



Universidad de Valladolid

Escuela Universitaria
de Ingenierías Agrarias

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN DE PLACAS FOTOVOLTAICAS
SOBRE CUBIERTA DE NAVE EXISTENTE**

~~~~~

**AUTORA: ALBA GONZALO MARTÍNEZ**

**DEPARTAMENTO: INGENIERIA AGRICOLA Y FORESTAL**

**TUTOR: EPIFANIO DIEZ DELSO**



**SORIA, 18 DE JULIO DE 2018**

## **AUTORIZACIÓN del TUTOR del TRABAJO FIN DE GRADO**

D. Epifanio Díez Delso,

profesor del departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal,

como Tutor del TFG titulado “Instalación de placas fotovoltaicas sobre cubierta de nave existente”

presentado por la alumna Dña. Alba Gonzalo Martínez

da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el trabajo reúne las condiciones para su presentación y defensa.

Soria, 18 de julio de 2018

El Tutor del TFG,

A handwritten signature in dark ink, consisting of a vertical line intersected by a horizontal line, with several loops and flourishes extending from the intersection.

Fdo.: Epifanio Díez Delso

## RESUMEN

Título: Instalación de placas fotovoltaicas en cubierta de nave existente.

Autora: Alba Gonzalo Martínez

Tutor: Epifanio Diez Delso

Departamento: Ingeniería Agrícola y Forestal

El presente documento contiene el proyecto técnico para la construcción de un generador fotovoltaico de 35,7 kW conectado a red eléctrica ubicado en Blacos (Soria). El proyecto tiene como finalidad diseñar una instalación que abastezca de la demanda de energía eléctrica requerida para que la nave existente no necesite aporte eléctrico convencional. El modelo aplicado será de autoconsumo sin almacenamiento local, de forma que se vierte la producción en la red eléctrica y se consume a la vez de la misma red eléctrica. El punto de conexión a la red eléctrica está acordado con la compañía distribuidora Iberdrola. La energía producida por la central solar fotovoltaica se inyecta en línea trifásica de baja tensión mediante la utilización de inversores DC/AC apropiados.

El sistema fotovoltaico de 35,7 kW consta esencialmente de:

- 170 paneles fotovoltaicos de 210 Wp cada uno
- 2 inversores de 20 kW

El resumen general de la instalación con estructura fija sobre la cubierta a 30° es:

- Potencia nominal instalación: 35,7 kW
- Número de módulos: 170
- Fabricante de los módulos: Ibersolar
- Orientación de las estructuras: 30°
- Fabricante de los inversores: Fronyus
- Número de inversores: 2
- Tipo de inversores: Fronyus Symo

Superficie ocupada: 930 m<sup>2</sup>

Irradiación solar:

- Superficie inclinada 30°
- 1,36 kWh/m<sup>2</sup> el día más favorable

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de: Doscientos cuarenta y un mil quinientos cincuenta y un euros con setenta y ocho céntimos (241.551,78 €).

# INDICE

|                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------------------|---|
| RESUMEN .....                                                           | 3 |
| 1.- MEMORIA .....                                                       | 6 |
| 1.Generalidades                                                         |   |
| 1.1. Introducción                                                       |   |
| 1.1.1. Consideraciones ambientales de la energía solar fotovoltaica     |   |
| 1.2. Integración arquitectónica                                         |   |
| 1.3. Características técnicas                                           |   |
| 1.3.1. Generador fotovoltaico                                           |   |
| 1.3.2. Especificaciones técnicas de los módulos fotovoltaicos           |   |
| 1.3.3. Características                                                  |   |
| 1.3.4. Cableado del campo fotovoltaico. Diodos y protecciones           |   |
| 1.3.5. Inversor                                                         |   |
| 1.3.6. Protecciones y seguridad                                         |   |
| 1.3.7. Sistema eléctrico y de control                                   |   |
| 1.3.8. Protección e instalación de puesta a tierra                      |   |
| 1.3.9. Conexión a red                                                   |   |
| 1.3.10. Medidas y facturación                                           |   |
| 1.3.11. Armónicos y compatibilidad electromagnética                     |   |
| 1.4. Recepción y pruebas                                                |   |
| 1.5. Balance medioambiental                                             |   |
| 1.5.1. Aspectos generales                                               |   |
| 1.5.2. Montaje de estructura soporte de paneles y paneles fotovoltaicos |   |
| 1.5.3. Montaje del inversor                                             |   |
| 1.5.4. Montaje del cableado                                             |   |
| 1.5.5. Montaje de las protecciones y puestas a tierra                   |   |
| 1.5.6. Montaje de contadores de energía y sistema de telecontrol        |   |
| 1.6. Características de la instalación eléctrica                        |   |
| 1.6.1. Tensión nominal                                                  |   |
| 1.6.2. Conductores                                                      |   |
| 1.6.3. Empalmes, conexiones y derivaciones                              |   |
| 1.6.4. Protecciones                                                     |   |
| 1.7. Red subterránea de baja tensión                                    |   |
| 1.7.1. Descripción                                                      |   |
| 1.7.2. Sistema de instalación en canalizaciones                         |   |
| 1.7.3. Señalizaciones                                                   |   |
| 1.7.4. Cierra de zanjas                                                 |   |
| 1.7.5. Cruzamientos, paralelismos y proximidades                        |   |
| 1.7.6. Características                                                  |   |
| 1.7.7. Accesorios                                                       |   |
| 1.7.8. Tipos de arqueta                                                 |   |
| 1.7.9. Tapas de registro                                                |   |
| 1.7.10. Marcos de arqueta                                               |   |
| 1.7.11. Criterios de mantenimiento                                      |   |
| 1.7.12. Puesta a tierra                                                 |   |

1.8. Rentabilidad y presupuesto

- ANEJO 1 – NORMATIVA.....25
- ANEJO 2 – ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LAS PLACAS.....27
- ANEJO 3 – POTENCIA INSTALADA.....29
- ANEJO 4 – PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR Y POR SOMBRAS.....32
- ANEJO 5 – INSTALACIÓN DE PARARRAYOS.....36
- ANEJO 6 – CÁLCULOS DE ELECTRICIDAD .....39
- ANEJO 7 – RENTABILIDAD: VAN Y TIR.....47
- ANEJO 8 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E INVERSORES.....49
- ANEJO 9 – ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....53
- ANEJO 10 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....78

2.- PLANOS .....82

- 2.1.- Situación
- 2.2.- Emplazamiento
- 2.3.- Planta General
- 2.4.- Planta General Cubierta
- 2.5.- Alzados – Colocación Módulos
- 2.6.- Detalles
- 2.7.- Esquema Unifilar Instalación

3.- PLIEGO DE CONDICIONES .....90

- 3.1.- General
- 3.2.- De instalaciones conectadas a red

4.- PRESUPUESTO ..... 146

- 4.1.- Mediciones
- 4.2.- Cuadros de precio
- 4.3.- Presupuesto Parcial
- 4.4.- Presupuesto General

# MEMORIA

## 1. GENERALIDADES

El presente proyecto estudia la colocación de placas fotovoltaicas sobre la cubierta de una nave situada en el paraje “Las Eras” de la localidad de Blacos (Soria).

La nave es de planta baja rectangular con unas dimensiones de 50 x 18,60 metros con una altura de 6,50 metros, siendo la cubierta a dos aguas.

Son 170 placas de 30 kilos con soportes, por tanto:

$$170 \times 30 \text{ kg} = 5.100 \text{ kg}$$

$$50 \text{ m} \times 18,60 \text{ m} = 930 \text{ m}^2 \text{ (proyección horizontal)}$$

$$5100 \text{ kg} / 930 \text{ m}^2 = 5,48 \text{ kg/m}^2$$

Se considera que no afecta a la estructura la colocación de las placas.

Según la legislación la energía generada será remunerada a 0,33 €/kWh. Este precio es aproximado y se puede variar.

La vida media de los paneles solares fotovoltaicos es de 25 a 30 años, si bien después de este tiempo siguen operativos aunque con un rendimiento algo inferior.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de energía solar fotovoltaica (producción directa de energía eléctrica a partir de la radiación solar por medio de células solares) conectadas a red son una solución interesante ya que suponen, al ser una fuente de energía limpia, varias ventajas como son:

- La ausencia de costes combustibles, con muy bajos costes de mantenimiento y escasos riesgos de avería
- Los beneficios medioambientales inherentes a una fuente de energía no contaminante e inagotable. Este tipo de instalaciones evita la emisión de contaminantes a la atmósfera como SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, Pb, etc., ya que introducen en la red eléctrica energía limpia generada con radiación solar y evitan la generación de electricidad mediante otras formas de energía como térmica, nuclear, etc. Contribuyen por tanto a la reducción de gases contaminantes y de efecto invernadero: por cada 10 kWh generados con carbón se emiten 10 mg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- La existencia de legislación específica para su desarrollo, que define los derechos de conexión y venta a la red de la energía generada, estableciendo incentivos sin límite temporal, en forma de primas sobre energías convencionales.
- Es renovable y no agota los recursos naturales
- No utiliza agua
- No producen emisiones ni ruidos o vibraciones
- Es de rápida instalación.

- Producen energía cerca de los lugares de consumo, evitando las pérdidas que se producen en el transporte.
- Su impacto visual es reducido ya que por su disposición en módulos pueden adaptarse a la morfología de los lugares en los que se instalan, Algunos problemas que pueden influir negativamente en la percepción de estas instalaciones son:
  - **la contaminación que produce el proceso productivo de los componentes**
  - **la utilización del territorio,**
  - **el impacto visual**
  - **el impacto sobre la flora y la fauna**

### **1.1.1. Consideraciones ambientales de la energía solar fotovoltaica**

La contaminación producida en la fabricación de los componentes de los paneles fotovoltaicos y las emisiones de contaminantes que producen dependen de la tecnología utilizada. Los sistemas fotovoltaicos más utilizados son los basados en el silicio (elemento extremadamente abundante en la tierra) monocristalino, policristalino y amorfo. El proceso de fabricación por sí mismo no implica una utilización apreciable de sustancias peligrosas o contaminantes y hay que considerar también que, con las actuales proporciones del mercado fotovoltaico, el silicio puede obtenerse del reciclaje de los deshechos de la industria electrónica.

En algunos tipos de células se evidencian posibles riesgos en caso de incendio, debido a la formación de gases tóxicos. Por este motivo, los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil tienen que ser debidamente reciclados.

La necesidad de territorio depende de la forma de utilización de la instalación fotovoltaica: descentralizada o centralizada en grandes sistemas.

En el primer caso, el territorio utilizado puede reducirse casi a cero porque los paneles pueden ser instalados sobre terrenos ya ocupados, como tejados (como en este trabajo), fachadas y terrazas de los edificios existentes, cubiertas de aparcamientos, bordes de autopistas, etc. El potencial para la utilización descentralizada de los sistemas fotovoltaicos puede considerarse, por lo tanto, bastante amplio.

En algunos casos, los sistemas fotovoltaicos pueden rechazarse por cuestiones estéticas. En general, el impacto visual depende sobre todo del tamaño del sistema. El tamaño no representa un problema en el caso de su utilización descentralizada, ya que los sistemas pueden estar bien integrados sobre los tejados o en las fachadas de los edificios.

Los problemas que se han tratado hasta ahora se refieren a las superficies reflectantes. El impacto visual está relacionado con la orientación de estas superficies respecto a los posibles puntos de observación y puede minimizarse respetando unas

distancias oportunas respecto a los centros habitados, las carreteras etc., o utilizando elementos como árboles o setos entre los paneles y los puntos de observación, respetando, en todo caso, la exigencia de evitar sombras indeseadas en el campo fotovoltaico.

Para la utilización descentralizada de los sistemas fotovoltaicos, el impacto sobre la fauna y la flora normalmente se considera prácticamente inexistente, ya que consiste principalmente en la no ocupación de suelo y no causa ruido o vibraciones.

En cuanto al “robo” de radiación solar por parte de los paneles al medio ambiente circundante que, en teoría podría modificar el microclima local, es necesario recordar que aproximadamente sólo el 10% de la energía solar incidente por unidad de tiempo sobre la superficie del campo fotovoltaico es transformada y transferida a otro lugar en forma de energía eléctrica, siendo el 90% restante reflejada o transferida a través de los módulos.

La normativa seguida en cuanto a instalaciones fotovoltaicas y las que afectan a la protección ambiental quedan reflejadas en el Anejo 1.

## **1.2. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA**

Los sistemas fotovoltaicos de conexión a red son equipos de generación eléctrica a partir de módulos fotovoltaicos, en general estáticos, que convierten en electricidad la radiación solar. Para aumentar la producción eléctrica del sistema se puede dotar el panel (o conjunto de paneles) fotovoltaico de movimiento, de modo que siga la trayectoria del sol desde el amanecer hasta el anochecer.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se ha diseñado teniendo en cuenta que ha de soportar, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y de la nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación (actualmente Código Técnico de la Edificación).

El diseño de la estructura y el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos permite las dilataciones térmicas, sin transmitir las cargas que pueden afectar a la integridad de los módulos.

La sujeción del módulo fotovoltaico se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante, de estructura de hierro galvanizado según la norma UNE 37-501 y UNE 37-508.

Los módulos fotovoltaicos se conectan a un inversor de conexión a red que realiza la función de conversión de la corriente continua, procedente de los módulos, en corriente alterna. La tornillería y piezas auxiliares son de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de paneles en ningún caso arrojan sombra sobre los módulos.



