totales son:

$$\text{Pérdidas totales} = 46.07 \times 2 = 92.15W$$

### 2.6.3 TRAMO DESDE EL INVERSOR AL PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED.

Para el cálculo de las pérdidas en esta zona, se utiliza la misma fórmula puesto que no importa sea corriente continua o corriente alterna, la única diferencia es que hay un cable más de pérdidas con esta información y con los datos que antes hemos nombrado se tiene que:

$$P = 0.01786 \times \left( \frac{LONGITUD}{SECCION} \right) \times I^2$$

Sustituyendo los valores queda que:

$$P = 0.01786 \times \left( \frac{40}{95} \right) \times 108.252 = 88.12 \text{ W}$$

Este resultado lo multiplicamos por 3 y se obtienen las pérdidas totales de este tramo.

Pérdidas totales =  $88.12 \times 3 = 264.36\text{W}$ .

### 2.6.4 PERDIDAS TOTALES.

Por lo tanto las pérdidas totales de todo el cableado se obtendrá sumando las 3 pérdidas totales calculadas anteriormente.

$P_1 + P_2 + P_3 =$  pérdidas totales.

Pérdidas totales =  $451.51\text{W}$ .

### 2.7 SEPARACION ENTRE MODULOS SOLARES.

A la hora de las instalaciones solares fotovoltaicas, hay que tener en cuenta cada detalle, y un detalle muy importante que ayudara mucho a la hora de la producción de energía, es la sombra entre los paneles solares fotovoltaicos.

Para la distancia entre filas se utiliza la distancia "d" sobre la horizontal del panel, y para la distancia de la altura del panel que puede causar mucha sombra, se utiliza la distancia "h" para la altura de esta.

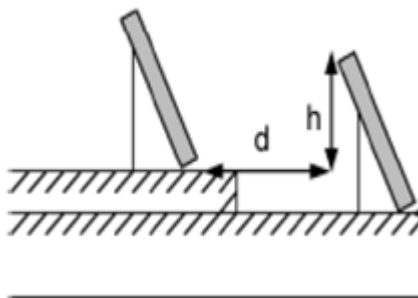
Sabiendo esto, aparece un factor "k" siendo este un factor adimensional al que se asigna según la latitud de la instalación y el ángulo de los paneles solares. En la siguiente tabla se ven los valores para todos los meses del año para la latitud seleccionada, que en este caso es de  $39.5^\circ$ .

LATITUD = 39º

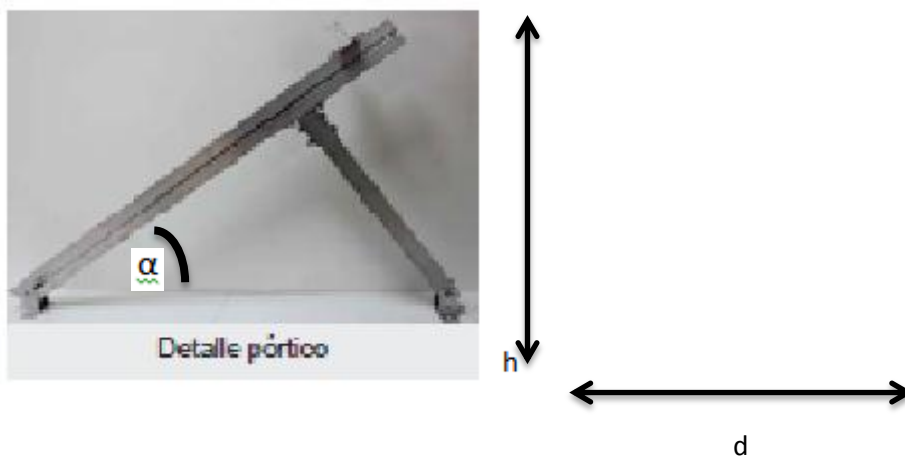
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIJ	LATITUD	α=
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	LAT=39º	0
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,08	LAT=39º	5
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16	LAT=39º	10
15	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	1,02	1,03	1,07	1,13	1,2	1,24	1,23	LAT=39º	15
20	1,25	1,2	1,14	1,07	1,03	1,01	1,03	1,08	1,16	1,25	1,31	1,29	LAT=39º	20
25	1,29	1,23	1,15	1,07	1,02	1	1,02	1,08	1,18	1,29	1,36	1,35	LAT=39º	25
30	1,33	1,25	1,16	1,07	1	0,97	1	1,08	1,19	1,33	1,41	1,4	LAT=39º	30
35	1,35	1,27	1,16	1,05	0,97	0,94	0,98	1,06	1,2	1,35	1,45	1,43	LAT=39º	35
40	1,37	1,27	1,15	1,03	0,94	0,91	0,94	1,04	1,19	1,37	1,48	1,46	LAT=39º	40
45	1,38	1,27	1,14	1	0,9	0,87	0,9	1,01	1,18	1,37	1,5	1,48	LAT=39º	45
50	1,39	1,26	1,12	0,97	0,86	0,82	0,86	0,98	1,16	1,37	1,51	1,4	LAT=39º	50

Como se observa, para una latitud de 39 que es la más cercana a la nuestra, y para un ángulo de 35° grados, el caso más desfavorable es el de noviembre por lo tanto el valor asignado a ese mes, será el utilizado para "k".

Con estos datos se debe saber que la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a  $h \cdot k$ , efectuándose todas las medidas con relación al plano de las bases de los módulos.



Medidas del panel.





- Las medidas del panel solar son 1.650m
- El ángulo de inclinación óptima  $\alpha = 35^\circ$ .
- La altura entre el punto final del panel y el suelo siendo h.
- Y d la distancia de final de un panel y inicio del otro.

Se obtiene que la distancia entre paneles será de:

$$h = \text{sen}(\alpha) * \text{medidas del panel} = \text{sen}(35^\circ) * 1.650 = 0.9464 \text{ m} = 94.64\text{cm.}$$

Por lo tanto sabiendo h, se obtiene que d es:

$$d = h * k = 0.9464 * 1.45 = 1.3722\text{m.}$$



# DOCUMENTO 3

## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS





## TABLA DE CONTENIDO

3.1. Objeto.....	3
3.2. Elección de los módulos solare fotovoltaicos.....	3
3.2.1. Dimensiones a ocupar.....	3
3.2.2. Composición de los paneles.....	3
3.2.3. Elección del módulo solar.....	3
3.3. Elección del inversor.....	8
3.3.1. Inversor elegido.....	8
3.4. Soporte de paneles.....	13

### 3.1 OBJETO.

En este apartado se estudian las diferentes posibilidades que se pueden elegir para realizar la instalación solar fotovoltaica. Se van a elegir los módulos solares, inversores, soportes, etc. También se explica la elección de cada elemento y él porque es el más adecuado para la instalación.

### 3.2 ELECCION DE LOS MODULOS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

Para la elección del módulo solar fotovoltaico a usar se comparan varias características de los paneles solares como por ejemplo, la potencia nominal, la tensión en vacío, la intensidad, las dimensiones del panel y el precio de cada panel.

Todas estas características a estudiar son vitales para el buen funcionamiento y la buena elección del panel, ya que tanto el presupuesto debe de ser el adecuado para poder amortizarlo en el menor tiempo posible, así como la potencia nominal debe de ser la correcta para que todo funcione como debe y las dimensiones deben de ser las correctas para poder ajustar la instalación, ya que va en el techo y se tiene un espacio limitado.

#### 3.2.1 DIMENSIONES A OCUPAR.

El factor de las dimensiones de la placa solar, no será un gran inconveniente en este caso, ya que se dispone de un espacio amplio para la instalación como se verá en el apartado de planos.

#### 3.2.2 COMPOSICION DE LOS PANELES.

Lo primero que se debe de seleccionar será el material del cual estén compuestos los paneles, se podrá elegir entre:

- Silicio monocristalino.
- Silicio policristalino.
- Silicio amorfo.

De esta elección va a depender tanto el rendimiento del panel como su tamaño y su precio.

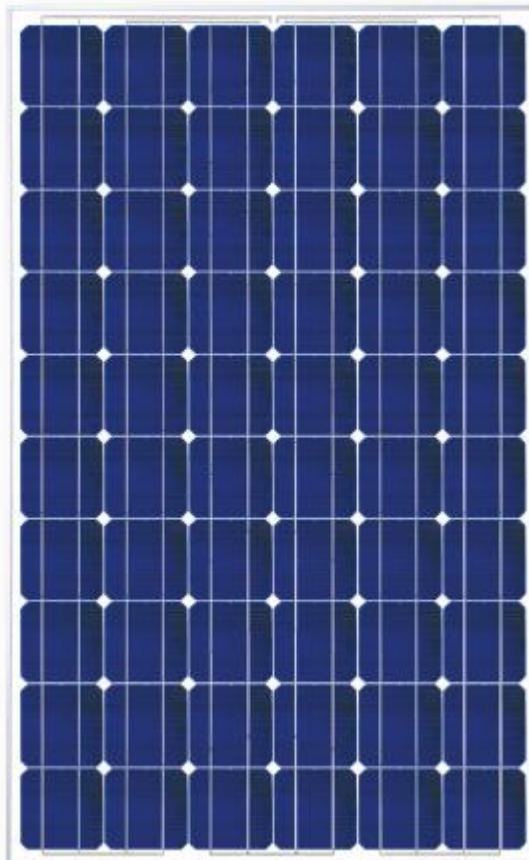
El modulo más favorable es el policristalino, aunque cualquiera de los 3 son factibles para la instalación ya que la diferencia entre ellos para la instalación no es elevada, y la gran diferencia es el precio.

#### 3.2.3 ELECCION DEL MODULO SOLAR.

El modulo a continuación mostrado es el modulo elegido para la instalación, cumple con todos los requisitos para las necesidades de la instalación y la empresa distribuidora es una de las más valoradas en España.