## 1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### 1.3.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico está formado por un total de 170 módulos fotovoltaicos modelo TE2200 de Tenesol Ibersolar. Cada módulo tiene una potencia nominal de 210 W de silicio policristalino, lo que da una potencia nominal de 35.700 Wp (35,7 kW), y va a producir una energía de casi 50 MWh/año, con un factor de rendimiento anual del 78%. Julio va a ser el mes de más temperatura, por lo que la energía efectiva a la salida del generador de este mes va a ser superior. Esto es debido a que la irradiación global horizontal y la global incidente en el plano receptor es mayor. Esto es debido a que los rayos inciden de manera más perpendicular y los días son más largos. (Anejo 3).

El generador fotovoltaico o campo fotovoltaico está formado por 2 subcampos de paneles fotovoltaicos. Cada subcampo (o string) está formado a su vez por 85 módulos, conectándose los módulos de cada subcampo en serie. Se distribuyen en las dos vertientes del tejado, que es la situación más favorable, ya que la orientación longitudinal de la nave es Norte-Sur, y si se pusieran solo en una de las vertientes y con la inclinación de la cubierta, sólo obtendríamos producción en la mitad de horas del día (Anejo 2 y 4)

### 1.3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- Células cuadradas de silicio policristalino
- Células texturadas químicamente y con capa antirreflexiva
- Múltiples contactos redundantes en cada célula
- Circuito laminado entre dos capas de EVAS (etilen-vinil-acetato)
- Marco de perfil de aluminio anodizado
- Cara frontal protegida con vidrio templado de alta transmisibilidad
- Cara posterior protegida con Tédlas de varias capas
- Cajas de conexión incluyendo diodos de bypass
- Toma de tierra exterior
- Diseñado y fabricado cumpliendo especificaciones ESTI 503, TUV, CEI IEC 1215, EN 61215

### 1.3.3. CARACTERÍSTICAS

Datos eléctricos del panel fotovoltaico (Anejo 8):

MODULO:

- Potencia típica: 210 W
- Potencia mínima: 205 W
- Potencia máxima: 215 W
- Tolerancia:  $\pm 5$  Wp /  $\pm 2,5\%$
- Voltaje a potencia máxima: 29,7 V
- Corriente a potencia máxima: 7,1 A
- Corriente de cortocircuito: 7,7 A

- Voltaje a circuito abierto: 36,2 V
- Dimensiones: 1660 mm x 990 mm
- Espesor marco: 38 mm

SISTEMA:

- Consumo nocturno: 2-7W
- Máxima eficiencia: 96%

Las características eléctricas nominales en condiciones estándar de medida STC (1000 W/m<sup>2</sup> y 25°C y espectro AM1.5G) del generador fotovoltaico son:

- Cada hilo de corriente trifásica soportará una intensidad de hasta 87 A, y ésta es la intensidad que ha utilizado para el cálculo de las secciones entre inversores contadores (parte de alterna).
- Cada módulo fotovoltaico lleva de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre y logotipo del fabricante. Además poseen una identificación individual (número de serie).
- El rendimiento de las células que componen cada módulo fotovoltaico es superior al 12%.
- Los módulos están debidamente encapsulados y protegidos contra la intemperie.
- Cada módulo fotovoltaico lleva incorporados en las cajas de conexionado dos diodos de bypass para evitar la formación de puntos calientes por sombreado y minimizar las pérdidas.
- El grado de protección de las cajas de conexionado de los módulos fotovoltaicos es IP65.
- Los marcos de los módulos son de aluminio.
- El fabricante de los módulos fotovoltaicos garantiza que la potencia de cada módulo está dentro del  $\pm 5\%$  de la potencia nominal.

#### 1.3.4. CABLEADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO. DIODOS Y PROTECCIONES

Todos los conductores son de cobre. El dimensionado de los cables (sección) es tal que las caídas de tensión desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada de los inversores es menor del 1%, cumpliéndose la exigencia de que para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 1,5% y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 0,5%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las medidas en la caja de conexiones.

Sin perjuicio de esta norma, las secciones mínimas de los cables son los siguientes:

- Cableado entre módulos: 1 x 6 mm<sup>2</sup>
- Cableado entre los módulos terminales y el inversor: 1 x 10 mm<sup>2</sup>
- Cableado entre inversores y contadores: 3 x 50 mm<sup>2</sup> (uno por cada hilo de corriente trifásica)

Y la sección teórica por caída de tensión para una longitud de 75 m. será de 15,9 mm, que adaptada a las recomendaciones será de 240 mm<sup>2</sup>. Este resultado se ve desarrollado en el Anejo 6

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, utilizando los equipos y materiales de aislamiento eléctrico necesarios.

Los cables utilizados cumplen con la normativa vigente en cuanto a aislamiento y grado de protección. En particular han de poseer un aislamiento mayor de 1000 V y son de doble aislamiento (clase II). Los tipos de aislamiento permisibles son: policloruro de vinilo, goma butílica (butil), etileno-propileno o polietileno reticulado.

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos FV en cada uno de los paneles estarán protegidos contra degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura:

- Cableado entre módulos y ramas e inversores H 7 RN-F (o VV 0,6 / 1 kV)
- Resto del cableado RV 0,6 / 0,1 kV

El cableado entre cajas de conexiones de cada módulo en cada panel para formar las conexiones en serie y el inversor se efectúa mediante cable flexible y de longitud adecuada para que no exista peligro de cizalladura.

Los cableados estarán adecuadamente etiquetados, de acuerdo con los esquemas eléctricos.

Las cajas de conexionado utilizadas en el campo FV tendrán una protección a la intemperie IP 65, serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio y prensado en caliente. Dispondrán de un tejado de protección frente a la lluvia que servirá como sombra (protección del calentamiento directo de la luz solar). Dispondrán de ventilación natural con protección frente a insectos. Cada caja dispondrá de una puerta dotada de un cierre con barra de 3 puntos accionado mediante llave. Dispondrá de una placa de montaje en su interior de dimensiones adecuadas para la colocación de los siguientes elementos:

- Bornas de conexionado para realizar los paralelos de sección adecuada a cables utilizados.
- Diodos de protección antiparalelo, dimensionados adecuadamente, montados sobre placa de refrigeración para evitar la formación de puntos calientes en cada una de las ramas en paralelo de las series de las que consta un grupo. La tensión inversa de los diodos será superior a la máxima tensión posible de circuito abierto del campo fotovoltaico.
- Posibles seccionadores para el terminal positivo y negativo cada 20 módulos conectados en serie de los respectivos subcampos. Los fusibles serán de tipo rápido.

La totalidad de estos elementos se instalará con métodos de fijación adecuados (raíles, etc.). La tensión de aislamiento exigible a la totalidad de los bornes y contactos en general será de 1000 V<sub>DC</sub>.

La estructura del generador cuenta con un sistema de puesta a tierra para garantizar el valor normalizado (según REBT) de resistencia de puesta a tierra. La sección mínima del conductor de puesta a tierra es de 16 mm<sup>2</sup>.

La configuración eléctrica del generador fotovoltaico es flotante, ninguno de los polos está conectado a la tierra de instalación.

Todas las partes metálicas están conectadas a la tierra de la instalación. La tierra de la instalación es una tierra independiente, según RD 1663, que no alterará las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación dispone de los elementos necesarios para desconexión manual y automática de forma independiente en ambos terminales de cada una de las ramas y el resto del generador.

Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra los efectos de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior sin acceso IP20. Por lo tanto, el cableado es de doble aislamiento y adecuado para este uso de acuerdo a la norma UNE 21123.

Todos los elementos estructurales son galvanizados en caliente o protegidos contra intemperie por método equivalente.

### 1.3.5. INVERSOR

El inversor va a ser el encargado de transformar la corriente continua del generador fotovoltaico en alterna. El modelo elegido es el Fronius Symo 20.0-3-M 20kW. En este caso van a ser necesarios dos inversores.



Figura 1. Inversor Fronius Symo 20.0-3-M 20 kW

Las características del inversor son las siguientes:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Tensión de entrada máx. (V)              | 1.000 |
| Certificado 2                            |       |
| Tensión MPP mín. (V)                     | 420   |
| Tipo de conector                         |       |
| Tensión MPP máx. (V)                     | 800   |
| Potencia de salida máx. del generador... | 20    |

|                                          |                 |
|------------------------------------------|-----------------|
| Potencia nominal de salida CA (kVA):     | 20              |
| Potencia máxima de salida CA (kVA):      | 20              |
| Eficiencia máx. (%)                      | 98              |
| Eficiencia europea (%)                   | 97,8            |
| Categoría de protección                  | IP66            |
| Longitud (mm)                            | 725             |
| Ancho (mm)                               | 510             |
| Alto (mm)                                | 225             |
| Peso (kg)                                | 43,4            |
| Interfaz 1                               | Ethernet        |
| Interfaz 2                               | -               |
| Núm. máximo de strings                   | 6               |
| Supervisión de red                       | ENS             |
| Núm. de seguidores MPP                   | 2               |
| Modelo                                   | transformerless |
| Pantalla                                 | with display    |
| Gestión de potencia reactiva             | Sí              |
| Fases de alimentación                    | 3               |
| Convertidor elevador                     | Sí              |
| Tensión de entrada variable              | Sí              |
| Potencia de salida CC máx., entrada 1... | 20              |
| Potencia de salida CC máx., entrada 2... | 20              |
| Corriente de entrada máx., entrada 1 (A) | 33              |
| Corriente de entrada máx., entrada 2 (A) |                 |

Los principios de funcionamiento son:

- Operación como fuente de corriente
- Autoconmutado
- Seguimiento del punto de máxima potencia
- No funcionan en modo isla

Los inversores cumplen con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando las siguientes protecciones:

- Cortocircuitos a la salida
- Tensión de red fuera de rango
- Frecuencia de red fuera de rango
- Sobretensiones inducidas (mediante varistores)
- Cualquier perturbación presente en la red eléctrica

### 1.3.6. PROTECCIONES Y SEGURIDAD

También es necesario equipar la instalaciones con protecciones que aseguren la instalación, equipos y a todo aquel que sea responsable de la instalación y mantenimiento. El Real Decreto 1663/2000 en su artículo 11 establece dichas protecciones para aquellas instalaciones fotovoltaicas con conexión a red. Entre éstas se encuentran:

- Interruptor automático diferencial: protección de personas en caso de derivación de algún elemento de la parte continua.
- Interruptor general manual: interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora para poder desconectar manualmente.
- Interruptor automático de interconexión: desconexión-conexión automática por pérdida de tensión o frecuencia de la red.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um).
- El rearme del sistema de conmutación y de conexión con la red de BT será automático una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.
- Podrá integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por este.

Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora

Además de las protecciones integradas en el inversor, es necesario equipar la instalación con protecciones adicionales que protejan tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento y mantenimiento. La implantación de protecciones deberemos llevarla a cabo atendiendo a la reglamentación vigente para éste tipo de instalaciones, artículo 11 del Real Decreto 1663/2000 y al Reglamento Electrotécnico de Baja tensión

También hay que tener en cuenta que al tener tanto corriente continua como alterna el REBT exige protección para ello.

CONTINUA:

- Cajas de doble aislamiento.
- Detector de fallo de aislamiento con parada del inversor.
- Red de tierra.
- Estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos y carcasas de los inversores conectados a tierra.
- Protección frente a sobrecargas: El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.
- Línea de cada grupo protegida mediante fusible.
- Línea desde la caja de conexión en campo de paneles hasta la caja de protección contra sobretensiones y sobreintensidades en la caseta del inversor protegida.

**ALTERNA:**

- Magnetotérmico en cada uno de los inversores.
- Magnetotérmico general en el armario de protección y control.
- Protección frente a cortocircuitos: En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte será acorde con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión.

### 1.3.7. SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el REBT en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros están diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el REBT y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

### 1.3.8. PROTECCIÓN E INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación contra rayos no es necesaria, como se desarrolla en el Anejo 5, y la puesta a tierra se construirá según las normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según las normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Además de todas estas medidas de protección se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias encaminadas a hacer de la instalación una instalación intrínsecamente segura contra el daño a las personas y a los equipos que la componen, se contará con las protecciones se incorporarán los inversores fotovoltaicos para conexión a red. Los fabricantes de estos equipos cumplirán con las normativas europeas vigentes.

La instalación cumple con el artículo 12 del RD 1663/2000 que dice:

“Artículo 12. Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro. ...”

El inversor incorpora las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Un y 0,85 Un respectivamente, donde Un es la tensión nominal entre fase y neutro de la línea de distribución).

### 1.3.9. CONEXIÓN A RED

La conexión a red de esta instalación cumple con lo dispuesto en el RD 1663/2000 en sus artículos 8 y 9. En concreto:

- El funcionamiento de la instalación fotovoltaica no provoca en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que, de acuerdo con la disposición adicional única del RD 1663/2000, resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de esta instalación no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, la instalación fotovoltaica no mantendrá tensión en la línea de distribución (protección de no operación en modo isla contenida en el inversor).
- Las condiciones de conexión a la red han sido fijadas en función de la potencia de la instalación fotovoltaica, con objeto de evitar efectos perjudiciales a los usuarios con cargas sensibles.
- Para establecer el punto de conexión a la red de distribución se han tenido en cuenta la capacidad de transporte de la línea, la potencia instalada en los centros de transformación y las distribuciones en diferentes fases de generadores en régimen especial provistos de inversores trifásicos.
- En el circuito de generación hasta el equipo de medida no existe ningún elemento intercalado de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o de consumo.

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica, la variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica a conectar a la red de distribución es superior a 5 kW, por lo que la conexión es trifásica. Dicha conexión se realiza mediante inversores trifásicos.

En la conexión de la instalación fotovoltaica, la variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no será superior al 5% y no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red, la superación de los límites indicados en el REBT.

El factor de potencia de la energía suministrada a la empresa distribuidora será lo más próximo posible a la unidad.

### 1.3.10. MEDIDAS Y FACTURACIÓN

La medida y facturación de esta instalación se realizará según lo dispuesto en el RD 1663/2000 en su artículo 10. En concreto:

- Los consumos eléctricos en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica se han situado en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de dicha instalación fotovoltaica y de sus equipos de medida. La medida de tales consumos se realizará con equipos propios e independientes, que servirán de



base para su facturación.

- La instalación dispone de un contador de salida. Entre el contador de salida y el interruptor general se ha instalado un contador de entrada. La energía eléctrica que el titular de la instalación facturará a la empresa distribuidora será la diferencia entre la energía eléctrica de salida menos la de entrada a la instalación fotovoltaica.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.

La colocación de los contadores y de los equipos de medida y las condiciones de seguridad están de acuerdo a la MIE BT 015. Los puestos de los contadores estarán señalizados de forma indeleble, de manera que la asignación al titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además estará indicado si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica. Los contadores estarán ajustados a la normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la clase 2, regulada por el RD 875/1985, de 28 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación de modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente (clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la demanda de la energía en corriente monofásica o polifásica de frecuencia 50 Hz.

- Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

Cuando el titular de la instalación se acoja al modo de facturación que tiene en cuenta el precio final horario medio del mercado de producción de energía eléctrica, definido en el apartado 1 del artículo 24 del RD 2818/1998, de 23 de diciembre, serán de aplicación el Reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica, y sus disposiciones de desarrollo.

#### 1.3.11. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La generación de armónicos y la compatibilidad electromagnética de esta instalación cumplen con lo dispuesto en el RD 1663/2000 en su artículo 13.

### 1.4. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

Una vez finalizado el proceso de instalación, hará entrega al usuario de un documento/albarán en el que especifican el listado de componentes, así como el manual de uso y mantenimiento de la instalación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales se han superado las pruebas de funcionamiento en fábrica.

Durante la ejecución de obra, todas las uniones o líneas eléctricas, conductos o elementos que vayan a quedar ocultos, serán expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de colocar las protecciones requeridas.

Se responsabilizará de la ejecución de las pruebas funcionales, del buen funcionamiento de la instalación y del estado de la misma en el momento de su entrega a la propiedad.

La prueba de funcionamiento y prestaciones se realizará por contraste de los valores de producción realmente medidos (obtenidos a través del sistema de contador de energía) durante quince días de funcionamiento de la instalación, con los valores de producción energética considerados en la memoria del diseño.

Las pruebas a realizar para la recepción del sistema fotovoltaico, además de lo indicado en el artículo 6 del RD 1663/2000, serán las siguientes:

- Puesta en operación de todos los sistemas y comprobación del correcto funcionamiento (inversores, contadores).
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento (y distintas potencias de operación).
- Comprobación de que los voltajes e intensidades de los diferentes circuitos se corresponden con los del diseño (generador, inversor y puesta a tierra).
- Prueba de funcionamiento correcto de los sistemas de seguridad (diodos, magnetotérmicos y diferenciales).
- Verificación del correcto funcionamiento del sistema de control, en el caso de existir.
- Comprobación de las prestaciones energéticas reales (medidas a través del equipo de medición o monitorización instalado) respecto a las prestaciones de diseño.
- Determinación de la potencia instalada de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I de las PCT del IDEA.

## **1.5. BALANCE MEDIOAMBIENTAL**

Desde el punto de vista económico, las instalaciones solares fotovoltaicas se están implantando sobre todo por consideraciones ecológicas. El balance desde este punto de vista es totalmente favorable, tanto en reducción de emisiones contaminantes, como en el balance energético.

Todos los kWh generados con un sistema fotovoltaico equivalen a un ahorro de energía generada con otras fuentes de energía, con toda probabilidad con mayor o menor grado de poder contaminante, lo que conlleva, por lo tanto, a una reducción de emisiones.

Una de las fuentes de contaminación más importantes son los gases de efecto invernadero, ya que inciden gravemente en el cambio climático de la Tierra. El gas más significativo entre éstos es el CO<sub>2</sub>, generado en toda combustión de materiales carbonados.

Para calcular el ahorro de CO<sub>2</sub> obtenido gracias a la generación eléctrica “limpia” de un sistema fotovoltaico, podemos utilizar la emisión media por unidad de electricidad generada en España que para el 2004 se cifra en 0,464 kg de CO<sub>2</sub> por kWh eléctrico generado.

Asimismo, existen otras emisiones nocivas como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) o de nitrógeno (NOx) sobre las que podemos asumir las siguientes equivalencias:

- 16,52 Tm SO<sub>2</sub> / GW·h
- 5,83 Tm NOx / GW·h

#### 1.5.1. ASPECTOS GENERALES

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, funcionamiento, durabilidad, salubridad, seguridad y mantenimiento.

Al final de la obra se limpiarán perfectamente todos los equipos (paneles, acumuladores, equipos electrónicos, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones se reconocerán visualmente y se limpiarán de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos o suciedades.

Se realizará la alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección, centrando los ejes de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Una vez instalados los equipos, sus placas de características de los equipos serán visibles, salvo situaciones especiales como en el caso de integración de los paneles fotovoltaicos en las edificaciones.

Todos los elementos metálicos que no están debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, se recubrirán con dos manos de pintura antioxidante.

#### 1.5.2. MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES Y PANELES FOTOVOLTAICOS

La sujeción de los paneles fotovoltaicos a la estructura resistirá las cargas del viento y la nieve, pero el sistema de fijación diseñado permitirá, si fuera necesario, el movimiento de las partes de forma que no se transmitan esfuerzos de dilatación.

La instalación permitirá el acceso a los paneles de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura o sustitución.

#### 1.5.3. MONTAJE DEL INVERSOR

Su ubicación será lo más próxima posible a los paneles.

#### 1.5.4. MONTAJE DEL CABLEADO

El montaje del cableado se realizará sin torsiones ni esfuerzos, disponiéndose mediante trazados horizontales y verticales, conduciéndose con la debida protección en los lugares que discurrirán por el exterior y evitando invertir las polaridades de los circuitos.

Siempre que haya tuberías que conduzcan agua, las canalizaciones eléctricas discurrirán por encima de las mismas. La distancia entre el cable eléctrico (o tubo protector) y la superficie exterior de las tuberías de agua, con su eventual aislamiento, no serán inferiores a las siguientes:

- 50 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Los equipos eléctricos no se instalarán debajo de tuberías de agua.

Los fusibles se instalarán en las líneas de polaridad positiva.

#### 1.5.5. MONTAJE DE LAS PROTECCIONES Y PUESTAS A TIERRA

Se comprobará el correcto dimensionado y cableado de todas las protecciones y seguridades precisas, así como sus actuaciones y conexiones.

Se aseguran la puesta a tierra de todas las masas, así como el tamaño e instalación de la pica correspondiente.

#### 1.5.6. MONTAJE DE CONTADORES DE ENERGÍA Y SISTEMAS DE TELECONTROL

Para la instalación de los contadores se siguen las instrucciones que dé el fabricante y se analizará la compatibilidad de conexión a las líneas y equipos existentes.

### 1.6. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 1.6.1. TENSIÓN NOMINAL

La red se explorará en régimen permanente, con corriente alterna trifásica de 50 Hz de frecuencia a la tensión nominal de 400 V / 230 V.

#### 1.6.2. CONDUCTORES

Los conductores serán de aluminio, homogéneos con aislamiento de polietileno reticulado en color negro, según norma UNE 21123.

Las secciones y designaciones de los conductores a instalar serán:

RV 3 x 240 mm<sup>2</sup> + 1 x 150 mm<sup>2</sup> Al.

### 1.6.3. EMPALMES, CONEXIONES Y DERIVACIONES

Los empalmes, conexiones y derivaciones se realizarán en puntos no sometidos a tracción mecánica y serán efectuados de acuerdo con la norma UNE 21021, especialmente en lo que se refiere a sus condiciones mecánicas y eléctricas. Se realizarán mediante conectores de cuña a presión dotados de las correspondientes cubiertas aislantes.

### 1.6.4. PROTECCIONES

Los conductores estarán protegidos contra cortocircuitos mediante fusibles de alto poder de ruptura, dispuesto a tal fin, en la caja general de protección a instalar origen de la línea que estamos analizando.

## 1.7. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

### 1.7.1. DESCRIPCIÓN

Se tendrá en cuenta en todo momento la instrucción ITC-BT-07.

El tendido subterráneo objeto de este apartado, irá desde la arqueta a pie de la nave hasta el CT de Iberdrola.

Se procurará que la longitud del cable sea lo más corta posible, mediante tramos rectos y evitando ángulos pronunciados, de fácil acceso.

### 1.7.2. SISTEMA DE INSTALACIÓN EN CANALIZACIONES

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de material sintético (PVC) de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro del tubo es de 160 mm y debe permitir la sustitución del cable o circuito averiado. En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito.

Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde estos se produzcan se dispondrán arquetas registrables o cerradas para facilitar la manipulación.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad indicada, tomando las medidas adecuadas en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

### 1.7.3. SEÑALIZACIONES

Para advertir la existencia del cable eléctrico, a unos 10 cm por encima de los conductores se colocará una cobertura de aviso y protección contra los golpes en pico, constituida por ladrillos, piezas cerámicas, placas de hormigón u otros materiales adecuados.

#### 1.7.4. CIERRE DE ZANJAS

La primera capa de tierra encima de los elementos de protección será de unos 20 cm de profundidad utilizándose tierra cernida, de manera que no contenga piedras ni cascotes.

El relleno de las zanjas se efectuará por compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 30 cm, debiéndose alcanzar una densidad de relleno mínima del 95% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno.

#### 1.7.5. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES

Los requisitos que para cruzamientos, proximidades y paralelismos debe cumplir el cable serán los especificados en el REBT (instrucción ITC-BT-21) y todos aquellos que, como consecuencia de disposiciones legales, impongan los organismos competentes afectados.

Proximidad y paralelismo a canalizaciones de agua, los conductores se mantendrán a una distancia mínima de 0,20 m.

#### 1.7.6. CARACTERÍSTICAS

Los conductores serán de  $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$  de Cu.  
RV – 0,6 / 1 kV.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

#### 1.7.7. ACCESORIOS

Los empalmes y terminaciones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Las terminaciones deberán ser así mismo adecuadas a las características ambientales. Se realizarán siguiendo la norma correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### 1.7.8. TIPOS DE ARQUETA

Se emplean las arquetas para cambiar de dirección, derivar en ellas, acortar distancias y cruzar las calles. No hay normas reglamentarias por la cual se rija su construcción, pero las compañías eléctricas normalmente editan las suyas de obligado cumplimiento, como en el caso de las zanjas. Las paredes son de ladrillos macizos o doble hueco y el fondo es el terreno natural.

Las tapas son de cemento sobre marco metálico, las que van en las aceras, y de fundición las situadas en la calzada. El fondo normalmente está 10 cm más bajo que la generatriz inferior del tubo más profundo y variará su tamaño dependiendo del número de tubos o conductores que contengan, con objeto de facilitar el trabajo posterior, tanto en derivaciones como de entubación de conductores a través de ellas.

#### 1.7.9. TAPAS DE REGISTRO

Para cubrir la boca de las arquetas se emplean dos tipos de tapas de registro, destinadas a ser colocadas en aceras o en calzada. Las situadas en aceras deben ser de una resistencia muy inferior y por tanto, están compuestas de un marco de angular, con una celosía de redondos, cubierto de cemento. Estas tapas son de unas dimensiones fijas para cada cía eléctrica con objeto de facilitar su fabricación.

#### 1.7.10. MARCOS DE ARQUETA

Se colocan en la parte superior de la arqueta para asentar en ella la tapa de cierre. Estos marcos son de perfil de angular de hierro y disponen de garras laterales con objeto de sujetarlas a las obras de fábrica.

#### 1.7.11. CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la instalación se realizará por personal especializado. Cualquier ampliación o mejora que se pretenda realizar será objeto de estudio especial por un técnico competente.

#### 1.7.12. PUESTA A TIERRA

Se efectuará una puesta a tierra del neutro a la red. Se elegirán con preferencia los puntos donde existan cajas de seccionamiento. Se conectará el neutro a tierra al final de la línea.

Así mismo se efectuará una toma de tierra de forma que la distancia entre esta y el punto final de la red sea igual o inferior a 200 m.

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una o varias picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y de 14,6 mm de diámetro. La línea de tierra que conecta el electrodo de puesta a tierra a los elementos que deben quedar puestos a tierra, será de cable de , con aislamiento 0,6 / kV y 16 mm<sup>2</sup> de sección.

### 1.8. RENTABILIDAD Y PRESUPUESTO

Para estudiar la rentabilidad de la instalación se ha calculado el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Se ha obtenido un resultado positivo de 64.360,24 €, por lo que sí va a ser rentable (Anejo 7).

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de: Doscientos cuarenta y un mil quinientos cincuenta y un euros con setenta y ocho céntimos (241.551,78 €).

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez



## ANEJO 1.- NORMATIVA SEGURIDAD

Este proyecto ha sido elaborado de acuerdo con la siguiente normativa aplicable a instalaciones de energía fotovoltaica:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto 127/2003 de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Normas técnicas particulares de la Compañía suministradora de energía IBERDROLA, S.A.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971.
- RD 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad de salud en las obras de construcción.
- Normas de la Delegación Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Castilla y León.
- RD 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre Liberalización Industrial.
- Reglamento 22/2004 de 29 de enero de Urbanismo de Castilla y León, B.C.L. del 2 de febrero de 2004.

Respecto a la normativa que afecta sobre protección ambiental se debe mencionar la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación de Impacto Ambiental y la Ley 8/2014, de 14 de octubre, por la que se modifica la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.