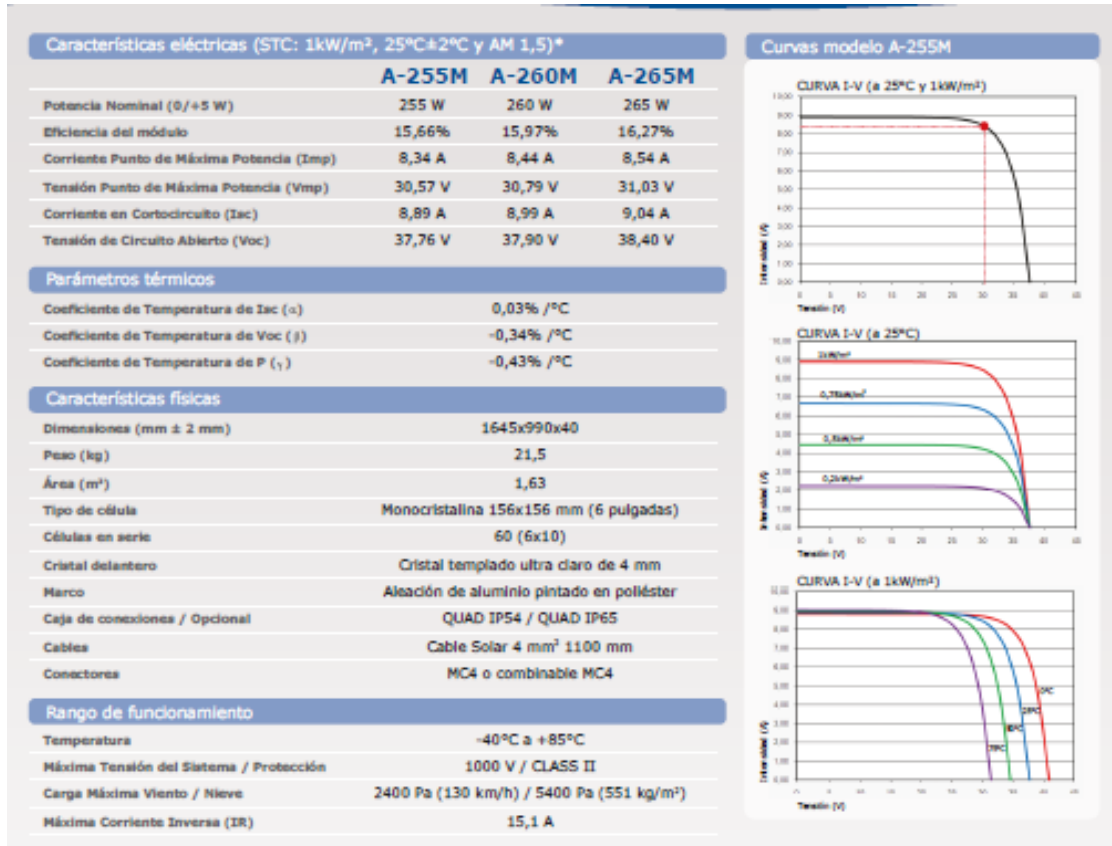


➔ Módulo fotovoltaico  
**A-255M / A-260M / A-265M**



Este panel solar seleccionado para la instalación en concreto el A-260M, tiene una potencia nominal de 260W y un rendimiento bastante elevado, su precio ronda entre los 250 y 300 euros, pero el fabricante realiza ofertas para pedidos de gran envergadura, por estas razones es el elegido.

Las características del panel son las siguientes mostradas:



Su precio es de 280 euros.

ZIGOR



#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Potencia nominal	20Wp	60Wp	100Wp	110Wp	175Wp
Tensión MPPT	17,2Vdc				36Vdc
Tensión circuito abierto	21Vdc				44,8Vdc
Corriente MPPT	1,15A	3,49A	5,68A	6,25A	4,86A
Corriente cortocircuito	1,24A	3,71A	6A	6,6A	5,17A
Temperatura de funcionamiento	-40 ~ +85°C				
Dimensiones	296x641x25	1057x457x35	1066x811x40		1580x808x45
Peso aproximado	2,4Kg	6Kg	12Kg	15Kg	

Coeficientes de temperaturas con las células %/°C		
Rendimiento (P <sub>m</sub> )	-0,47%/°C	-0,4%/°C
Tensión de carga (V <sub>oc</sub> )	-0,38%/°C	
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	+0,1%/°C	+0,04 %/°C

Este panel es de la gran empresa zigor, proporciona una gran calidad de producto, este panel en concreto es monocristalino, y con una potencia nominal de 175W como podemos observar en la ficha anteriormente mostrada.

El inconveniente para este tipo de panel en nuestra instalación es que el precio no varía gran cantidad respecto al elegido pero si la potencia nominal, por lo tanto saldría un mayor coste a la hora de completar la instalación.

Su precio ronda los 200 euros.

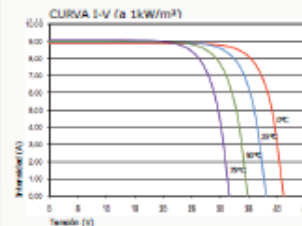
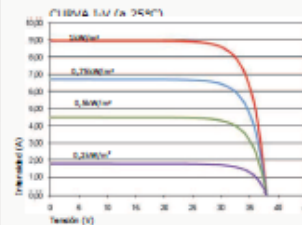
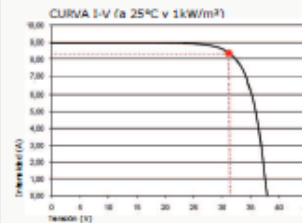


Módulo fotovoltaico  
A-255P / A-260P (TYCO 3.2)



Características eléctricas (STC: 1kW/m <sup>2</sup> , 25°C±2°C y AM 1,5)*		
	A-255P	A-260P
Potencia Nominal (0/+5 W)	255 W	260 W
Eficiencia del módulo	15,66%	15,97%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,29 A	8,35 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	30,76 V	31,20 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,88 A	8,95 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	37,80 V	37,98 V
Parámetros térmicos		
Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C	
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C	
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C	
Características físicas		
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40	
Peso (kg)	21,5	
Área (m <sup>2</sup> )	1,63	
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)	
Células en serie	60 (6x10)	
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm	
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster	
Caja de conexiones	TYCO IP65	
Cables	Cable Solar 4 mm <sup>2</sup> 1200 mm	
Conectores	TYCO	
Rango de funcionamiento		
Temperatura	-40°C a +85°C	
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II	
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m <sup>2</sup> )	
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A	

Curvas modelo A-260P



Este panel es muy similar al elegido, y lo suministra la misma empresa, la única gran diferencia es el tipo de célula, puesto que el panel es policristalino y por lo tanto eso supondría un mayor coste de presupuesto y nos proporcionaría unas características prácticamente idénticas a las obtenidas con el modelo A-260M, por lo tanto sería una gran opción si se necesita un panel policristalino, pero para la instalación sería un coste excesivo de presupuesto.

Su precio es de unos 300 euros.

### 3.3 ELECCION DEL INVERSOR.

Esta elección es la más importante, ya que con ella se determina el número de paneles solares necesarios para la instalación y la potencia deseada que se va a suministrar a red.

Para la instalación deseada se va a montar un inversor trifásico de 75kW, de gran envergadura puesto que es de gran potencia nominal. También se podrían contemplar las opciones de montar varios inversores como puede ser el caso de uno de 50kW y otro de 25kW, o 3 inversores de 25kW.

#### 3.3.1 INVERSOR ELEGIDO.

Para la elección del inversor se debe de tener en cuenta:

- El rango de tensión de entrada.
- La máxima tensión de entrada y la máxima tensión de corriente.
- La máxima potencia.
- El precio.
- La garantía que nos proporciona el fabricante.

También tener en cuenta otros factores como el del tamaño, pero para este caso no es de gran importancia puesto que al ser una nave industrial se puede colocar en un rincón y no va a suponer mayor problema.

A continuación se muestra el inversor elegido, y varios inversores como alternativas.

El inversor ZIGOR SOLAR T3 es el más adecuado para esta instalación, su potencia de 75Kw se ajusta a la necesaria para cumplir con nuestras exigencias y en cuanto a sus características y precio es el más recomendable. La gama ZIGOR cuenta con un amplio servicio y con muchos años de experiencia en la rama.



*Inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3*



MODELO ZIGOR SOLAR T3 75kW	
Características eléctricas	
Potencia continua de salida	75kW
Potencia Nominal DC	$\geq 78\text{kW}$
Tensión Nominal AC	380-400 V
Frecuencia nominal	50/60Hz
Factor de potencia	1 ajustable $\pm 0.8$
Corriente nominal de línea AC	109 A
Distorsión corriente AC	$< 3\%$ THD a potencia nominal
Máxima tensión circuito abierto	880 V
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC	300 a 720 V
Máxima corriente de entrada DC	260 A
Eficiencia pico	96%
Eficiencia europea	94.95 %

Estas son algunas de sus características del inversor. Este inversor consta de un sistema trifásico de gran potencia con transformador incluido, y su calidad es de grandísima confianza. Por lo tanto es el inversor elegido para esta instalación y el que más se amolda al modelo de presupuesto y garantía del producto.

Su precio es de 23.235,92 euros.

## FRONIUS AGILO



INPUT DATA	FRONIUS AGILO 75.0-3	FRONIUS AGILO 100.0-3
DC maximum power at $\cos \varphi = 1$	78.3 kW	104.4 kW
Max. input current ( $I_{dc \max}$ )	170.2 A	226.9 A
Min. input voltage ( $U_{dc \min}$ )		460 V
Feed-in start voltage ( $U_{dc \text{ start}}$ )		500 V
Nominal input voltage ( $U_{dc,r}$ )		460 V
Max. input voltage ( $U_{dc \max}$ )		950 V
MPP voltage range ( $U_{mpp \min} - U_{mpp \max}$ )		460 V - 820 V
Number of DC inputs		2
OUTPUT DATA	FRONIUS AGILO 75.0-3	FRONIUS AGILO 100.0-3
AC nominal output ( $P_{ac,r}$ )	75 kW	100 kW *
Max. output power	75 kVA	100 kVA*
Max. output current ( $I_{ac \max}$ )	114 A	152.9 A
Grid connection ( $U_{ac,r}$ )		3-NPE 400 V / 230 V
Min. output voltage ( $U_{ac \min}$ )		180 V
Max. output voltage ( $U_{ac \max}$ )		270 V
Frequency ( $f_r$ )		50 Hz
Frequency range ( $f_{\min} - f_{\max}$ )		46 Hz - 55 Hz
Distortion factor		< 3 %
Power factor ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )		0.8 - 1 ind. / cap.

Por otro lado se estudia el inversor fornius agilo, una de las empresas más importantes a la hora de instalaciones solares fotovoltaicas, es un gran inversor y con muy buena calidad, en la imagen de arriba se pueden observar sus características tanto de entrada como de salida, lo único que el precio es un poco más elevado al elegido, por lo tanto se queda como alternativa.

Su precio es de 24.168 euros.

INGECON SUN POWER 80Kw.