Siguiendo la primera ley indicada en el párrafo anterior, nuestra instalación no deberá someterse a evaluación ambiental ordinaria, dado que esta solo sería exigible si fuese *“j) Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie”* según se establece en Anexo I al que nos remite en el Artículo 7 apartado 1.

Tampoco deberá someterse a la evaluación ambiental simplificada dado que esta solo sería exigible si fuese *“j) Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie”* según se establece en el Anexo I al que nos remite en el Artículo 7 apartado 2.

Tampoco es afectada por las consideraciones especiales para espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad ya que no se encuentra dentro de ninguno de ellos.

En el caso de la segunda, se nos indica en su artículo 45.2:

*“Se someterán a evaluación de impacto ambiental simplificada, además de los proyectos, públicos y privados, consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad para los que así se establezca en la legislación básica estatal en materia de evaluación de impacto ambiental de proyectos, los comprendidos en el Anexo III de esta Ley.”*

En cuyo anexo indica que serán objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada la : *“b) Plantas de captación de energía solar con potencia nominal igual o superior a 10 MW.”* Muy por encima de la potencia de nuestro generador fotovoltaico por lo que nuestro caso se encuentra fuera de esta obligación

Sin embargo se encontrará obligada a realizar comunicación ambiental ya que en su Artículo 58.1 nos remite a una serie de actividades descritas en el Anexo V, donde encontramos:

*n) Instalaciones de generación energética, calefacción y agua caliente en cualquier tipo de edificación existente a partir de energía eólica, solar u otras fuentes renovables siempre que no impliquen la combustión de sustancias.*

La comunicación ambiental se presentará una vez que hayan finalizado las obras, que deberán estar amparadas por el permiso urbanístico que, en su caso, proceda y, cuando la actividad o instalación, deba someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria, tras haberse dictado la correspondiente declaración de impacto ambiental favorable y, en todo caso, con anterioridad al inicio de la actividad.

## ANEJO 2.- ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LAS PLACAS

Para determinar cual sería la mejor disposición de las placas sobre la cubierta se han estudiado dos opciones distintas. Estas opciones se consideran que por la orientación de la nave serían las más aconsejadas para obtener un máximo rendimiento de la instalación.

OPCIÓN A: 170 módulos repartidos sobre las dos aguas de la cubierta. Según vemos en la figura 2 observamos que la energía producida al año es de 49,86 MWh (PVSYST)

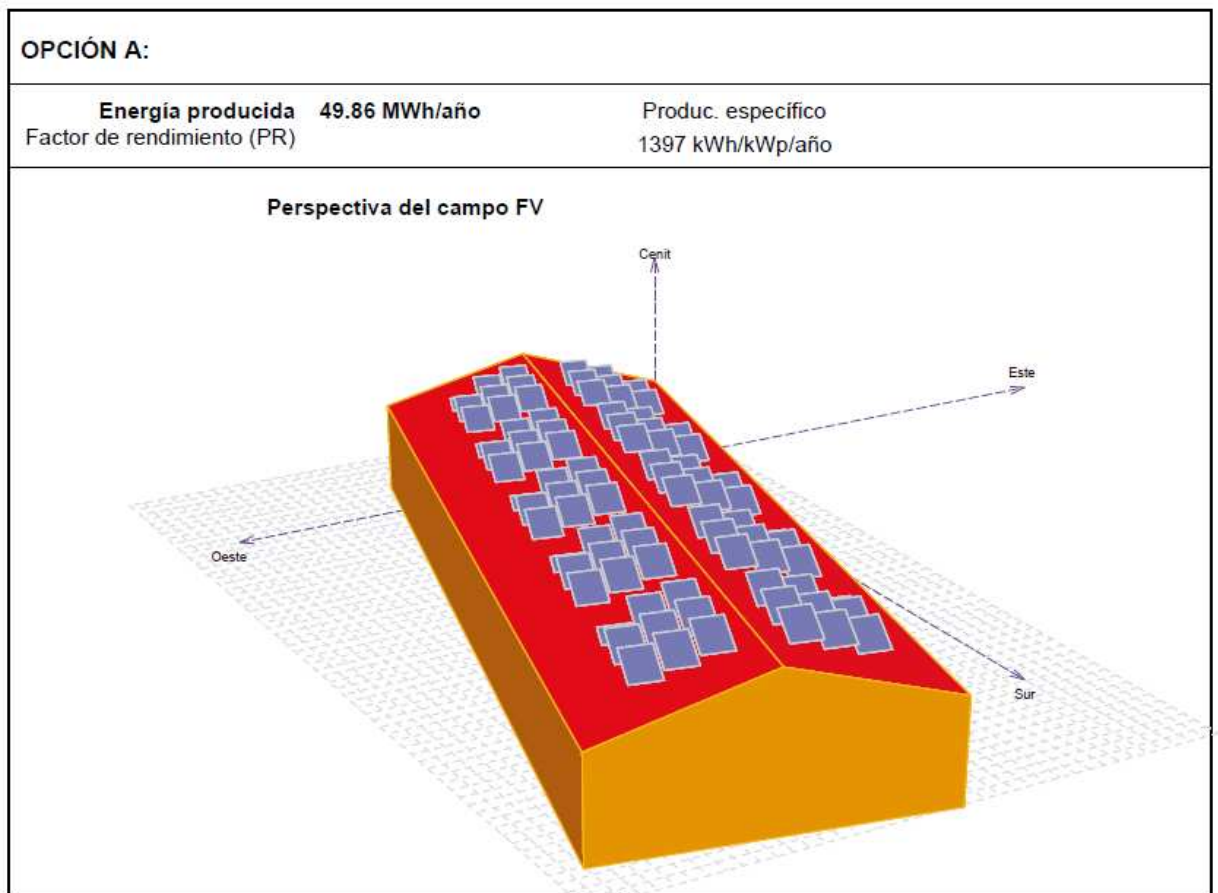


Figura 2

OPCIÓN B: 168 módulos repartidos en el ala este de la cubierta. La energía producida en este caso es de 43,42 MWh.

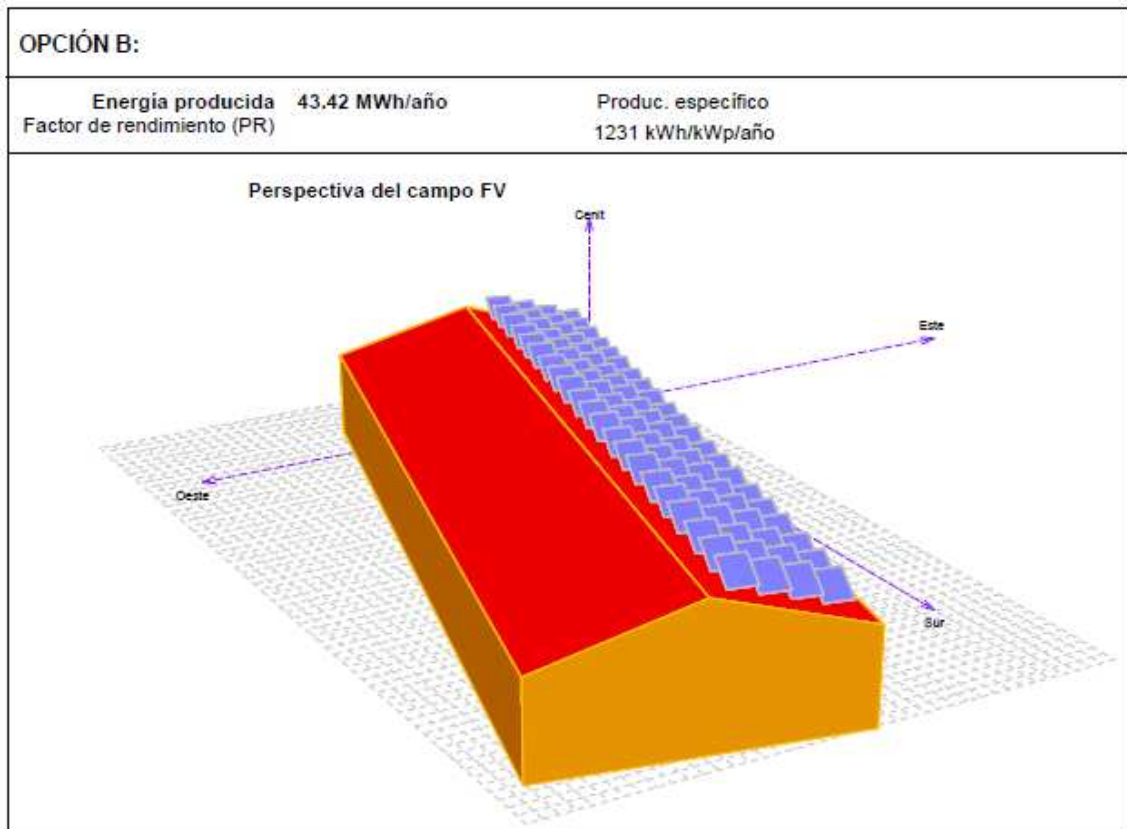


Figura 3

Tras el análisis de horas de aprovechamiento y pérdidas por sombras y tal y como se puede comprobar en los datos obtenidos, se ve claramente que la mejor disposición de las placas en cubierta será la OPCION A

## **ANEJO 3.- POTENCIA INSTALADA**

### **POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELECTRICA**

Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

A continuación se indican los resultados de cálculos obtenidos mediante el programa informático de simulación fotovoltaica PVSYS siguiendo los datos de esta instalación.

Sistema Conectado a la Red

|                              |                                             |                          |             |               |
|------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|-------------|---------------|
| <b>Proyecto :</b>            | <b>Proyecto Conectado a la Red at Soria</b> |                          |             |               |
| <b>Lugar geográfico</b>      | <b>Blacos (Soria)</b>                       |                          | <b>País</b> | <b>España</b> |
| <b>Ubicación</b>             | Latitud                                     | 41.7°N                   | Longitud    | 2.9°W         |
| Hora definido como           | Hora Legal                                  | Huso hor. UT+1           | Altitud     | 1001 m        |
|                              | Albedo                                      | 0.20                     |             |               |
| <b>Datos climatológicos:</b> | <b>Blacos (Soria)</b>                       | Síntesis - Meteonorm 6.1 |             |               |

---

**Variante de simulación : Simulación**

---

**Parámetros de la simulación**

|                                   |                                  |                         |        |                 |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------|-----------------|
| <b>Orientación Plano Receptor</b> | Inclinación                      | 30°                     | Acimut | 13°             |
| <b>Modelos empleados</b>          | Transposición                    |                         | Difuso | Erbs, Meteonorm |
| <b>Perfil obstáculos</b>          | Sin perfil de obstáculos         |                         |        |                 |
| <b>Sombras cercanas</b>           | Detailed electrical calculations | (acc. to module layout) |        |                 |

**Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)**

|                                             |                             |                  |                    |                  |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| <b>Módulo FV</b>                            | Si-poly                     | Modelo           | <b>STK-210P6-A</b> |                  |
|                                             |                             | Fabricante       | Ibersolar          |                  |
| <b>Sub-generador "Sub-generador #1"</b>     | En serie                    | 17 módulos       | En paralelo        | 5 cadenas        |
| Nº total de módulos FV                      | Nº módulos                  | 85               | Pnom unitaria      | 210 Wp           |
| Potencia global generador                   | Nominal (STC)               | <b>17.85 kWp</b> | En cond. funciona. | 16.18 kWp (50°C) |
| Caract. funcionamiento del generador (50°C) | V mpp                       | 437 V            | I mpp              | 37 A             |
| <b>Sub-generador "Sub-generador #2"</b>     | En serie                    | 17 módulos       | En paralelo        | 5 cadenas        |
| Nº total de módulos FV                      | Nº módulos                  | 85               | Pnom unitaria      | 210 Wp           |
| Potencia global generador                   | Nominal (STC)               | <b>17.85 kWp</b> | En cond. funciona. | 16.18 kWp (50°C) |
| Caract. funcionamiento del generador (50°C) | V mpp                       | 437 V            | I mpp              | 37 A             |
| <b>Total</b>                                | Potencia global generadores | Nominal (STC)    | <b>36 kWp</b>      | Total            |
|                                             | Superficie módulos          |                  | <b>282 m²</b>      | 170 módulos      |

**Inversor**

|                                         |                   |                      |                |           |
|-----------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------|-----------|
|                                         | Modelo            | <b>AE 3TL 20-SCI</b> |                |           |
|                                         | Fabricante        | Ibersolar            |                |           |
|                                         | Tensión Funciona. | 250-800 V            | Pnom unitaria  | 20.0 kWac |
| <b>Sub-generador "Sub-generador #1"</b> | Nº de inversores  | 1 unidades           | Potencia total | 20 kWac   |
| <b>Sub-generador "Sub-generador #2"</b> | Nº de inversores  | 1 unidades           | Potencia total | 20 kWac   |
| <b>Total</b>                            | Nº de inversores  | 2                    | Potencia total | 40 kWac   |