	110TL B220	140TL B220	175TL B275	190TL B300	200TL B320	220TL B345	230TL B360	250TL B400
<b>Valores de Entrada (DC)</b>								
Rango pot. campo FV recomendado <sup>1)</sup>	103 - 130 kWp	141 - 163 kWp	169 - 195 kWp	193 - 224 kWp	205 - 238 kWp	224 - 260 kWp	233 - 273 kWp	254 - 295 kWp
Rango de tensión MPP	405 - 820 V	405 - 820 V	420 - 820 V	437 - 820 V	468 - 820 V	502 - 820 V	524 - 820 V	578 - 820 V
Tensión máxima <sup>2)</sup>	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V
Corriente máxima	400 A	400 A	400 A	400 A	400 A	400 A	400 A	450 A
Nº entradas	4	4	4	4	4	4	4	4
MPPT	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Valores de Salida (AC)</b>								
Potencia nominal <sup>3)</sup>	110 kW	137,5 kW	173 kW	189,2 kW	201,3 kW	220 kW	229 kW	250 kW
Corriente máxima	368 A	368 A	368 A	368 A	368 A	368 A	368 A	368 A
Tensión nominal	220 V Sistema IT	220 V Sistema IT	275 V Sistema IT	300 V Sistema IT	320 V Sistema IT	345 V Sistema IT	360 V Sistema IT	400 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Coseno Phi <sup>4)</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1
Coseno Phi ajustable	Si. Smáx=110 kVA	Si. Smáx=137 kVA	Si. Smáx=173 kVA	Si. Smáx=189,2 kVA	Si. Smáx=201,3 kVA	Si. Smáx=220 kVA	Si. Smáx=229 kVA	Si. Smáx=250 kVA
THD <sup>5)</sup>	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%

Por último esta la opción del INGECON gran empresa distribuidora en su rama también y con muy buenas características, la diferencia es que en vez de ser de 75kW es de 80kW y sus características son muy similares a las anteriores nombradas. El inconveniente que hizo descartarlo es el software que lleva y por eso es una alternativa a tener en cuenta.

Su precio es de 24.807,04 euros.

### 3.4 SOPORTES DE PANELES.

A la hora de la elección de los soportes de los paneles solares, hay que tener en cuenta el peso y sobretodo el precio del soporte, el peso no es de gran importancia puesto que al ser un techo de una nave industrial, no sobrecargaremos la estructura.

Hay diversos tipos de soportes para los paneles solares, la diferencia es la superficie donde se vayan a anclar y la inclinación, en este caso se cuenta con una superficie plana e inclinada que no supone ningún tipo de problema a la hora del anclaje del soporte.



El modelo elegido para la instalación es el FV915 estructura suelo 11 paneles por fila, por lo tanto es un soporte donde se instalan 11 paneles por fila y es el adecuado para esta instalación puesto que la hemos dividido en 11 paneles por filas que se necesita para dar con nuestra potencia.

Esta estructura es la elegida y la que más se adapta a la instalación, aunque su precio es un poco elevado, es porque por estructura instalada colocamos 11 paneles solares. Su anclaje a suelo y su fácil instalación la hacen una de las opciones más rentables para la instalación y con su regulación para orientar los paneles es la mejor opción.

En el apartado correspondiente a los planos se puede observar las dimensiones de esta estructura.

Su precio es de 616,07 euros.

### Estructura Cubierta Plana 1 unid CVE915



Esta estructura es muy similar a la nombrada anteriormente, con la diferencia de que es de un módulo solar por soporte en vez de acoplarnos los 11 módulos solares como en el caso anterior.

Las características son muy similares a las anteriores siendo fácil de instalar y regulable dependiendo de la orientación que se le vaya a dar al panel solar, la única gran diferencia sería el precio por soporte, que subiría mucho más de presupuesto.

Su precio es de 108.84 euros.



# DOCUMENTO 4

## PRESUPUESTO



## Tabla de contenido

4.1. Objeto.....	3
4.2. Presupuesto general.....	3
4.3. Amortización estimada.....	4
4.4. Conclusión.....	5

#### 4.1. OBJETO

El objeto principal de este apartado dentro del TFG, es el estudio del presupuesto necesario para llevar a cabo la correcta instalación del equipo fotovoltaico, identificando cada partida dentro del presupuesto, mano de obra y costes adicionales.

#### 4.2. PRESUPUESTO GENERAL

<b>PRESUPUESTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 KW CONECTADOS A LA RED</b>			
<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
MÓDULOS SOLARES SOLAR ARTESA A-260M	286,00	280,00 €	80.080,00 €
INVERSOR ZIGOR SOLAR T3	1,00	23.235,92 €	23.235,92 €
ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS FV915	28,00	616,07 €	17.249,96 €
<b>CUADROS ELÉCTRICOS</b>			
Caja de conexión	1,00	820,00€	820,00€
Cuadro de protecciones de continua	1,00	1.100,10 €	1.100,10 €
Cuadro de protecciones de alterna	1,00	1.110,45 €	1.110,45 €
Cuadro de contadores y protecciones generales	1,00	870,00 €	870,00 €
<b>MATERIAL ELÉCTRICO</b>			
TOMA DE TIERRA	1,00	546,00 €	546,00 €
<b>CABLEADO</b>			
LÍNEA 6 MM	700,00	0,80 €	560,00 €
LÍNEA 70 MM	25,00	8,89 €	222,25 €
LÍNEA 95 MM	100,00	13,80 €	138,00 €
Kit de Conexiones	1,00	115,00 €	115,00 €
<b>MANO DE OBRA</b>			
Montaje y puesta a punto de la instalación fotovoltaica	1,00	14.300,00 €	14.300,00 €
<b>INGENIERÍA, DIRECCIÓN DE OBRA Y GESTIONES ADMINISTRATIVAS</b>			
Ingeniería y dirección de obra	1,00	9.450,00 €	9.450,00 €
Derechos de la verificación de la compañía eléctrica	1,00	340,00 €	340,00 €
Tasas de industria	1,00	1.560,00 €	1.560,00 €
Solicitud de permiso de obra	1,00	600,00 €	600,00 €
<b>OTROS</b>			
Seguros de construcción	1,00	856,00 €	856,00 €
Transportes	1,00	700,00 €	700,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE INSTALACION</b>		<b>153.853,68 €</b>	

Como ya se ha mencionado en el correspondiente apartado de estudio de seguridad y salud, a este presupuesto hay que añadirle los gastos necesarios para asegurar el bien estar del trabajador. A continuación se muestra el coste total de la instalación solar, una vez ya terminada y instalada.



TOTAL PRESUPUESTO	
TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	7.692,68 €
TOTAL PRESUPUESTO DE INSTALACION	153.853,68 €
TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO	161.546,36 €
TOTAL I.V.A.	33.924,73
<b>TOTAL PRESUPUESTO CON I.V.A. INCLUIDO</b>	<b>195.471,09</b>

Una vez verificado el coste total de la instalación, se puede saber cuál es el coste del W pico producido por dicha instalación, que es el mostrado a continuación:

$$\text{Coste del W pico} = 161.546,36 \text{ €} / 74.360 = 2,17 \text{ euro / W pico}$$

#### 4.3. AMORTIZACION ESTIMADA.

Para la amortización de la instalación se debe de tener en cuenta los kWh que produzca dicha instalación, y el precio del kWh que tiene la compañía eléctrica. En este caso Iberdrola es la compañía eléctrica que suministra en museros y el precio de compra del kWh ronda sobre los 0.14€ /kWh.

Por lo tanto con este valor, y sabiendo los kWh producidos anualmente, se puede determinar multiplicando ambos, el amortizamiento en un año, y si esta operación se repite para el resto de los años, se pueda determinar en cuanto tiempo se amortice la inversión.

AÑO	Energía anual (wh/año)	Amortización por año
1	126.823.288,80	17.755.260 €
2	125.770.655,50	17.607.891 €
3	124.718.022,20	17.460.523 €
4	123.665.388,90	17.313.154 €
5	122.612.755,60	17.165.785 €
6	121.560.122,30	17.018.417 €
7	120.507.489,00	16.871.048 €
8	119.454.855,70	16.723.679 €
9	118.402.222,40	16.576.310 €
10	117.349.589,10	16.428.942 €
AMORTIZACION A LOS 10 AÑOS		<b>170.921.009 €</b>

Como se observa con el precio de 0.14 € /kWh que proporciona la compañía eléctrica, se tendría un periodo de amortización de unos 9 años y medio para recuperar la inversión de la instalación.

Hay que tener en cuenta que estos valores obtenidos son aproximados, ya que hay varias cosas que no se han tenido en cuenta como por ejemplo, gastos de mantenimiento, contratación de seguros, intereses del préstamo, precio del kWh ya que este se ha obtenido de un valor de una factura de la región, y otros gastos imprevistos.

Como todo esto no supone un gran coste en comparación con el de la instalación, pongamos que un seguro anual son unos 1000 €, y para mantenimiento destinaremos unos 1500 €, por lo tanto tendrá unos 2500 € anuales para gastos que supondrán unos 25000 € para los 10 años y que calculando por encima se recuperaría la amortización total en unos 11 años.

#### 4.4 CONCLUSION.

En la elaboración de este TFG se ha estudiado la viabilidad de un proyecto fotovoltaico instalación en una nave de uso académico. Se ha elegido colocar los paneles en el lado sur del techo, horizontalmente, esto se debe a que cuando parte de un panel fotovoltaico es afectado por las sombras, el bypass justo fuera de las células afectadas, por lo que otras células continúan proporcionando energía.

Para el techo, se debe mencionar que, como no se conoce el material, ha sido considerado como ideal, por lo que será capaz de soportar cargas de viento y nieve.

Debido al uso del almacén, y durante la temporada de otoño, el ahorro económico será mínimo, además de la comisión a pagar por el apoyo de Endesa.

Ya que no puede garantizarse que la instalación fotovoltaica supere el consumo las necesidades del almacén en todo momento, hacer el proyecto inviable.

Una solución para consumir el exceso de energía puede ser el uso de una bomba de calor, si es necesario calentar o enfriar el interior del almacén.

Otro hecho interesante, puede ser el estudio de la factibilidad de este proyecto utilizando módulos fotovoltaicos con baterías intercaladas que se aprovechan de una laguna, y realizar la misma función que una batería externa. Sin embargo, todavía hay muy poca información acerca de ellos.



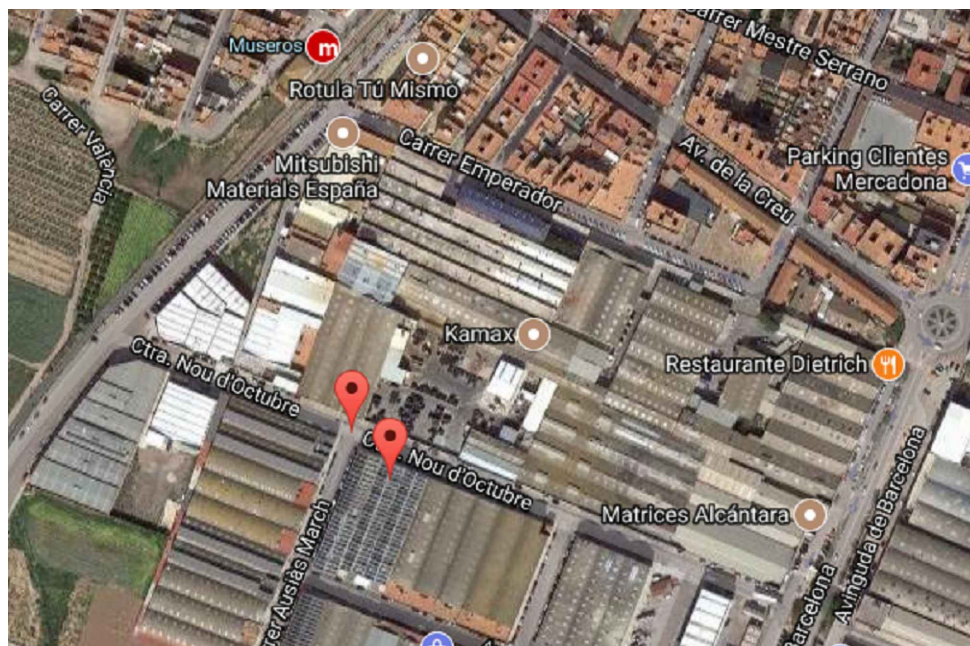
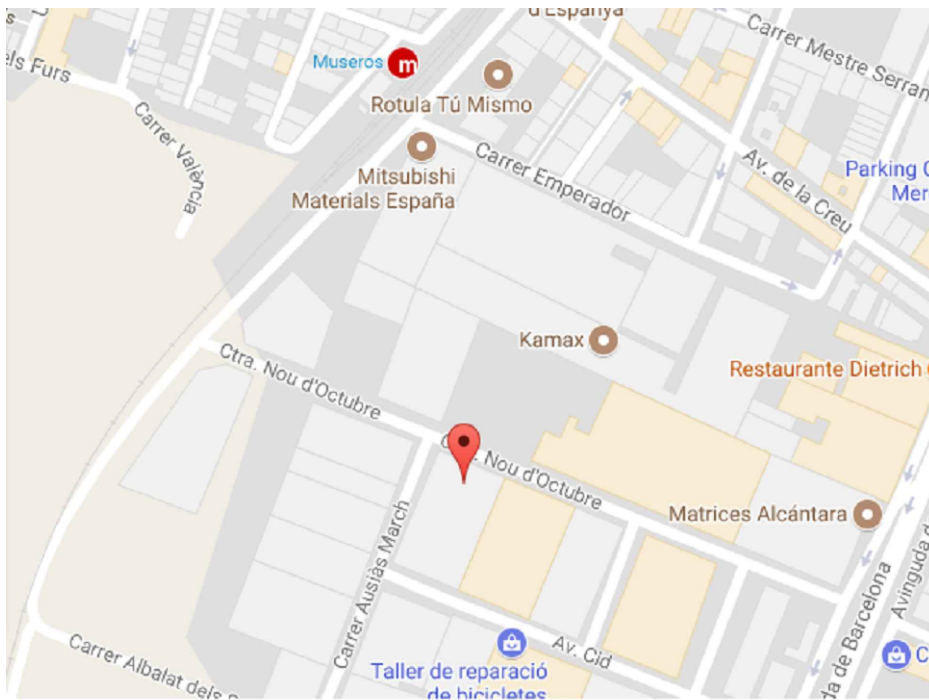
# DOCUMENTO 5

## PLANOS



## Tabla de contenido

5.1. Plano de situación de la instalación.....	3
5.2. Planta y alzado.....	4
5.3. Situación paneles solares.....	5
5.4. Diagrama de bloques.....	6
5.5. Estructura de soporte panel solar.....	7
5.6. Esquema unifilar.....	8
5.7. Esquema unifilar 2.....	9



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 KW DE CONEXIÓN A RED.

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)

PETICIONARIO:

ESCALA: 1/100

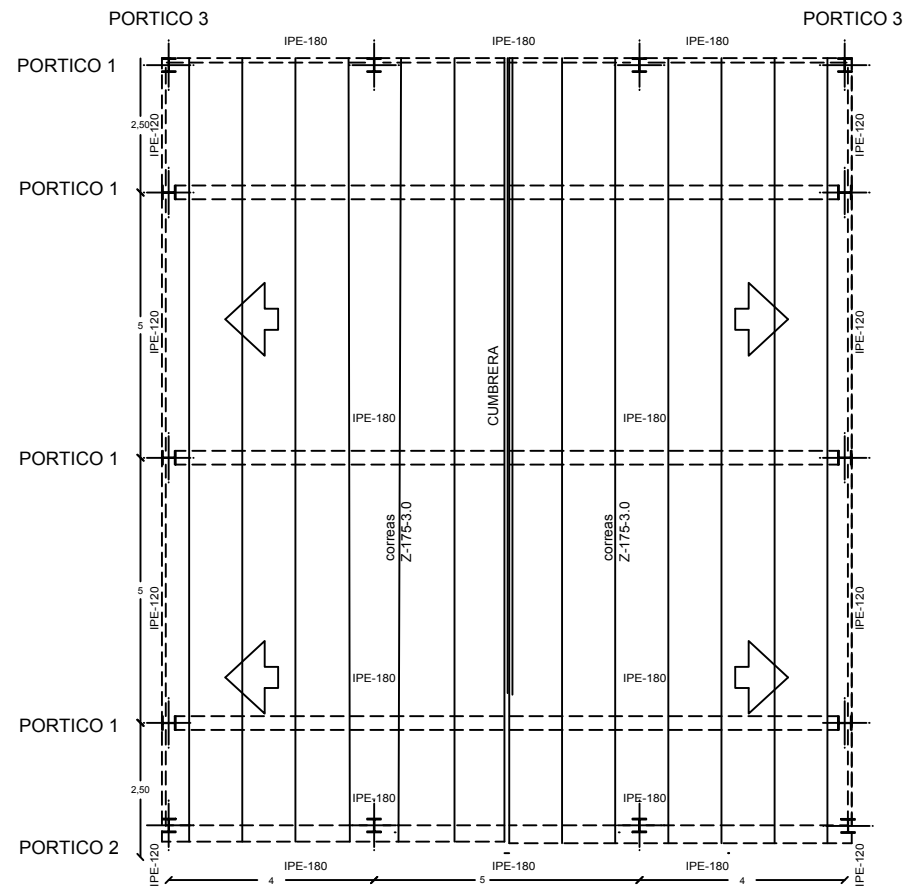
PLANO:

PLANO DE SITUACION

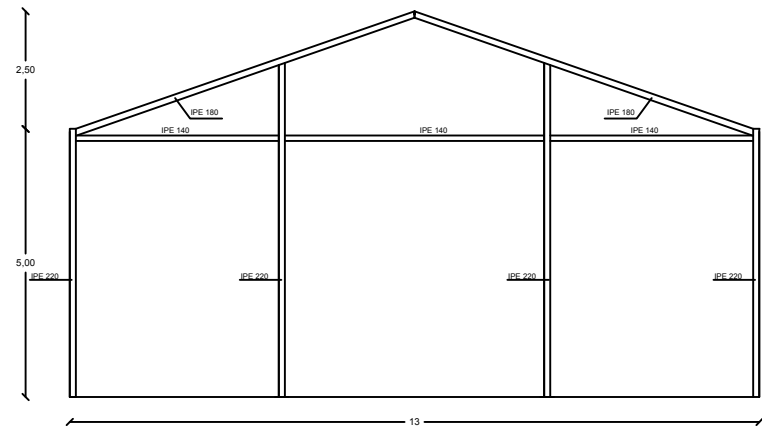
FECHA: JUNIO 2017

PLANO Nº

1



PORTICO 1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 kW DE CONEXIÓN A RED.

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)

PETICIONARIO:

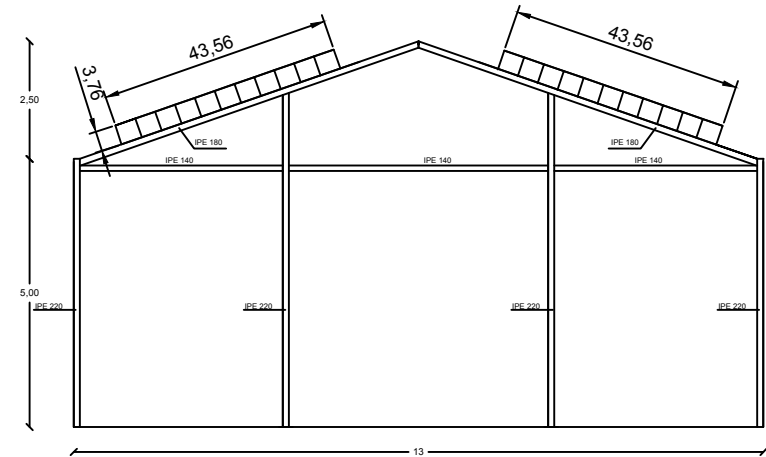
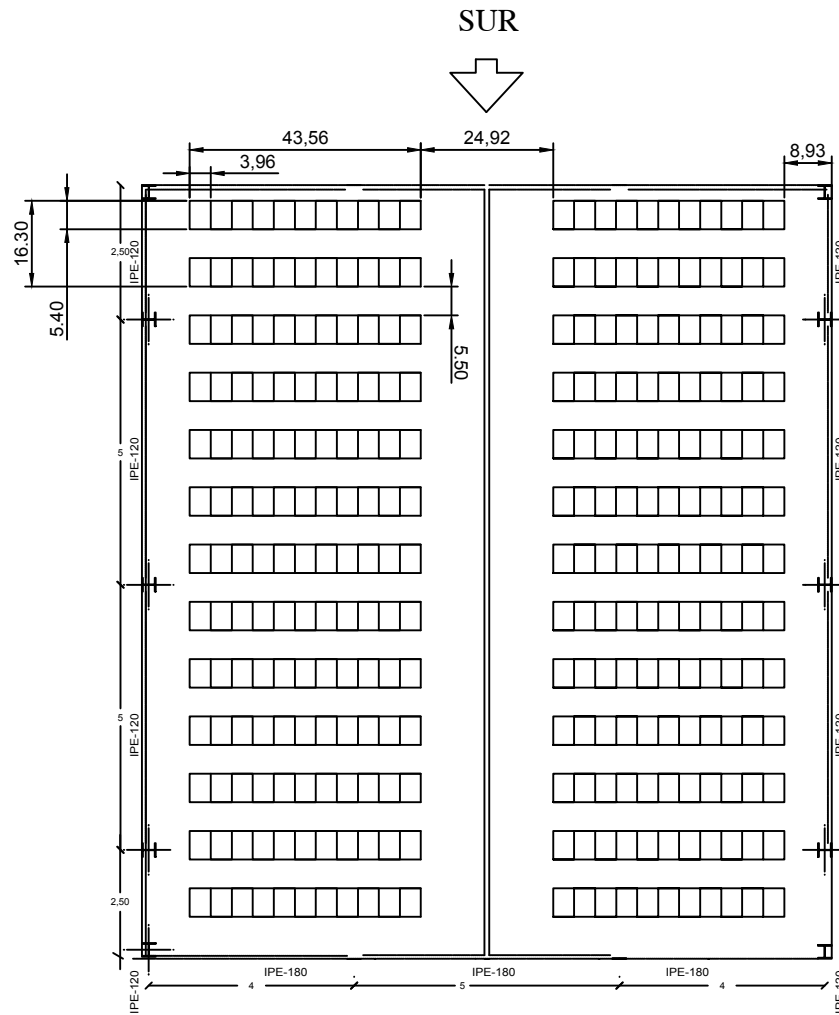
ESCALA: 1/250

PLANO:

PLANTA Y ALZADO

FECHA: JUNIO 2017

PLANO N°  
2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 KW DE CONEXIÓN A RED.