**Factores de pérdida Generador FV**

|                                              |             |                      |                      |                 |
|----------------------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| Pérdidas por polvo y suciedad del generador  |             | Fracción de Pérdidas | 3.0 %                |                 |
| Factor de pérdidas térmicas                  | Uc (const)  | 29.0 W/m²K           | Uv (viento)          | 0.0 W/m²K / m/s |
| Pérdida Óhmica en el Cableado                | Generador#1 | 198 mOhm             | Fracción de Pérdidas | 1.5 % en STC    |
|                                              | Generador#2 | 198 mOhm             | Fracción de Pérdidas | 1.5 % en STC    |
|                                              | Global      |                      | Fracción de Pérdidas | 1.5 % en STC    |
| LID - "Light Induced Degradation"            |             |                      | Fracción de Pérdidas | 2.0 %           |
| Pérdida Calidad Módulo                       |             |                      | Fracción de Pérdidas | 3.0 %           |
| Pérdidas Mismatch Módulos                    |             |                      | Fracción de Pérdidas | 1.0 % en MPP    |
| Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE | IAM =       | 1 - bo (1/cos i - 1) | Parám. bo            | 0.05            |

**Factores de pérdida del sistema**

|  |        |              |                      |              |
|--|--------|--------------|----------------------|--------------|
|  | Cables | 5 m 3x16 mm² | Fracción de Pérdidas | 0.1 % en STC |
|--|--------|--------------|----------------------|--------------|

**Necesidades de los usuarios :** Carga ilimitada (red)

Figura 4

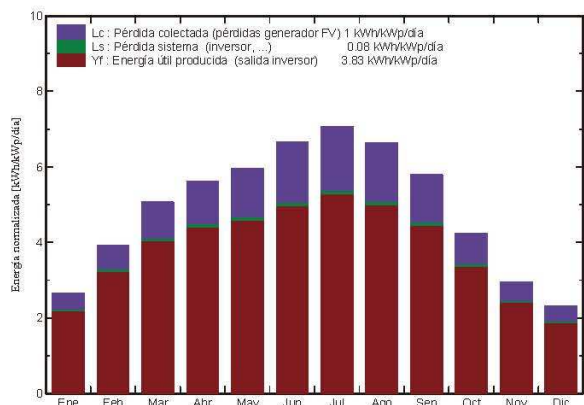
## Resultados principales

|                                           |                                  |                           |            |                   |
|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------|-------------------|
| <b>Parámetros principales del sistema</b> | Tipo de sistema                  | <b>Conectado a la red</b> |            |                   |
| <b>Sombras cercanas</b>                   | Detailed electrical calculations | (acc. to module layout)   |            |                   |
| Orientación Campos FV                     | inclinación                      | 30°                       | acimut     | 13°               |
| Módulos FV                                | Modelo                           | STK-210P6-A               | Pnom       | 210 Wp            |
| Generador FV                              | N° de módulos                    | 170                       | Pnom total | <b>35.7 kWp</b>   |
| Inversor                                  | Modelo                           | AE 3TL 20-SCI             | Pnom       | 20.00 kW ac       |
| Banco de inversores                       | N° de unidades                   | 2.0                       | Pnom total | <b>40.0 kW ac</b> |
| Necesidades de los usuarios               | Carga ilimitada (red)            |                           |            |                   |

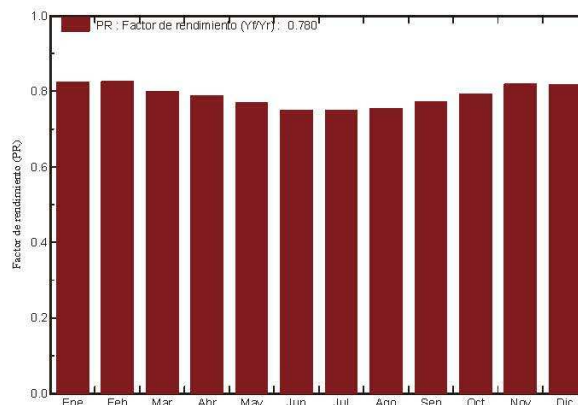
## Resultados principales de la simulación

|                        |                            |                      |                    |
|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|
| Producción del Sistema | <b>Energía producida</b>   | <b>49.86 MWh/año</b> | Produc. específico |
|                        | Factor de rendimiento (PR) | 78.0 %               | 1397 kWh/kWp/año   |

### Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 35.7 kWp



### Factor de rendimiento (PR)



## Simulación

### Balances y resultados principales

|                   | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|-------------------|---------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
|                   | kWh/m²  | °C    | kWh/m²  | kWh/m²  | MWh    | MWh    | %       | %       |
| <b>Enero</b>      | 51.6    | 3.98  | 82.2    | 72.6    | 2.469  | 2.419  | 10.66   | 10.44   |
| <b>Febrero</b>    | 75.0    | 5.28  | 110.0   | 98.5    | 3.306  | 3.242  | 10.66   | 10.46   |
| <b>Marzo</b>      | 125.8   | 8.98  | 156.9   | 138.9   | 4.564  | 4.479  | 10.32   | 10.13   |
| <b>Abril</b>      | 153.8   | 10.28 | 168.3   | 147.6   | 4.831  | 4.737  | 10.18   | 9.99    |
| <b>Mayo</b>       | 186.7   | 14.28 | 184.8   | 162.2   | 5.178  | 5.075  | 9.94    | 9.75    |
| <b>Junio</b>      | 209.9   | 19.97 | 199.4   | 175.8   | 5.442  | 5.332  | 9.68    | 9.49    |
| <b>Julio</b>      | 224.6   | 21.84 | 218.8   | 193.4   | 5.975  | 5.857  | 9.69    | 9.50    |
| <b>Agosto</b>     | 193.8   | 21.59 | 205.7   | 182.9   | 5.647  | 5.538  | 9.74    | 9.55    |
| <b>Septiembre</b> | 144.2   | 17.41 | 173.6   | 155.2   | 4.873  | 4.780  | 9.96    | 9.77    |
| <b>Octubre</b>    | 97.9    | 12.59 | 131.6   | 116.9   | 3.794  | 3.722  | 10.23   | 10.04   |
| <b>Noviembre</b>  | 57.1    | 6.58  | 88.6    | 78.4    | 2.641  | 2.587  | 10.58   | 10.36   |
| <b>Diciembre</b>  | 44.2    | 4.27  | 71.6    | 63.2    | 2.137  | 2.090  | 10.58   | 10.35   |
| <b>Año</b>        | 1564.6  | 12.30 | 1791.3  | 1585.7  | 50.859 | 49.857 | 10.07   | 9.87    |

|           |         |                                              |         |                                             |
|-----------|---------|----------------------------------------------|---------|---------------------------------------------|
| Leyendas: | GlobHor | Irradiación global horizontal                | EArray  | Energía efectiva en la salida del generador |
|           | T Amb   | Temperatura Ambiente                         | E_Grid  | Energía reinyectada en la red               |
|           | GlobInc | Global incidente plano receptor              | EffArrR | Eficiencia Esal campo/superficie bruta      |
|           | GlobEff | Global efectivo, corr. para IAM y sombreados | EffSysR | Eficiencia Esal sistema/superficie bruta    |

Figura 5

## ANEJO 4.- PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR Y POR SOMBRAS

### Pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima.

El objeto de este apartado del anejo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 6). Su valor es  $0^\circ$  para módulos horizontales y  $90^\circ$  para verticales.

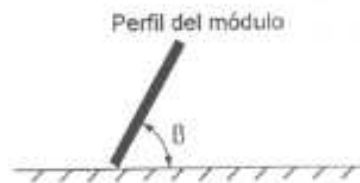


Figura 6

- Ángulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 7). Los valores típicos son  $0^\circ$  para módulos orientados al sur,  $-90^\circ$  para módulos orientado al este y  $+90^\circ$  para módulos orientados al oeste.

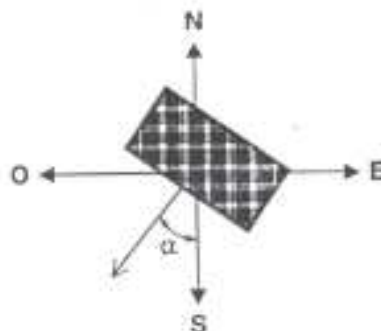


Figura 7



## Pérdidas de radiación solar por sombras

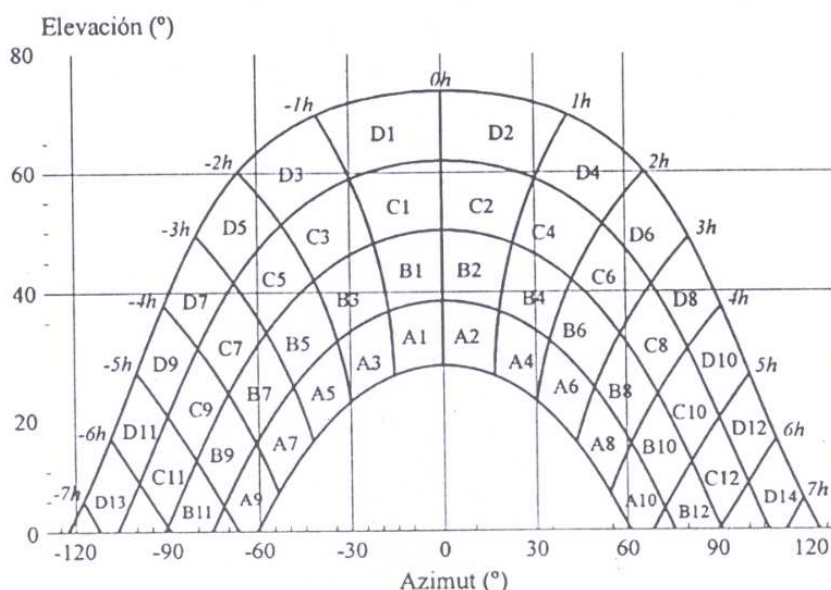


Figura 8: Diagramas de trayectorias de Sol

Cada una de las porciones de la figura 4 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo.

A continuación se indican los resultados de cálculos obtenidos en relación a las pérdidas de producción debidas a distintos factores, mediante el programa informático de simulación fotovoltaica PVSYST siguiendo los criterios anteriormente indicados. Se ha tenido en cuenta que no se considerarán pérdidas por sombras de otros edificios u objetos cercanos ya que la nave en que se coloca el generador fotovoltaico se encuentra aislado

En instalaciones que se utilicen todo el año, como es en este proyecto, el día más desfavorable corresponde al 21 de diciembre. En ese día la altura solar es mínima y al mediodía solar tiene el valor siguiente:

$$H = (90^\circ - \text{latitud del lugar}) - 23,5^\circ$$

Latitud del lugar:  $41,69^\circ$

Altura solar al mediodía del mes más desfavorable (invierno):

$$H = (90^\circ - 41,69^\circ) - 23,5^\circ = 24,81^\circ$$

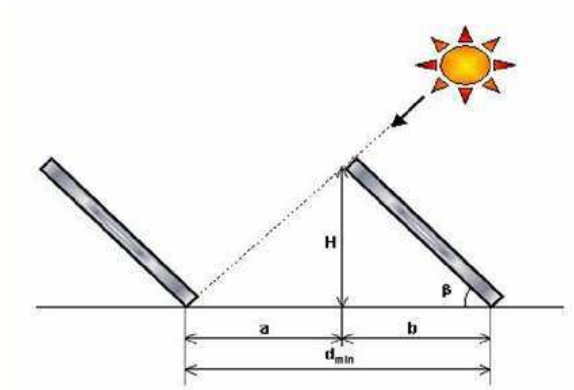


Figura 9. Distancia mínima entre paneles

$$d_{min} = l \cdot \left( \cos \beta + \frac{\text{sen } \beta}{\text{tg} H} \right)$$

$d_{min}$  es la distancia entre módulos para evitar sombras expresada en metros.  
 $l$  es la longitud del módulo (incluido el marco y el soporte correspondiente).  
 $H$  altura solar en el mediodía del mes más desfavorable.  