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)

PETICIONARIO:

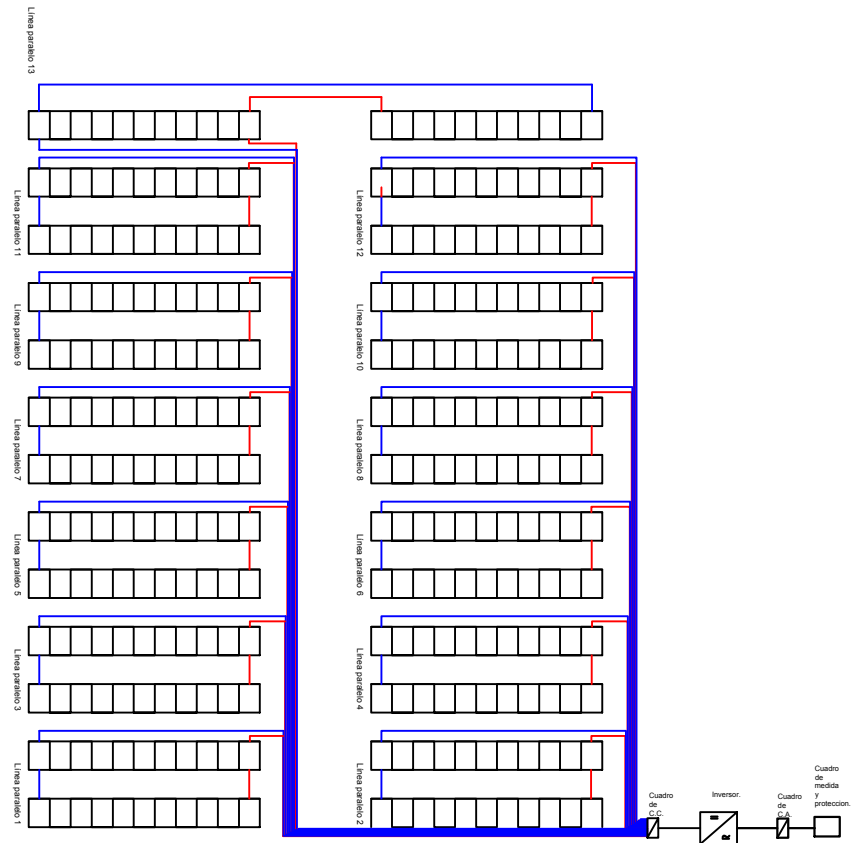
ESCALA: 1/250

PLANO:

SITUACION PANELES SOLARES

FECHA: JUNIO 2017

PLANO N°  
3



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 KW DE CONEXIÓN A RED.

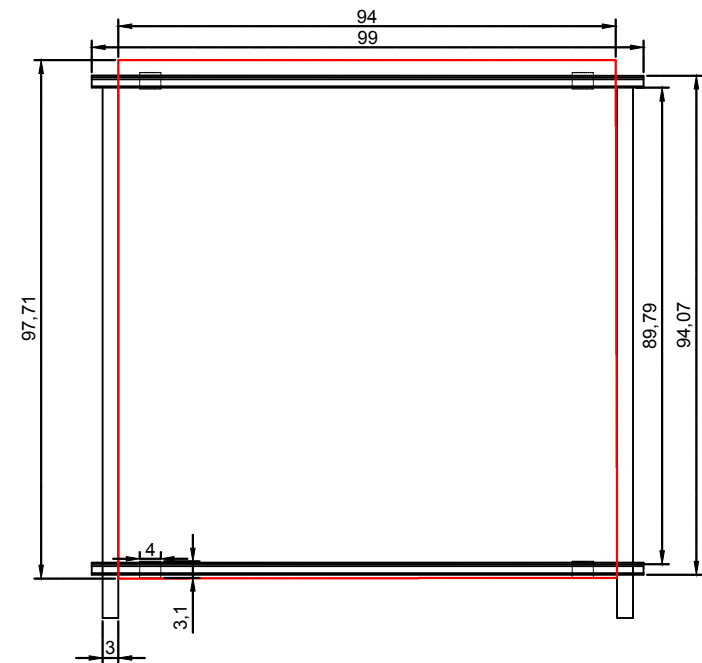
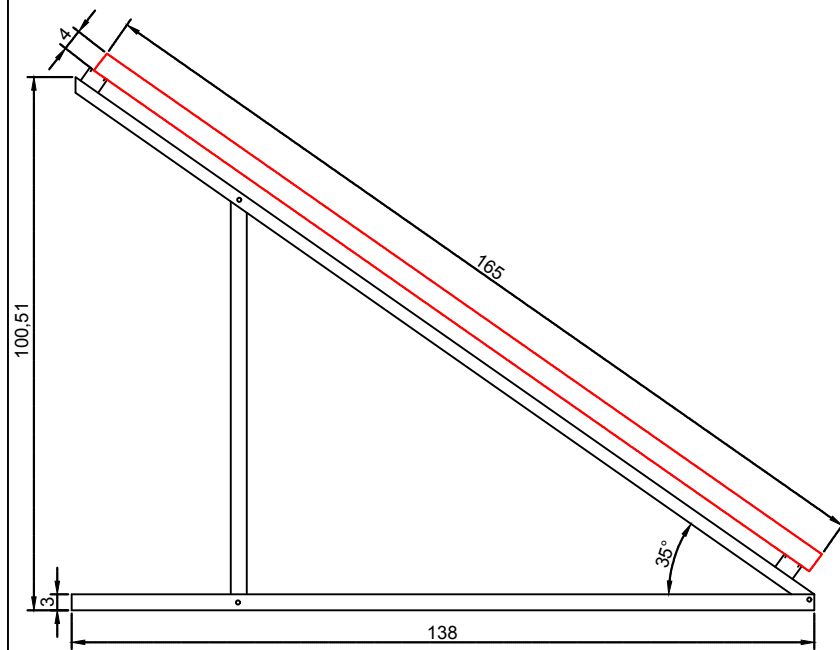
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)

PETICIONARIO: ESCALA: 1/250

PLANO: DIAGRAMA DE BLOQUES FECHA: JUNIO 2017

PLANO N°  
4





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 KW DE CONEXIÓN A RED.

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)

PETICIONARIO:

ESCALA: 1/100

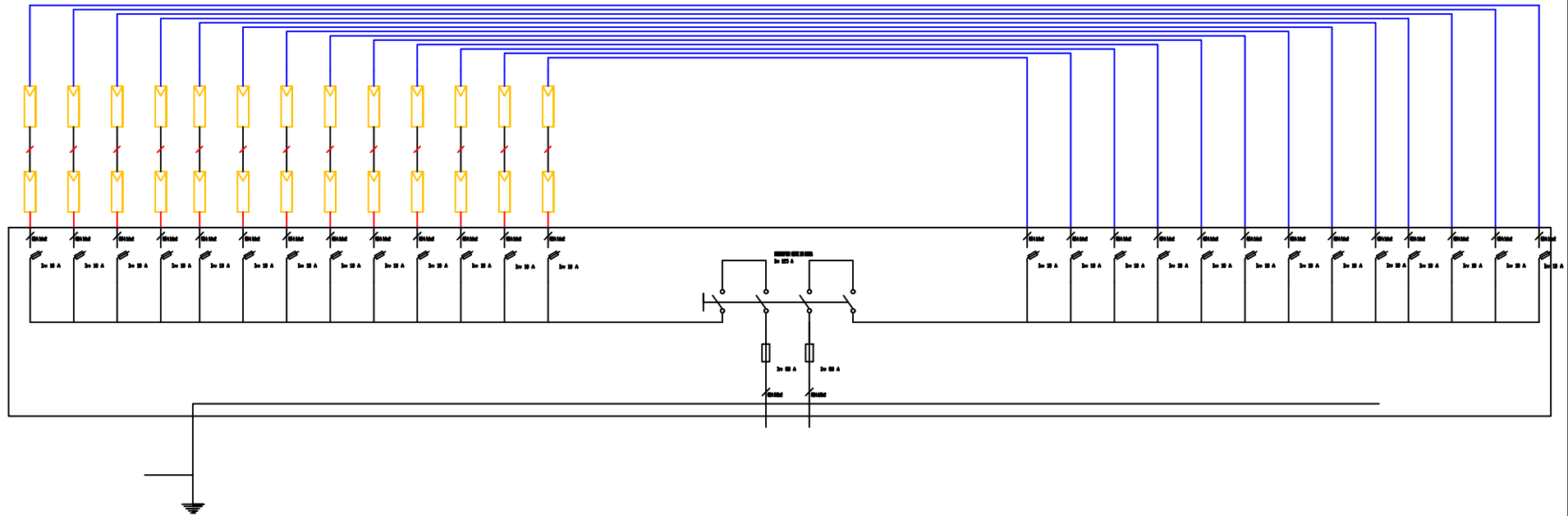
PLANO:

ESTRUCTURA SOPORTE PANEL SOLAR

FECHA: JUNIO 2017

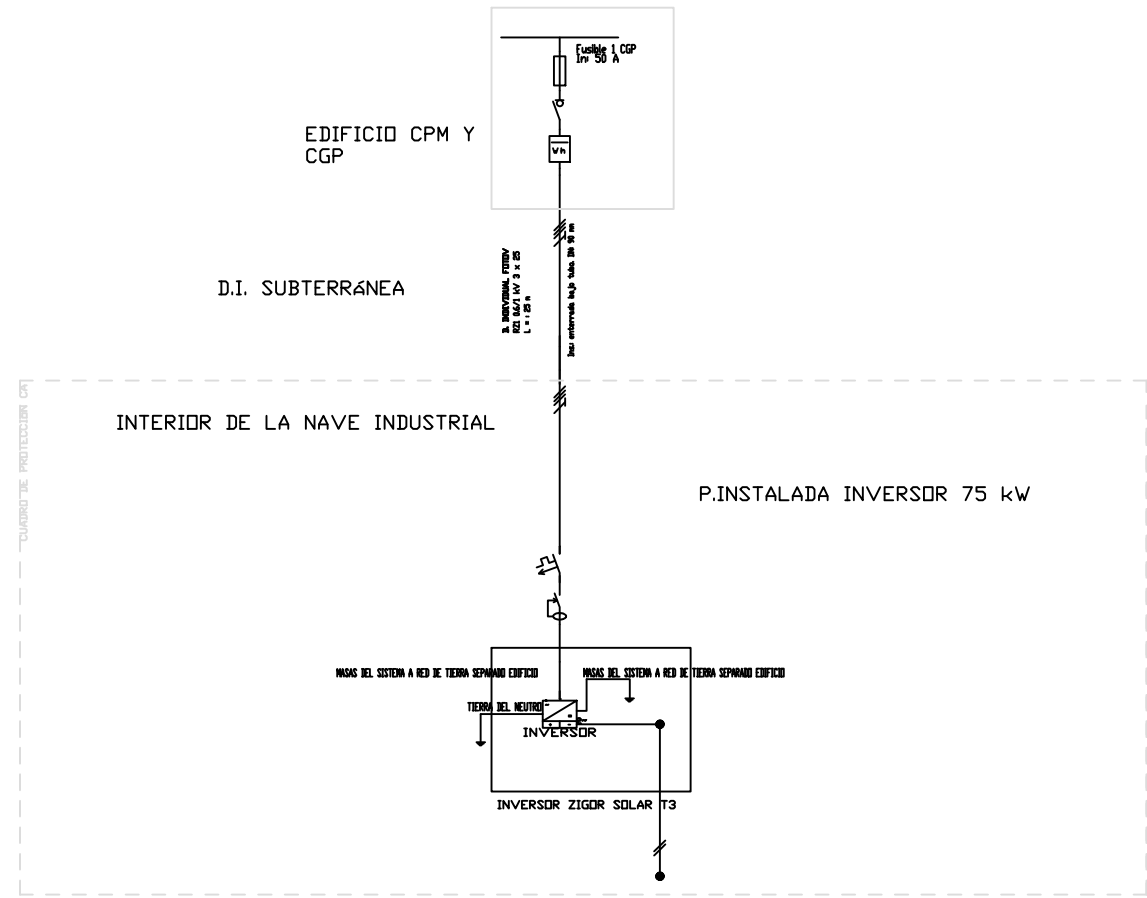
PLANO N°  
5

LEYENDA	
	FUSIBLE DE PROTECCIÓN
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DE CORRIENTE DE CORTA
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO REINTECENDIDO
	WIRING BLANK
	CONEXIÓN A TIERRA
	CONEXIÓN A TIERRA
	CONEXIÓN A TIERRA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO	
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 kW DE CONEXIÓN A RED.	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)	
PETICIONARIO:	ESCALA:
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR 1	FECHA: JUNIO 2017
<b>PLANO N°</b> <b>6</b>	

LEYENDA	
	FUSIBLE DE PROTECCIÓN
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DE CORTE DE CABLE
	TIERRAS (ver apartado general)
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MANEJADO
	SEÑAL DE ALARMA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO	
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 75 kW DE CONEXIÓN A RED.	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL TORRUBERO CTRA. NOU D'OCTUBRE, 8-12,46136 MUSEROS (VALENCIA)	
PETICIONARIO:	ESCALA:
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR 2	FECHA: JUNIO 2017
<b>PLANO Nº</b> <b>7</b>	



# **DOCUMENTO 6**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

## Tabla de contenido

### 6.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

6.1.1. Objeto de este pliego.....	6
6.1.2. Campo de aplicación.....	6
6.1.3. Normativa a cumplir.....	6
6.1.4. Documentos del proyecto.....	6
6.1.5. Permisos y licencias.....	7
6.1.6. Variaciones y planos de detalle.....	7
6.1.7. Obligaciones del contratista en la obra.....	7

### 6.2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

6.2.1. Condiciones legales.....	8
6.2.1.1. El contrato.....	8
6.2.1.2. Arbitraje obligatorio.....	9
6.2.1.3. Jurisdicción competente.....	9
6.2.1.4. Responsabilidad del contratista.....	9
6.2.1.5. Subcontratas.....	11

### 6.3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

6.3.1. Delimitación general de funciones técnicas.....	12
6.3.1.1. El Ingeniero Directo facultativo.....	12
6.3.1.2. El Ingeniero Técnico.....	12
6.3.1.3. El Constructor.....	13
6.3.2. Obligaciones y derechos generales del constructor.....	13
6.3.2.1. Verificación de los documentos del proyecto.....	13
6.3.2.2. Plan de Seguridad y Salud.....	13
6.3.2.3. Oficina en obra.....	14
6.3.2.4. Presencia del constructor en obra.....	14
6.3.2.5. Trabajos no estipulados expresamente.....	14
6.3.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	15
6.3.2.7. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa.....	15
6.3.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.....	15

6.3.2.9. Faltas de personal.....	16
6.3.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales.....	16
6.3.3.1. Caminos y accesos.....	16
6.3.3.2. Replanteo.....	16
6.3.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	16
6.3.3.4. Orden de los trabajos.....	17
6.3.3.5. Facilidades para otros contratistas.....	17
6.3.3.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayo.....	17
6.3.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	17
6.3.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	17
6.3.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	17
6.3.3.10. Obras.....	18
6.3.3.11. Trabajos defectuosos.....	18
6.3.3.12. Vicios ocultos.....	18
6.3.3.13. De los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	18
6.3.3.14. Presentación de muestras.....	19
6.3.3.15. Materiales no utilizables.....	19
6.3.3.16. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	19
6.3.3.17. Limpieza de las obras.....	19
6.3.3.18. Obras sin prescripciones.....	19
6.3.4. De las recepciones de edificios y obras ajenas y de las Recepciones Provisionales.....	19
6.3.4.1. Documentación final de la obra.....	20
6.3.4.2. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la Obra.....	20
6.3.4.3. Plazo de garantía.....	20
6.3.4.4. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	21
6.3.4.5. De la recepción definitiva.....	21
6.3.4.6. Prórroga del plazo de garantía.....	21
6.3.4.7. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	21
6.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS	
6.4.1. Principio general.....	22
6.4.2. Fianzas.....	22

6.4.2.1. Fianza provisional.....	22
6.4.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	22
6.4.2.3. De su devolución en general.....	22
6.4.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones Parciales.....	23
6.4.3. Precios.....	23
6.4.3.1. Composición de los precios unitarios.....	23
6.4.3.2. Precio de contrata. Importe de contrata.....	23
6.4.3.3. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	24
6.4.3.4. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	24
6.4.3.5. De la revisión de los precios contratados.....	24
6.4.3.6. Acopio de materiales.....	25
6.4.4. De la valoración y abonos de los trabajos.....	25
6.4.4.1. Formas varias de abono de las obras.....	25
6.4.4.2. Relaciones valoradas y certificaciones.....	25
6.4.4.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	26
6.4.4.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	26
6.4.4.5. Pagos.....	27
6.4.4.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	27
6.4.5. De las indemnizaciones mutuas.....	27
6.4.5.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	27
6.4.5.2. Demora de los pagos.....	28
6.4.6. Varios.....	28
6.4.6.1. Seguro de las obras.....	28
6.4.6.2. Conservación de la obra.....	28
6.5. CONDICIONES TÉCNICAS	
6.5.1. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	29
6.5.1.1. Módulos fotovoltaicos.....	29



6.5.1.2. Estructura soporte.....	29
6.5.1.3. Inversor.....	30
6.5.1.4. Cableado.....	31
6.5.1.5. Armarios de protección.....	32
6.5.1.6. Protecciones.....	32



## 6.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

### 6.1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO.

El presente pliego afectará a la ejecución de todas las obras que comprende el Proyecto al que hace referencia. Al mismo tiempo, se hace constar que las condiciones que se exigen en el presente Pliego serán las mínimas aceptables. Los Pliegos de condiciones particulares podrán afectar las presentes prescripciones generales. El contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra. El contratista queda obligado a acatar cualquier decisión que el Director Técnico de la obra formule durante el desarrollo de la misma y hasta el momento de la recepción definitiva de la obra terminada.

### 6.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

El presente Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios para la ejecución de una instalación fotovoltaica conectada a red y destinada al autoconsumo.

### 6.1.3. NORMATIVA A CUMPLIR.

- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) según el RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía en régimen especial.
- Normas UNE de obligatorio cumplimiento publicadas por el instituto de Racionalización y Normalización.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), que desarrolla y permite el cumplimiento de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en Obras de Construcción.
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/97 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, establecidos por el IDAE (PCT – C – REV – Julio 2011).

### 6.1.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Comprende el presente Proyecto, además del presente Pliego de Condiciones, los documentos adjuntos de Memoria, Planos, Presupuesto y Anexos y Estudio Básico de Seguridad y Salud.

#### 6.1.5. PERMISOS Y LICENCIAS.

El peticionario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de todas las obras y abonará todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

#### 6.1.6. VARIACIONES Y PLANOS DE DETALLE.

Este proyecto queda sujeto a cualquier variación que se juzgue conveniente por la Dirección Facultativa, y que no altere esencialmente el proyecto, precios y condiciones del contrato, a su vez se reserva el derecho al dictamen sobre todos aquellos puntos que no quedasen suficientemente aclarados en los documentos del proyecto. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de presentar a lo largo de las obras cuantos planos de detalles sean necesarios y convenientes para realizar el presente Proyecto, con la obligatoriedad por parte del contratista de ser respetados.

#### 6.1.7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN LA OBRA.

La obligación del contratista será el suministro de todos los materiales, equipos, manos de obra, servicios, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica descrita en la Memoria, representada en los Planos y valorada en el Presupuesto y la cual será montada de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones Técnicas. Todos los suministros y trabajo referidos se entienden incluidos en el precio total de contratación. No están incluidos los siguientes suministros: Andamiajes, zanjás y obras auxiliares de albañilería.

El contratista y el/los subcontratista deberán estar al día en sus obligaciones tributarias así como con la Seguridad Social en el momento de iniciar las obras.

El contratista y el/los subcontratista/as deberá elaborar un plan de seguridad y salud acorde con lo dispuesto en el estudio básico de seguridad y salud contemplado en este proyecto, antes del inicio de las obras y presentarlo al coordinador de seguridad y salud de la obra.

El contratista o subcontratista/as deberán estar al día en la normativa vigente que afecta a las instalaciones a las cuales ofertan su trabajo. La incorrecta ejecución de la instalación por parte del contratista en referencia a dichas normas o prescripciones, delimitarán la responsabilidad del técnico que suscribe, siendo el contratista o subcontratista/as el único responsable. Antes de iniciar las obras deberán solicitar una copia del proyecto técnico a la propiedad para su estudio y análisis, y concertar con el ingeniero director de obra un replanteo general antes de iniciar los trabajos. Durante la ejecución de los mismos y ante una duda manifiesta de imposibilidad de ejecución de lo proyectado consultará al técnico director otras soluciones técnicas alternativas.

Para la buena ejecución de las obras el ingeniero creará el libro de órdenes, que estará a la custodia del contratista en la caseta o espacio habilitado dentro de la obra. El contratista y subcontratista consultarán en el libro de órdenes lo indicado por el técnico redactor para la buena ejecución de la obra. También mantendrá una copia del proyecto técnico en la obra.

## 6.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

### 6.2.1. CONDICIONES LEGALES.

#### 6.2.1.1. EL CONTRATO.

Los Contratos se formalizarán mediante documentos privados, que podrán elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Este documento contendrá una cláusula en la que se expresa terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del Contrato, conforme a lo previsto en el Pliego General de Condiciones. El Contratista antes de firmar la escritura habrá firmado también su conformidad al pie del Pliego de Condiciones Particulares que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del Adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne la contrata.

Se considerarán causas suficientes para la rescisión de un contrato las que a continuación se señalan:

- Muerte o incapacidad del contratista.
- Quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos del contratista o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

También serán causas justificadas para la rescisión del contrato:

- Las alteraciones del mismo por las causas:
  - a) Las modificaciones del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de las citadas modificaciones, represente aproximadamente el 25%, como mínimo del importe de aquel.
  - b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones, más o menos, del 40% como mínimo de algunas de las unidades del proyecto que hayan sido modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada en el plazo de tres meses e partir de la adjudicación. En tal caso la devolución de la fianza será automática.

- La suspensión de la obra comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando indique descuido y mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

#### 6.2.1.2. ARBITRAJE OBLIGATORIO.

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por la contrata y tres Ingenieros por el C.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el Director de Obra.

#### 6.2.1.3. JURISDICCIÓN COMPETENTE.

En caso de no haberse llegado a un acuerdo por el anterior procedimiento, ambas partes son obligadas a someterse a la discusión de todas las cuestiones que pueden surgir como derivadas de su Contrato, a las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la obra.

#### 6.2.1.4. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el presente proyecto. La memoria no tendrá la consideración de documento de proyecto. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa, el que el director de obra haya examinado y reconocido la construcción durante la obra, ni el que hayan sido abonadas las liquidaciones parciales.

Antes de comenzar las obras el Contratista tiene la obligación de verificar los documentos y de volver a tomar sobre el terreno todas las medidas y datos que le sean necesarios. Caso de no haber indicado al Director de obra en tiempo útil, los errores que pudieran contener dichos documentos, el Contratista acepta todas las responsabilidades.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas las liquidaciones parciales.

Habrá de tenerse en cuenta por parte del Contratista la Reglamentación de Trabajo, así como las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, los Accidentes de Trabajo, Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás con carácter social urgentes durante la ejecución de las obras. El Contratista ha de cumplir lo reglamentado sobre seguridad e higiene en el trabajo,

así como la legislación actual en el momento de ejecución de las obras en relación sobre protección a la industria nacional y fomento del consumo de artículos nacionales.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo de ejercicios en los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos vigentes en la legislación, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidad en cualquier aspecto.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera recaer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya se considera que los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente, dichas disposiciones legales, será preceptivo que el tablón de anuncios de la obra presente artículos del Pliego de Condiciones Generales de índole general, sometido previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúen para evitar en lo posible accidentes a los obreros y a los andantes no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra. Se exigirán con especial atención la observación de lo regulado por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El adjudicatario estará obligado a tener todos los permisos y licencias, para la ejecución de las obras y posterior puesta en servicio y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de dichos permisos.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniese en la edificación donde se efectúan las obras.

Como en las contiguas será, por tanto, de sus cuentas el abono de las indemnizaciones a quien corresponde y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubran tanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como los daños propios de su actividad como Constructoras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a él, se abone la obra que se construye y a medida que esta se

vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos.

En las obras de reparación o reforma, se fijará la porción de la obra que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte de la obra afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros, las pondrá el Contratista antes de contratadas, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

El pago de impuestos y arbitrios, municipales o de otra especie, tanto los referidos a vallas, alumbrado, etc., cuyo abono habrá de hacerse durante el tiempo de la ejecución de la obra, como aquellos debidos a conceptos inherentes a los trabajos que se realizan, corren a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario. No obstante al contratista le será reintegrado el importe de todos aquellos conceptos que el director de obra considere justo hacerlo.

Sin previa autorización del propietario no podrá ponerse en las obras, ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y la policía local. Se exceptúa de esta medida el cartel anunciador facultativo de la obra que será colocado a petición del director de obra y correrá a cuenta del contratista.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los planos, presupuestos, pliego de condiciones, y también de los demás documentos del proyecto.

El Ingeniero Técnico, si el contratista lo solicita, autoriza estas copias con su firma, una vez las haya confrontado.

#### 6.2.1.5. SUBCONTRATAS.

El Contratista puede subcontratar una parte o la totalidad de la obra a otra u otras empresas, administradores, constructores, instaladores, etc. no eximiéndose por ello de su responsabilidad con la Propiedad.

El Contratista será el único responsable de la totalidad de la obra tanto desde el punto de vista legal como económico, reconociéndose como el único interlocutor válido para la Dirección Técnica.

## 6.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

### 6.3.1. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.

#### 6.3.1.1 EL INGENIERO DIRECTO FACULTATIVO.

Corresponde al Ingeniero Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.

#### 6.3.1.2. EL INGENIERO TÉCNICO.

Corresponde al Ingeniero Técnico:

- Redactar el documento de estudios y análisis del Proyecto.
- Planificar, a la vista del proyecto de ingeniería, del contrato y de la normativa técnica de aplicación el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad e Higiene para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de Seguridad e Higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir, en unión del Ingeniero, el certificado final de la obra.

### 6.3.1.3. EL CONSTRUCTOR.

Corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad e higiene en el trabajo, en concordancia con las previstas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. 09/03/1971, y Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre.
- Suscribir con el Ingeniero el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo. Facilitar al Ingeniero con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Deberá tener siempre en la obra un número proporcionado de obreros a la extensión de los trabajos que se estén ejecutando.

### 6.3.2. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR.

#### 6.3.2.1 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

#### 6.3.2.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución, conteniendo, en su caso, el Estudio básico de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.



#### 6.3.2.3. OFICINA EN OBRA.

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.
- La Licencia de Obras. El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La Documentación de los seguros mencionados anteriormente.
- Dispondrá además el Constructor de una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### 6.3.2.4. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN OBRA.

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole Facultativa", el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### 6.3.2.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones. Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

#### 6.3.2.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliego de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero o del Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

#### 6.3.2.7. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamación.

#### 6.3.2.8. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO.

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### 6.3.2.9. FALTAS DE PERSONAL.

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

#### 6.3.3. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS Y A LOS MATERIALES.

##### 6.3.3.1. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Ingeniero podrá exigir su modificación o mejora.

Así mismo el Constructor se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

##### 6.3.3.2. REPLANTEO.

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

##### 6.3.3.3. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### 6.3.3.4. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### 6.3.3.5. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### 6.3.3.6. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

#### 6.3.3.7 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### 6.3.3.8. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### 6.3.3.9. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Ingeniero al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

#### 6.3.3.10. OBRAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Ingeniero; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### 6.3.3.11. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Ingeniero, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

#### 6.3.3.12. VICIOS OCULTOS.

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente.

#### 6.3.3.13. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### 6.3.3.14. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS.

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### 6.3.3.15. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero.

#### 6.3.3.16. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### 6.3.3.17. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

#### 6.3.3.18. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES.

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

#### 6.3.4. DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS AJENAS Y DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de Recepción Provisional. Esta se realizará con la intervención de un Técnico designado por la Propiedad, del Constructor y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen

intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza. Al realizarse la Recepción Provisional de las obras, deberá presentar el Contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requiera.

No se efectuará esa Recepción Provisional, ni como es lógico la Definitiva, si no se cumple este requisito.

#### 6.3.4.1. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

#### 6.3.4.2. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### 6.3.4.3. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la Recepción y Liquidación Definitiva de las obras, la Administración tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el Contratista.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción

#### 6.3.4.4. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador de la obra, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

#### 6.3.4.5. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### 6.3.4.6. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTIA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### 6.3.4.7. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos con anterioridad.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola recepción definitiva.



## 6.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

### 6.4.1. PRINCIPIO GENERAL.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La Propiedad, el Contratista y, en su caso, los Técnicos, pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### 6.4.2. FIANZAS.

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

#### 6.4.2.1. FIANZA PROVISIONAL.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

#### 6.4.2.2. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de la obra que no fuesen de recibo.

#### 6.4.2.3. DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL.

La fianza retenida será devuelta al Contratista una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos,...

#### 6.4.2.4. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES.

Si la Propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

#### 6.4.3. PRECIOS.

##### 6.4.3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados. Se considerarán costes indirectos.
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
- Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

##### 6.4.3.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 15 % y el beneficio se estima normalmente en 10 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudiría en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### 6.4.3.3. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

#### 6.4.3.4. FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

#### 6.4.3.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a precio cerrado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento derivado de obras no contempladas en alguno de los documentos del proyecto no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

En cualquier caso primarán sobre estas especificaciones, las condiciones de revisión de precios firmadas en el contrato a suscribir entre la propiedad y el contratista.

#### 6.4.3.6. ACPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

#### 6.4.4. DE LA VALORACIÓN Y ABONOS DE LOS TRABAJOS.

##### 6.4.4.1. FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se podrá efectuar de las siguientes formas:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa mediación y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la mediación y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones el caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

##### 6.4.4.2. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Ingeniero Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### 6.4.4.3. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### 6.4.4.4. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.  
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### 6.4.4.5. PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### 6.4.4.6. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

#### 6.4.5. DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.

##### 6.4.5.1. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### 6.4.5.2. DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### 6.4.6. VARIOS.

##### 6.4.6.1. SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

##### 6.4.6.2. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

## 6.5. CONDICIONES TÉCNICAS

### 6.5.1. SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

#### 6.5.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Todos los módulos deberán satisfacer la especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación

En caso de variaciones respecto de esas características, estas deberán ser aprobadas por la dirección facultativa. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP54.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, el inversor contará los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador



#### 6.5.1.2. ESTRUCTURA SOPORTE.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá contar con la aprobación expresa del Director Facultativo. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.

La estructura soporte será calculada según el CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Esta empresa garantiza que la estructura soporte cumple con lo exigido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y con la normativa básica de la edificación NBE-AE-88, estableciendo un límite máximo de sobrecarga de nieve de 1.4 kN/m<sup>2</sup>. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV -106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

#### 6.5.1.3. INVERSOR.

El inversor utilizado deberá ser capaz de extraer en todo momento la máxima potencia por modo de un seguidor de máxima potencia.

El inversor utilizado deberá satisfacer la norma UNE-EN 62093 para los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales. Además también deberá satisfacer la norma UNE-EN 61683 para sistemas fotovoltaicos, acondicionadores de potencia, procedimiento para la medida del rendimiento.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Sobretensiones.
- Perturbaciones presentes en la red

Cada inversor tendrá el control manual de encendido y apagado y conexión-desconexión al interfaz CA.