 $\beta$  es el grado de inclinación de los módulos respecto a la horizontal

Longitud de la placa solar es de 1,66 metros

Inclinación óptima de los paneles  $\beta = 30^\circ$

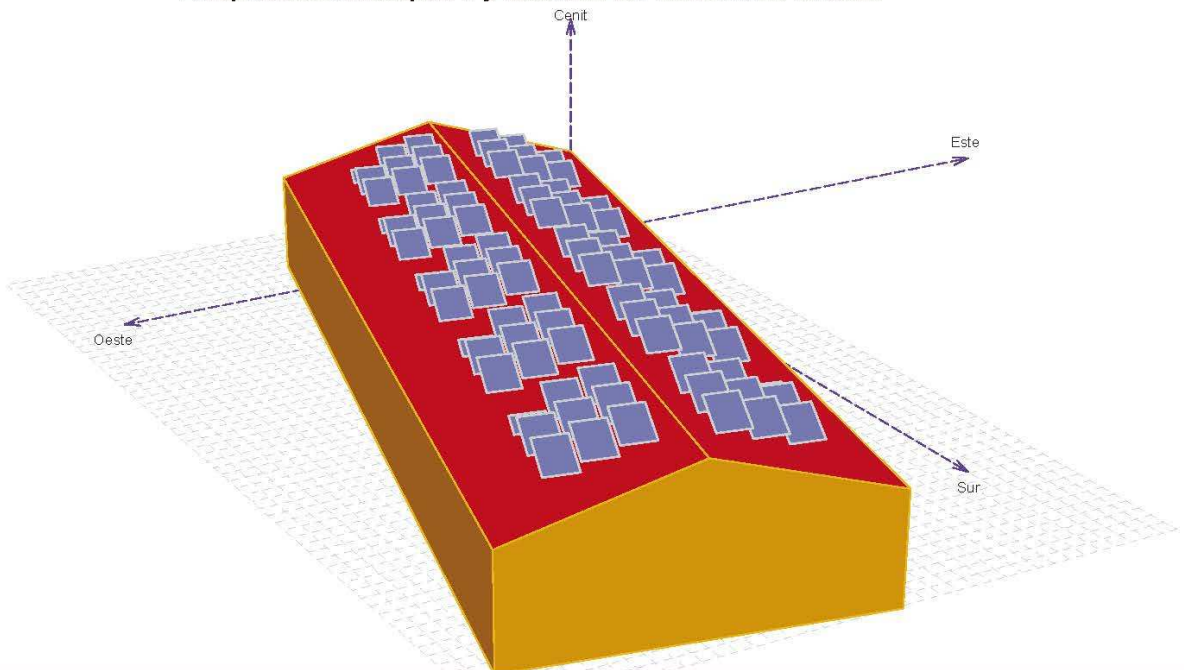
Por lo que la separación entre líneas de módulos será:

$$D_{min} = 1.66 \times \left( \cos 30^\circ + \frac{\text{sen } 30^\circ}{\text{tg } 24,81} \right) = 3,23 \text{ metros}$$

### Definición del sombreado cercano

| Parámetros principales del sistema | Tipo de sistema                  | Conectado a la red      |            |                   |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------|-------------------|
| <b>Sombras cercanas</b>            | Detailed electrical calculations | (acc. to module layout) |            |                   |
| Orientación Campos FV              | inclinación                      | 30°                     | acimut     | 13°               |
| Módulos FV                         | Modelo                           | STK-210P6-A             | Pnom       | 210 Wp            |
| Generador FV                       | Nº de módulos                    | 170                     | Pnom total | <b>35.7 kWp</b>   |
| Inversor                           | Modelo                           | AE 3TL 20-SCI           | Pnom       | 20.00 kW ac       |
| Banco de inversores                | Nº de unidades                   | 2.0                     | Pnom total | <b>40.0 kW ac</b> |
| Necesidades de los usuarios        | Carga ilimitada (red)            |                         |            |                   |

### Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



### Diagrama de Iso-sombrados

Proyecto Conectado a la Red at Soria

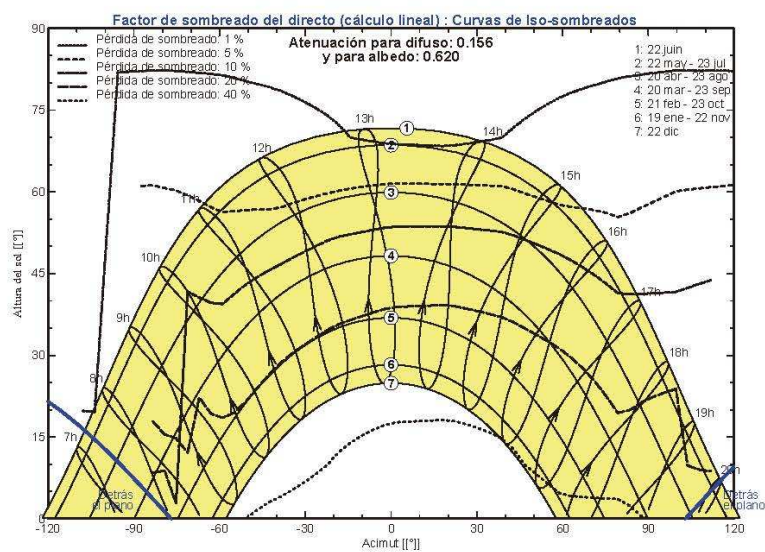


Figura 10

## ANEJO 5.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS

Para conocer si la instalación necesita disponer de pararrayos se sigue el siguiente procedimiento (CTE SU8 RAYOS)

PROCEDIMIENTO:

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98.

A continuación vamos a determinar la frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ :

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ (nº impactos / año)}$$

1.1- A continuación indicamos la frecuencia esperada de impactos,  $N_g$  (Impactos/año,  $\text{km}^2$ ):

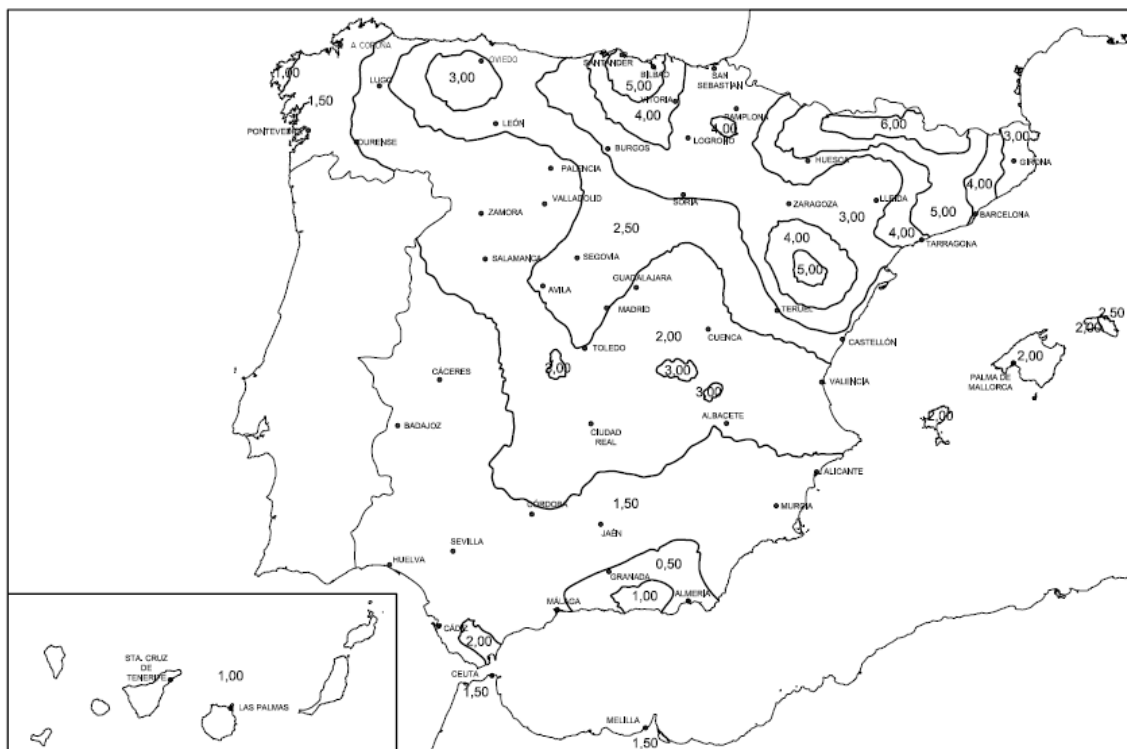


Figura 11: Mapa de densidad de impactos sobre el terreno  $N_g$

Buscamos en el mapa el valor, para nuestro caso, Blacos,  $N_g = 2,50$  impactos/año,  $\text{km}^2$

1.2.- Calculamos la superficie de captura aparente,  $A_e$

$A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $m^2$ , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia “ $3h$ ” de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo “ $h$ ” la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

Tipo de edificio A: Edificio rectangular

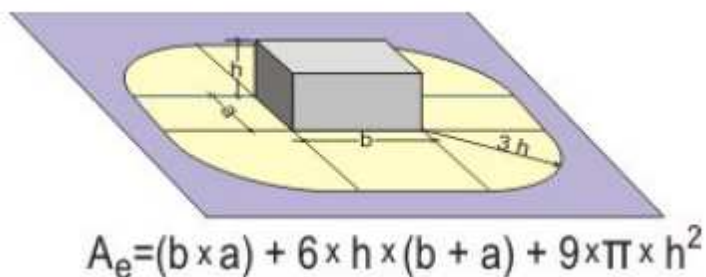


Figura 12

$h$ : 6,5m ;  $b$ : 50 m ;  $a$ : 18,6 m

Sustituyendo los valores en la fórmula obtenemos un valor  $A_e$ : 4799,38

1.3.- Coeficiente relacionado con el entorno,  $C_1$

| Situación del edificio                                             | $C_1$ |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos | 0,5   |
| Rodeado de estructuras más bajas                                   | 0,75  |
| Aislado                                                            | 1     |
| Aislado sobre una colina o promontorio                             | 2     |

Obtenemos que  $C_1 = 0,75$

1.4.- Calculamos el riesgo admisible,  $N_a$

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} \times 10^{-3}$$

$C_2$  coeficiente en función del tipo de construcción

|                        | Cubierta metálica | Cubierta de hormigón | Cubierta de madera |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Estructura metálica    | 0,5               | 1                    | 2                  |
| Estructura de hormigón | 1                 | 1                    | 2,5                |
| Estructura de madera   | 2                 | 2,5                  | 3                  |

$C_2 = 1$

C<sub>3</sub> coeficiente en función del contenido del edificio

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Edificio con contenido inflamable | 3 |
| Otros contenidos                  | 1 |

C<sub>3</sub> = 1

C<sub>4</sub> coeficiente en función del uso del edificio

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Edificios no ocupados normalmente                        | 0,5 |
| Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente | 3   |
| Resto de edificios                                       | 1   |

C<sub>4</sub> = 0,5

C<sub>5</sub> coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio

|                                                                                                                                                |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave | 5 |
| Resto de edificios                                                                                                                             | 1 |

C<sub>5</sub> = 1

Calculamos la frecuencia esperada de rayos sobre la nave:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} = 2,50 \times 4799,38 \times 0,75 \times 10^{-6}$$

**N<sub>e</sub> = 0,009 impactos / año**

A continuación vamos a determinar el riesgo admisible N<sub>a</sub>:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} \times 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \times 1 \times 0,5 \times 1}$$

**N<sub>a</sub> = 0,011**

N<sub>e</sub> < N<sub>a</sub> → Protección no necesaria

## ANEJO 6: CALCULOS DE ELECTRICIDAD

### CONDICIONES DE SUMINISTRO

Tensión de alimentación: 400/230 V

Sistema: III + neutro

Frecuencia: 50 Hz

Compañía suministradora: Iberdrola, S.A.

Los cálculos de este anejo son todos fundamentalmente de carácter eléctrico referidos a los conductores a emplear en las distintas líneas.

### CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos:

- Los conductores de la parte de continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %. En este proyecto se tendrá un criterio más restrictivo para maximizar la rentabilidad de la planta por lo que la caída de tensión no será mayor de 0,5%.
- Los conductores de la parte de alterna, según normativa, deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 2 %.

(En ambos casos se tomarán como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones).

- Se incluirá toda la longitud de cable de continua y de alterna, debiendo 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.

### **Cálculo de cableado DC**

Con los emplazamientos adecuados y con la configuración serie-paralelo de las placas se puede calcular las diferentes longitudes de cable corriente continua y calcular las secciones de los mismos atendiendo a dos criterios:

- Criterio de caída de tensión: El RBT establece que la caída de tensión a lo largo de una longitud de cable ha de ser menor del 1,5% respecto de la tensión nominal (2% en la parte de alterna). Dicha caída de tensión, en continua y monofásica se calcula así:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \rho \Delta U}{S}$$

Donde:

I es la intensidad que circula por el cable cuando los paneles funcionan en el punto de máxima potencia.

L es la longitud del cable.

$\rho = 0,01725 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  es la resistividad del cable. S es la sección del cable en  $\text{mm}^2$ .

- Criterio de intensidad máxima: Para comprobar que los cables soportarán el calor evacuado en el conductor se toma la corriente de cortocircuito de los paneles (la máxima que pueden dar en condiciones normales) y se le aplica un coeficiente de seguridad del 25%.

$$I_{\text{diseño}} = 1,25 \cdot I_{cc}$$

En cuanto a la corriente admisible por los conductores, se siguen las indicaciones del RBT. En función de la sección y tipo de cable escogido y aplicando una serie de coeficientes se halla una  $I_{\text{máx}}$ .

Por último, se comprueba que  $I_{\text{diseño}} < I_{\text{máx}}$

### **Cálculo de cableado AC**

Con los emplazamientos adecuados de los armarios eléctricos y sabiendo los de cuadro contadores y armario de seccionamiento se puede calcular las diferentes longitudes de cable de alterna y calcular las secciones de los mismos atendiendo también a los dos criterios anteriores:



- Criterio de caída de tensión: El RBT establece que la caída de tensión a lo largo de una longitud de cable ha de ser menor del 2% respecto de la tensión nominal. Dicha caída de tensión en alterna se calcula así:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \rho}{S}$$

Donde:

I es la intensidad que circula por el cable cuando los paneles funcionan en el punto de máxima potencia.

L es la longitud del cable.

$\rho = 0,01725 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  es la resistividad del cable. S es la sección del cable en  $\text{mm}^2$ .

- Criterio de intensidad máxima: Para comprobar que los cables soportarán el calor evacuado en el conductor se toma la corriente de cortocircuito de los paneles (la máxima que pueden dar en condiciones normales) y se le aplica un coeficiente de seguridad del 25%.

$$I_{\text{diseño}} = 1,25 \cdot I_{\text{cc}}$$

En cuanto a la corriente admisible por los conductores, se siguen las indicaciones del RBT. En función de la sección y tipo de cable escogido y aplicando una serie de coeficientes se halla una  $I_{\text{máx}}$ .

Por último, se comprueba que  $I_{\text{diseño}} < I_{\text{máx}}$

Se ha tenido en cuenta, según fabricante, un  $\cos(\phi)$  mayor de 0,9 para el cálculo de la intensidad de salida en alterna de los inversores.

Para el cálculo de la sección de la acometida se ha tenido en cuenta que la potencia es el sumatorio de 165 KW (contrato consumo) y 80 KW (contrato venta).

Se procede a calcular todas las secciones en alterna:

Los cálculos se centran en el cálculo de caída de tensión y de intensidad nominal (para determinar la admisible, sin calentamientos).