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además soportará picos de un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.

El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100 % de la potencia nominal, será como mínimo del 92 % y del 94 % respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal. A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa. Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

#### 6.5.1.4 CABLEADO.

El conductor de baja tensión que se empleará en la totalidad de la instalación es de tipo aislado con tensión asignada no inferior a 0,6/1kV, temperatura máxima de 90º, con conductor de cobre y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), normalizado según la norma UNE 21.123.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### 6.5.1.5. ARMARIOS DE PROTECCIÓN.

El armario de inversor y protecciones presente en la instalación deberá estar fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio con un grado de protección IP65.

#### 6.5.1.6. PROTECCIONES.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Vm y 0,85 Vm respectivamente) serán para cada fase.



# DOCUMENTO 7

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Tabla de contenido

7.1. Memoria descriptiva.....	4
7.1.1. Objeto.....	4
7.1.2. Descripción técnica del proyecto.....	4
7.1.3. Emplazamiento.....	4
7.1.4. Climatología.....	4
7.1.5 Acceso y vallado.....	5
7.1.6. Interferencias y servicios afectados.....	5
7.1.7 Suministro de energía eléctrica.....	5
7.1.8. Suministro de agua potable.....	5
7.1.9 Vertido de aguas residuales.....	5
7.2. Análisis de riesgos y su prevención.....	6
7.2.1. Obra civil.....	6
7.2.2. Montaje.....	10
7.3. Maquinaria.....	19
7.3.1. Máquinas y herramientas manuales.....	19
7.3.2. Medios auxiliares.....	21
7.3.3. Instalación provisional eléctrica.....	24
7.3.4. Medicina preventiva asistencial.....	24
7.4. Pliego de condiciones en materia de seguridad y salud.....	27
7.4.1. Legislación aplicable.....	27
7.4.2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva.....	29
7.4.3. Consideraciones de los equipos de protección individual.....	29
7.4.4. Señalización de la obra.....	30
7.4.5. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, maquinas y equipos.....	30
7.4.6. Formación e información a los trabajadores.....	30
7.4.7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral.....	31
7.4.8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente.....	32
7.4.9. Seguridad de la obra y presencia de recursos en obra.....	32
7.4.10. Plan de seguridad y salud.....	33
7.4.11. Obligaciones de cada contratista adjudicado en materia de seguridad y salud.....	33



7.4.12. Coordinador de seguridad y salud.....	34
7.4.13. Libro de incidencias.....	35
7.4.14. Seguridad y responsabilidad civil y patronal.....	35
7.4.15. Subcontratación.....	36

## 7.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 7.1.1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiará, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### 7.1.2. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO.

La instalación fotovoltaica convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados sobre estructuras fijas que hacen de soporte. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico. Posteriormente la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores, para posteriormente inyectarla en la red eléctrica de la compañía distribuidora a través de varios centros de transformación. La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que nos permita separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución. Habrá que asegurar un grado de aislamiento eléctrico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (cableado, cajas, armarios de conexión...). La instalación incorporara todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

### 7.1.3 EMPLAZAMIENTO.

<b>PROVINCIA</b>	Valencia
<b>POBLACIÓN</b>	Museros
<b>POLÍGONO</b>	Pol. Industrial de museros.
<b>CALLE</b>	Crta nou de octubre
<b>TIPO DE NAVE</b>	Industrial
<b>LATITUD</b>	39.5
<b>INCLINACIÓN</b>	35
<b>TEMPERATURAS</b>	De 0°C a 35ª C

### 7.1.4 CLIMATOLOGIA.

Hay que definir la climatología porque sin duda influye en el nivel de la prevención alcanzable.

Se trata de un clima mediterráneo, predominando los vientos de norte y de sur.

La orientación óptima para la instalación es hacia el sur, puesto que están más intensamente soleadas en invierno que en verano, y esto es lo que más precisamos recibir la acción solar mayor en los días invernales.

#### 7.1.5 ACCESO Y VALLADO.

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

#### 7.1.6 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

Los trabajos se desarrollan en el emplazamiento de la obra destinada a tal fin, y cuyo destino es exclusivamente la ubicación de las instalaciones objeto del proyecto, por lo que las únicas interferencias que puedan presentarse son las superposiciones de las diversas fases de los trabajos. Caso de encontrarse con servicios que puedan verse afectados, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

#### 7.1.7 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas en caso de ser posible. En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

#### 7.1.8 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

#### 7.1.9 VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES.

Se dispondrá de una fosa séptica provisional o infraestructura equivalente, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.



## 7.2 ANALISIS DE RIESGO Y SU PREVENCIÓN.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas. El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

### 7.2.1 OBRA CIVIL.

Se entenderá como obra civil, todas aquellas canalizaciones necesarias para el tendido de los cables, las cimentaciones para la correcta fijación de los seguidores solares o estructuras fijas al terreno, así como las excavaciones necesarias para la correcta colocación de las casetas prefabricadas donde se alojan los inversores, centros de transformación, centros de seccionamiento, edificios o construcciones necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de la planta, como almacenes, casetas e instalaciones de seguridad, centros de control, etc.

#### **Movimiento de tierras y cimentaciones**

Dentro de esta fase de obra, se consideran las siguientes operaciones a realizar:

- Excavación
- Cimentación

#### **Excavación**

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de protección para el mal tiempo

## Cimentación

### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas solidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzaran los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizara a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevaran enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.

- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### Trabajos de albañilería

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos.
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Bolsa portaherramientas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

#### 7.2.2. MONTAJE.

El montaje comprenderá la totalidad de los elementos que forman parte de la instalación, incluyendo paneles, estructuras, seguidores, inversores, cableado, columnas para el alumbrado exterior, proyectores, canalizaciones, pequeño material, cuadros, protecciones, puesta a tierra, tendido de línea, etc.

#### **Montaje de paneles fotovoltaicos**

Los paneles se instalarán sobre los perfiles del seguidor o de la estructura fija. La fijación de los paneles se realizará mediante tornillos y tuercas; si los paneles se instalan sobre seguidor dicha labor se realizará sobre el suelo, izando posteriormente el conjunto estructuras-paneles para su colocación en el seguidor, utilizando los medios adecuados para tal efecto. Si los paneles se instalan sobre estructura fija, la colocación de los mismos se realizará directamente sobre la estructura ya montada, utilizando los medios adecuados para tal efecto.

#### **Montaje de inversores**

Los inversores irán ubicados en casetas prefabricadas, donde se centralizarán todos los elementos de acondicionamiento de potencia. También pueden ir instalados bajo seguidores, o tras estructuras fijas, dependiendo de la configuración de cada proyecto. Se instalarán y conectarán estos equipos inversores, así como su correspondiente sistema de monitorización.

#### **Red de tierras**

Se procederá a instalar y conectar la red de tierras de las masas de las estructuras fijas o seguidores, de los inversores, de la instalación de alumbrado exterior y todas las masas conectadas a tierra especificadas en el proyecto (así como pequeños accesorios para la correcta instalación).

### **Instalación de alumbrado exterior**

Se procederá a instalar y conectar las columnas, proyectores, lámparas de descarga necesarias, cableado y red de tierras, para el sistema de iluminación exterior de la parcela y para generar la iluminación mínima requerida por el sistema de seguridad de grabación.

#### **RIESGOS ASOCIADOS A LA FASE DE MONTAJE**

### **Manipulación manual de cargas**

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorso lumbares, para los trabajadores.

#### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

#### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, solo se consigue si los pies están bien situados:
  - Enmarcando la carga
  - Ligeramente separados
  - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
  - Situar el peso cerca del cuerpo.
  - Mantener la espalda plana.
  - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
  - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
  - Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
  - Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevara de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, esta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### Izado de Cargas

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y



explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

### Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavaran las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñaientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de este mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.



## Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenderse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetas cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.

- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.

### **Eslingas**

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
  - El propio desgaste por el trabajo.
  - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
  - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### **Transporte de material**

#### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

#### **MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedara frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### Trabajos de soldadura

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
- Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
- Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
- Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.
- Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.

- Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.
- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.
- Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
- Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
- Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas.
- Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.
- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierta por medio de pantallas inactínicas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactínica.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos para soldadura
- Pantallas para soldadura
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

#### Trabajos en altura

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura solo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearan medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 7.3. MAQUINARIA A EMPLEAR.

#### Grúa

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

##### MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de pallets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del pallet para colocar en el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.

##### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 7.3.1. MAQUINAS Y HERRAMIENTAS MANUALES.

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.

- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, solo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.

### **Radial**

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorarse que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.
- El operador se colocara gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.



- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

#### **Sierra circular**

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes así como la estructura de este.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

#### **7.3.2. MEDIOS AUXILIARES.**

#### **Andamios tubulares**

##### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo
- Caída de objetos en manipulación

##### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
  - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de firmeza y permanencia.
  - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.



- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales.
- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.
- Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.
- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.
- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tablones de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes.
- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tablones estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablones, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. En el caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 o más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostramiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.
- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con esta hacia la cara exterior.

- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se arriostren a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaídas
- Ropa de protección para el mal tiempo.

#### Escaleras

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquellas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

### 7.3.3 INSTALACION PROVISIONAL ELECTRICA.

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese. A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es menor de 10 ohmios. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión. De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas. Las tomas de corriente y clavijas llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

#### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
- Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablonos. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
- Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 7.3.4 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL.

#### Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasaran como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas. El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

#### Asistencia de accidentados

#### CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

#### BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; “mercurocromo” o “cristalmina”; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

## 7.4 PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 7.4.1 LEGISLACIÓN APLICABLE.

Seguidamente, se facilita una relación no exhaustiva de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- R.D. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979)
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

Todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.



#### 7.4.2 CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION COLECTVA.

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrá una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

#### 7.4.3 CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.



#### 7.4.4 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

#### 7.4.5 EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MAQUINAS Y EQUIPOS.

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

#### 7.4.6 FORMACIÓN E INFORMACION A LOS TRABAJADORES.

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

#### 7.4.7 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

#### 7.4.8 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE.

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

<p style="text-align: center;"><b>Accidentes de tipo leve</b></p> <p>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Mutua de Accidentes de Trabajo.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores</b></p> <p>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.</p>

#### 7.4.9 SEGURIDAD DE LA OBRA PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA.

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma de marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes: -Uno o varios trabajadores designados de la empresa -Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa -Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa

- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

#### 7.4.10 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

#### 7.4.11 OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de Octubre, que

respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.

- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 7.4.12 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
  - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
  - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

#### 7.4.13 LIBRO DE INCIDENCIAS.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

#### 7.4.14 SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL.

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.



Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

#### 7.4.15 SUBCONTRATACIÓN.

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.