Para la potencia se emplean las expresiones:

Sistema trifásico:  $W = \sqrt{3} \times 400 \times I \times \cos\phi$   
 ( $\cos\phi = 0,9$  para acometidas)

La expresión empleada para el cálculo de la caída de tensión en líneas trifásicas es:

$$e \text{ (voltios)} = \frac{W \times L}{E \times C \times S}$$

donde:

e : Tensión de línea en voltios

W: Potencia del receptor en vatios

L: Longitud de la línea en metros

C: Conductividad del material empleado; Cobre = 56 y Aluminio = 35

S: Sección del conductor en  $\text{mm}^2$

Teniendo en cuenta las caídas de tensión máximas permitidas:

Resistencia del conductor a 50°C

Tensión de suministro: 400/230 V

$\cos\phi = 0,8$

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las secciones de los conductores son:

Para corriente alterna trifásica:

$$u = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_L \times \cos \Phi}{C \times u}$$

s es la sección del conductor en  $\text{mm}^2$

L es la longitud de la línea en m

I es la intensidad eficaz en A

$\cos\phi$  es el factor de potencia

u es la caída de tensión en la línea en V

c es la conductividad del conductor, para el cobre  $c = 56 \text{ m}\Omega \times \text{mm}^2$

Usando la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E \times \cos \Phi}$$

Y la sección teórica por caída de tensión será:

$$S_T = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \Phi}{C \times v}$$

**Corriente continua**

| INVERSOR | Longitud<br>(m) | Impp | Densidad<br>(oh*mm <sup>2</sup> /m) | Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | AV<br>(V) | AV %<br>(x<1,5%) |          | I<br>sc<br>(A) | I máx<br>(A) |          |
|----------|-----------------|------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------|----------|----------------|--------------|----------|
| 1        | 25              | 7,84 | 0,01725                             | 6                             | 1,09      | 0,17%            | Correcto | 8,3            | 34           | correcto |
| 2        | 25              | 7,84 | 0,01725                             | 6                             | 1,09      | 0,17%            | Correcto | 8,3            | 34           | correcto |

**Corriente alterna**

| TRAMO AC                               | Longitud<br>(m) | Potencia | Impp<br>(A) | Densidad<br>(oh*mm <sup>2</sup> /m) | Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | AV<br>(V) | AV %<br>(x<1,5%) |          | I sc<br>(A) | I máx<br>(A) |          |
|----------------------------------------|-----------------|----------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------|----------|-------------|--------------|----------|
| Inversor-<br>seleccionador<br>cabecera | 1               | 19,2     | 29          | 0,01725                             | 6                             | 0,17      | 0,04%            | Correcto | 29          | 40           | correcto |
| Derivación<br>individual               | 11              | 76,8     | 123,55      | 0,01725                             | 120                           | 0,04      | 0,01%            | Correcto | 123,5       | 170          | correcto |

| INVERSOR | Longitud<br>(m) | Impp | Densidad<br>(oh*mm <sup>2</sup> /m) | Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | AV<br>(V) | AV %<br>(x<1,5%) |          | I<br>sc<br>(A) | I máx<br>(A) |          |
|----------|-----------------|------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------|----------|----------------|--------------|----------|
| 1        | 25              | 7,84 | 0,01725                             | 6                             | 1,09      | 0,17%            | Correcto | 8,3            | 34           | correcto |
| 2        | 25              | 7,84 | 0,01725                             | 6                             | 1,09      | 0,17%            | Correcto | 8,3            | 34           | correcto |

**Cálculo de la puesta a tierra.**

La instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Para el cálculo de la puesta a tierra se tendrá en cuenta que el terreno es de buena consistencia para la conductividad eléctrica y se asignará una resistividad del terreno de 150 ohmios x m.

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituirá con los siguientes elementos:

|                            |                    |                |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| M. conductor de Cu desnudo | 35 mm <sup>2</sup> | 35 m.          |
| Picas verticales de Cobre  | 14 mm              | 4 picas de 2m. |

Con lo que se obtiene una Resistencia de tierra de 5.88 ohmios.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

Potencia prevista en la planta: 35,7 kW

Consideramos una caída de tensión de un 3%

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E \times \cos \Phi}$$

$$I = \frac{35700}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} \rightarrow I = 64,41 \text{ A}$$

Y la sección teórica por caída de tensión para una longitud de 75 m. será:

$$S_T = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \Phi}{C \times v}$$

$$S_T = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \Phi}{C \times v} = \frac{\sqrt{3} \times 75 \times 64,41 \times 0,8}{35 \times 12} \rightarrow S_T = 15,9 \text{ mm}^2$$

Adaptamos la siguiente sección a las recomendaciones de Iberdrola y que será de 240 mm<sup>2</sup> en cobre.

La caída de tensión es:

$$e \text{ (voltios)} = \frac{W \times L}{E \times C \times S}$$

$$\text{(voltios)} = \frac{35700 \times 75}{400 \times 35 \times 240} \rightarrow e = 0,79 \text{ V} \rightarrow 0,20 \%$$

*Caída de tensión inferior a la máxima autorizada*

### **Cálculo de la producción anual esperada.**

Para calcular la producción anual media de la instalación, es necesario primero determinar cual será la radiación solar incidente sobre las placas fotovoltaicas y calcular la cantidad de energía que la superficie expuesta a los rayos solares puede absorber, esto dependerá del ángulo formado por los rayos solares y la superficie. Por norma general las medidas de radiación que se toman para una determinada zona se hacen en condiciones de orientación Sur y posición horizontal.

También se ha de calcular las pérdidas globales de la instalación "PR" (Performance Ratio) que vienen generadas por los cableados CC y AC, desconexiones intempestivas, rendimiento de los módulos, rendimiento de los inversores, etc.

Una vez calculados estos datos se puede finalmente calcular la producción anual esperada utilizando la ecuación propuesta por el I.D.A.E. en su Pliego de Condiciones Técnicas.

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{cem}} \text{ (Kwh / día)}$$

Donde:

- Ep: energía inyectada a la red (kWh/día)
- G<sub>dm</sub> (α,β) : Valor medio anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador (KWh/m<sup>2</sup>. Día)
- P<sub>mp</sub>: Potencia del generador fotovoltaico (kW).
- PR: Performance Ratio
- G<sub>cem</sub>: Constante de irradiación que tiene valor 1 (kW/m<sup>2</sup>).

Para ello primero se ha de conocer el valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre la superficie horizontal de nuestra instalación,  $G_{dm}(0)$ , en kWh/(m<sup>2</sup>-día). Una vez conocidos estos datos se han de restar las pérdidas debido a la inclinación y la orientación de los módulos respecto del Sur.

La instalación fotovoltaica proyectada tiene un Azimut, desviación respecto al Sur, de 0° y una inclinación respecto al plano horizontal de 30°. Se deberá por lo tanto adaptar las medidas existentes a las condiciones de la instalación.

## ANEJO 7: RENTABILIDAD: VAN Y TIR

Para estudiar la rentabilidad de la planta se usarán dos métodos complementarios:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

### VAN

Uno de los criterios más sencillos para evaluar la rentabilidad de una inversión teniendo en cuenta el valor temporal del dinero consiste en calcular el valor presente de los flujos de caja futuros que genera el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés, o tasa de descuento, y compararlos con el importe inicial de la inversión. Si el sumatorio de los flujos de caja actualizados en el horizonte temporal elegido para evaluar el proyecto, resulta mayor que el valor de la inversión inicial, entonces el proyecto está en situación de ser elegido, ya que será rentable en términos netos..

Se ha usado la siguiente fórmula para calcular el VAN:

$$VAN = \sum_{n=0}^{24} \frac{Ingresos_n - Gastos_n}{(1 + i)^n}$$

Los ingresos vienen de multiplicar la producción total a lo largo del año que se obtiene tras la simulación con el programa por el valor de los 0,33 €/kWh, precio al que se estima que se vende la energía. Respecto a los gastos hay que tener en cuenta una cantidad fija de gastos anuales (mantenimiento, seguro, limpieza, etc...) que son los gastos de explotación que hay que contabilizar en el balance, en este caso se han considerado 1.500 €. Usamos una tasa de descuento de  $i=4,0\%$

Con todo esto se obtiene un **VAN = 302.576,99 €**.

Que, descontando la inversión inicial de -238.216,75 € queda un resultado positivo de 64.360,24 €.

La inversión, por tanto, producirá ganancias.

## **TIR**

La Tasa Interna de Rentabilidad se define como la tasa de interés que hace que el VAN se haga cero para el total de la vida útil de la instalación (25 años en nuestro caso). Su valor como indicador de rentabilidad radica en que permite compararlo con otras inversiones completamente distintas (desde bonos hasta cualquier otro tipo de iniciativa empresarial)

Se calcula con la fórmula anterior del VAN, haciéndolo igual a cero y sustituyendo la tasa de descuento,  $i$ , por la incógnita, TIR.

Se obtiene un **TIR = 6,25%**

Esto significa que esta inversión será más rentable que otras que presenten un retorno por debajo del 6,25% anual.



## ANEJO 8: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MÓDULOS E INVERSORES



SOLARIS  
415 Allée de Fétan  
01600 TREVOUX  
FRANCE

Tel : 04 74 00 18 26  
Fax : 04 74 00 40 89  
info@solaris-store.com  
www.solaris-store.com



FICHE TECHNIQUE

### Panneau solaire TENESOL TE2200 / 200 à 240 Wc



Garantie de production 25 ans\*  
Fabriqué en France

\* Garantie en performance : 80% à 25 ans  
Garantie produit : 2 ans

RÉFÉRENCE :

TARIFS PRO & DISPONIBILITÉS :  
**sur demande**

### Fonctionnement du panneau solaire TENESOL TE-2200

Les **modules TENESOL** utilisent la technologie des **cellules multicristallines à haut rendement** (polycristallin), qui sont mesurées individuellement et triées à 100% avant encapsulage.

La structure **Verre trempé / EVA / Tedlar** minimise le poids, assure une parfaite étanchéité et protège durablement les cellules.

Le **cadre aluminium** renforcé de 50 mm d'épaisseur permet une manutention aisée et un montage facile et rapide et très résistant.

Chaque module fait l'objet d'un **contrôle qualité** individuel et d'une fiche numérotée de test de performance.

La qualité des modules TENESOL est certifiée: CE

Leurs usines de fabrication sont certifiées ISO 9001 et ISO 14001.

### Caractéristiques électriques TE 2200:

| Puissance typique | 200W | 210W | 220W | 230W | 240W |
|-------------------|------|------|------|------|------|
|                   |      |      |      |      |      |

[www.solaris-store.com](http://www.solaris-store.com)

SOLARIS - 415 Allée de Fétan  
01600 TREVOUX - FRANCE

Tel 04 74 00 18 26  
info@solaris-store.com

Fax 04 74 00 18 26  
www.solaris-store.com

page 1 / 3

|                                                |                      |        |        |        |        |
|------------------------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Puissance minimale                             | 195                  | 205    | 215    | 225    | 235    |
| Puissance maximale                             | 205                  | 215    | 225    | 235    | 245    |
| Limite de classe de puissance Wc               | -5 / +5 Wc           |        |        |        |        |
| Limite de classe de puissance %                | ±2,50%               | ±2,38% | ±2,27% | ±2,17% | ±2,08% |
| Tension à puissance max. V <sub>pm</sub> (V)   | 29,3                 | 29,5   | 29,7   | 29,9   | 30,1   |
| Intensité à puissance max. I <sub>pm</sub> (A) | 6,9                  | 7,2    | 7,5    | 7,8    | 8      |
| Tension circuit ouvert Voc (V)                 | 35,9                 | 36,2   | 36,5   | 36,8   | 37     |
| Courant de court circuit Isc (A)               | 7,6                  | 7,8    | 8      | 8,2    | 8,3    |
| <b>Influence de la température</b>             |                      |        |        |        |        |
| Temp. Coeff. Tension                           | - 129,0 mV/°C        |        |        |        |        |
| Temp. Coeff. Courant                           | + 4,4 mA/°C          |        |        |        |        |
| Temp. Coeff. Puissance                         | - 0,46 %/°C          |        |        |        |        |
| NOCT (°C)                                      | 45                   |        |        |        |        |
| <b>Cellules</b>                                |                      |        |        |        |        |
| Taille                                         | 156 x 156 mm         |        |        |        |        |
| Disposition                                    | 60 cellules / 6 x 10 |        |        |        |        |
| Type                                           | Multicristallin      |        |        |        |        |
| <b>Informations générales</b>                  |                      |        |        |        |        |
| Tension maximale du système (V)                | 1000 V               |        |        |        |        |
| Diodes                                         | 3 by-pass            |        |        |        |        |
| Connectique                                    | Connecteurs Tyco     |        |        |        |        |
| Poids (kg)                                     | 19                   |        |        |        |        |

## Dimensions

## Principaux pays et zones d'export des produits Tenesol ® :

[www.solaris-store.com](http://www.solaris-store.com)

SOLARIS - 415 Allée de Fétan  
01600 TREVOUX - FRANCE

Tél. 04 74 00 18 26  
info@solaris-store.com

Fax 04 74 00 18 26  
www.solaris-store.com

page 2 / 3

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



## FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



/ Tecnología SnapInverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Diseño Superflok



/ Seguimiento inteligente GMPT



/ Smart Grid Ready



/ Conexión con



/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 10,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

### DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

| DATOS DE ENTRADA                                                                | SYMO 3.0-3-S                                                                                                                                                                                         | SYMO 3.7-3-S         | SYMO 4.5-3-S         | SYMO 3.0-3-M                                                          | SYMO 3.7-3-M         | SYMO 4.5-3-M         |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Máxima corriente de entrada ( $I_{in, máx. 1} / I_{in, máx. 2}^{\text{a}}$ )    |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 16 A / 16 A                                                           |                      |                      |
| Máx. corriente de cortocircuito por serie PV ( $I_{MPP1}/I_{MPP2}^{\text{a}}$ ) |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 24 A / 24 A                                                           |                      |                      |
| Mínima tensión de entrada ( $U_{in, mín.}$ )                                    |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 150 V                                                                 |                      |                      |
| Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{in, mínima}$ )                    |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 200 V                                                                 |                      |                      |
| Tensión de entrada nominal ( $U_{in, n}$ )                                      |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 505 V                                                                 |                      |                      |
| Máxima tensión de entrada ( $U_{in, máx.}$ )                                    |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 1.000 V                                                               |                      |                      |
| Rango de tensión MPPT ( $U_{in, pp, mín.} - U_{in, pp, máx.}$ )                 | 200 - 600 V                                                                                                                                                                                          | 250 - 800 V          | 300 - 800 V          | 150 - 800 V                                                           |                      |                      |
| Número de seguidores MPPT                                                       | 1                                                                                                                                                                                                    |                      |                      | 2                                                                     |                      |                      |
| Número de entradas CC                                                           | 3                                                                                                                                                                                                    |                      |                      | 2+2                                                                   |                      |                      |
| Máxima salida del generador PV ( $P_{in, máx.}$ )                               | 6,0kW <sub>pin</sub>                                                                                                                                                                                 | 7,4kW <sub>pin</sub> | 9,0kW <sub>pin</sub> | 6,0kW <sub>pin</sub>                                                  | 7,4kW <sub>pin</sub> | 9,0kW <sub>pin</sub> |
| DATOS DE SALIDA                                                                 | SYMO 3.0-3-S                                                                                                                                                                                         | SYMO 3.7-3-S         | SYMO 4.5-3-S         | SYMO 3.0-3-M                                                          | SYMO 3.7-3-M         | SYMO 4.5-3-M         |
| Potencia nominal CA ( $P_{out, n}$ )                                            | 3.000 W                                                                                                                                                                                              | 3.700 W              | 4.500 W              | 3.000 W                                                               | 3.700 W              | 4.500 W              |
| Máxima potencia de salida                                                       | 3.000 VA                                                                                                                                                                                             | 3.700 VA             | 4.500 VA             | 3.000 VA                                                              | 3.700 VA             | 4.500 VA             |
| Máxima corriente de salida ( $I_{out, máx.}$ )                                  | 4,3 A                                                                                                                                                                                                | 5,3 A                | 6,5 A                | 4,3 A                                                                 | 5,3 A                | 6,5 A                |
| Acomodamiento a la red (rango de tensión)                                       | 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 230 V (+20 % / -30 %)                                                                                                                                            |                      |                      |                                                                       |                      |                      |
| Frecuencia (rango de frecuencia)                                                | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)                                                                                                                                                                           |                      |                      |                                                                       |                      |                      |
| Coefficiente de distorsión no lineal                                            | < 3 %                                                                                                                                                                                                |                      |                      |                                                                       |                      |                      |
| Factor de potencia ( $\cos \phi_{out}$ )                                        | 0,70 - 1 ind. / cap.                                                                                                                                                                                 |                      |                      | 0,85 - 1 ind. / cap.                                                  |                      |                      |
| DATOS GENERALES                                                                 | SYMO 3.0-3-S                                                                                                                                                                                         | SYMO 3.7-3-S         | SYMO 4.5-3-S         | SYMO 3.0-3-M                                                          | SYMO 3.7-3-M         | SYMO 4.5-3-M         |
| Dimensiones (altura x anchura x profundidad)                                    |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 645 x 431 x 204 mm                                                    |                      |                      |
| Peso                                                                            | 16,0 kg                                                                                                                                                                                              |                      |                      | 19,9 kg                                                               |                      |                      |
| Tipo de protección                                                              |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | IP 65                                                                 |                      |                      |
| Clase de protección                                                             |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 1                                                                     |                      |                      |
| Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>b</sup>                                |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 2 / 3                                                                 |                      |                      |
| Consumo nocturno                                                                |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | < 1 W                                                                 |                      |                      |
| Concepto de Inversor                                                            |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | Sin Transformador                                                     |                      |                      |
| Refrigeración                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | Refrigeración de aire regulada                                        |                      |                      |
| Instalación                                                                     |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | Instalación interior y exterior                                       |                      |                      |
| Margen de temperatura ambiente                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | -25 - +40 °C                                                          |                      |                      |
| Humedad de aire admisible                                                       |                                                                                                                                                                                                      |                      |                      | 0 - 100 %                                                             |                      |                      |
| Máxima altura                                                                   | 2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)                                                                                                                           |                      |                      |                                                                       |                      |                      |
| Tecnología de conexión CC                                                       | 3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                            |                      |                      | 4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>c</sup> |                      |                      |
| Tecnología de conexión principal                                                | 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                  |                      |                      | 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>d</sup>       |                      |                      |
| Certificados y cumplimiento de normas                                           | OVE / ÖNORM B 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/AL, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, GS3/2, UNE 206007-1, SI 4777 4, CEI 0-21 4, NRS 097 |                      |                      |                                                                       |                      |                      |

<sup>a</sup> Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.

<sup>b</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>c</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

**DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)**

| DATOS DE ENTRADA                                                                     | SYMO 5.0-3-M       | SYMO 6.0-3-M                                                                                                                                                                                     | SYMO 7.0-3-M       | SYMO 8.2-3-M       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Máxima corriente de entrada ( $I_{in\ máx.1}$ / $I_{in\ máx.2}$ )                    |                    |                                                                                                                                                                                                  | 16 A / 16 A        |                    |
| Máxima corriente de cortocircuito por serie PV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> ) |                    |                                                                                                                                                                                                  | 24 A / 24 A        |                    |
| Mínima tensión de entrada ( $U_{in\ mín.}$ )                                         |                    |                                                                                                                                                                                                  | 150 V              |                    |
| Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{in\ arranque}$ )                       |                    |                                                                                                                                                                                                  | 200 V              |                    |
| Tensión de entrada nominal ( $U_{in}$ )                                              |                    |                                                                                                                                                                                                  | 595 V              |                    |
| Máxima tensión de entrada ( $U_{in\ máx.}$ )                                         |                    |                                                                                                                                                                                                  | 1.000 V            |                    |
| Rango de tensión MPPT ( $U_{mppt\ mín.}$ - $U_{mppt\ máx.}$ )                        | 163 - 800 V        | 195 - 800 V                                                                                                                                                                                      | 228 - 800 V        | 267 - 800 V        |
| Número de seguidores MPPT                                                            |                    |                                                                                                                                                                                                  | 2                  |                    |
| Número de entradas CC                                                                |                    |                                                                                                                                                                                                  | 2 + 2              |                    |
| Máxima salida del generador PV ( $P_{dc\ máx.}$ )                                    | 10,0kW <i>plus</i> | 12,0kW <i>plus</i>                                                                                                                                                                               | 14,0kW <i>plus</i> | 16,4kW <i>plus</i> |
| DATOS DE SALIDA                                                                      | SYMO 5.0-3-M       | SYMO 6.0-3-M                                                                                                                                                                                     | SYMO 7.0-3-M       | SYMO 8.2-3-M       |
| Potencia nominal CA ( $P_{ac,n}$ )                                                   | 5.000 W            | 6.000 W                                                                                                                                                                                          | 7.000 W            | 8.200 W            |
| Máxima potencia de salida                                                            | 5.000 VA           | 6.000 VA                                                                                                                                                                                         | 7.000 VA           | 8.200 VA           |
| Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )                                        | 7,2 A              | 8,7 A                                                                                                                                                                                            | 10,1 A             | 11,8 A             |
| Adecuamiento a la red (rango de tensión)                                             |                    | 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)                                                                                                                                        |                    |                    |
| Frecuencia (rango de frecuencia)                                                     |                    | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)                                                                                                                                                                       |                    |                    |
| Coefficiente de distorsión no lineal                                                 |                    | < 3 %                                                                                                                                                                                            |                    |                    |
| Factor de potencia (cos $\phi_{ac}$ )                                                |                    | 0,85 - 1 Ind. / cap.                                                                                                                                                                             |                    |                    |
| DATOS GENERALES                                                                      | SYMO 5.0-3-M       | SYMO 6.0-3-M                                                                                                                                                                                     | SYMO 7.0-3-M       | SYMO 8.2-3-M       |
| Dimensiones (altura x anchura x profundidad)                                         |                    | 645 x 431 x 204 mm                                                                                                                                                                               |                    |                    |
| Peso                                                                                 |                    | 13,9 kg                                                                                                                                                                                          |                    | 21,9 kg            |
| Tipo de protección                                                                   |                    | IP 65                                                                                                                                                                                            |                    |                    |
| Clase de protección                                                                  |                    | 1                                                                                                                                                                                                |                    |                    |
| Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>                                    |                    | 2 / 3                                                                                                                                                                                            |                    |                    |
| Consumo nocturno                                                                     |                    | < 1 W                                                                                                                                                                                            |                    |                    |
| Concepto de inversor                                                                 |                    | Sin Transformador                                                                                                                                                                                |                    |                    |
| Refrigeración                                                                        |                    | Refrigeración de aire regulada                                                                                                                                                                   |                    |                    |
| Instalación                                                                          |                    | Instalación interior y exterior                                                                                                                                                                  |                    |                    |
| Margen de temperatura ambiente                                                       |                    | -25 - +60 °C                                                                                                                                                                                     |                    |                    |
| Humedad de aire admisible                                                            |                    | 0 - 100 %                                                                                                                                                                                        |                    |                    |
| Máxima altitud                                                                       |                    | 2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)                                                                                                                       |                    |                    |
| Tecnología de conexión CC                                                            |                    | 4 x CC+ y 4 x CC bornas roscaados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>2)</sup>                                                                                                                          |                    |                    |
| Tecnología de conexión principal                                                     |                    | 3 polos CA bornas roscaados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>2)</sup>                                                                                                                                |                    |                    |
| Certificados y cumplimiento de normas                                                |                    | DVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, GB3/2, UNE 206007-1, S1 4777, CEI 0-21, NRS 097 |                    |                    |

<sup>1)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>2)</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## **ANEJO 9: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Índice del estudio básico de seguridad y salud:

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
2. ALCANCE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
3. MEMORIA INFORMATIVA
  - 3.1. METODOLOGÍA
  - 3.2. DATOS DE LA OBRA Y ANTECEDENTES
  - 3.3. TIPO DE TRABAJOS
  - 3.4. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES
  - 4.1. SEÑALIZACIÓN
  - 4.2. ILUMINACIÓN
  - 4.3. SEÑALES ÓPTICO-ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA
  - 4.4. CIRCULACIÓN Y ACCESOS A LA OBRA
  - 4.5. PROTECCIONES COLECTIVAS
  - 4.6. PROTECCIONES PERSONALES
  - 4.7. FORMACIÓN DEL PERSONAL SOBRE RIESGOS LABORALES
5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS
  - 5.1. ACOPIO, ARMADO E IZADO DE ESTRUCTURAS Y PANELES
    - 5.1.1. Evaluación de riesgos
    - 5.1.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.2. MANEJO MANUAL DE CARGAS
    - 5.2.1. Evaluación de riesgos
    - 5.2.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.3. UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA DE IZADO: GRÚAS MÓVILES
    - 5.3.1. Evaluación de riesgos
    - 5.3.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.4. CUADROS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS
    - 5.4.1. Evaluación de riesgos
    - 5.4.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.5. ESTRUCTURAS
    - 5.5.1. Evaluación de riesgos
    - 5.5.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.6. BALIZAMIENTO E INSTALACIÓN DE PROTECCIONES
    - 5.6.1. Evaluación de riesgos
    - 5.6.2. Medidas preventivas a adoptar
  - 5.7. TRABAJOS EN ALTURA EN ACCESORIOS
    - 5.7.1. Evaluación de riesgos
    - 5.7.2. Medidas preventivas a adoptar

6. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR
  - 6.1. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD
  - 6.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
7. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS
8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS
9. LIBRO DE INCIDENCIAS
10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS
11. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES
12. PRIMEROS AUXILIOS Y VIGILANCIA DE LA SALUD
13. PLAN DE EMERGENCIA
  - 13.1. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE
  - 13.2. LUCHA CONTRA INCENDIOS
  - 13.3. EVACUACIÓN DE LOS TRABAJADORES
14. NORMATIVA APLICABLE RELATIVA A SEGURIDAD Y SALUD

## **1.- OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.S.S.) tiene como objeto disminuir los riesgos de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como disminuir sus consecuencias en razón del cumplimiento de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y la normativa que la desarrolla. Todo ello, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades precisas para establecer un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores.

Éste ha de servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97.

## **2.- ALCANCE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El presente estudio contiene todas las medidas preventivas aplicables a los riesgos derivados de los trabajos a realizar para la puesta en marcha del presente proyecto.

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior. En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este estudio.

## **3.- MEMORIA INFORMATIVA**

### **3.1.- METODOLOGIA**

Se identificarán todos los posibles riesgos, eliminables o no, estableciendo las medidas preventivas que sea posible aplicar. Dichos riesgos se clasificarán por “factores de riesgo” asociados a las distintas operaciones que se realizarán en la obra.

### **3.2.- DATOS DE LA OBRA Y ANTECEDENTES**

- Denominación:

Implantación de instalación fotovoltaica en cubierta de nave en Blacos, Soria.

- Plazo de ejecución previsto:

Se tiene programado un plazo de ejecución de 30 días laborables, si la meteorología acompaña y se coordina adecuadamente el trabajo de todos los participantes en la obra.

- Número de trabajadores:

Se estima que el número de trabajadores que operarán en la obra será de unos 12, los cuales, en su conjunto, habrán de sumar los siguientes oficios:

- Jefe de equipo.
- Albañil de estructuras metálicas.
- Montador de estructuras metálicas.
- Soldador.
- Cableador y conexionista.
- Pintor.
- Gruísta y maquinista.
- Especialista en acabados diversos.
- Ayudantes.
- Jefe de obra.
- Técnico de calidad y medio ambiente.
- Técnico de prevención de riesgos laborales.

- Accesos:

Se habilitará una escalera externa al edificio que permita acceder a la cubierta de éste. Dicha escalera estará anclada a la estructura de la nave de manera que quede convenientemente fijada. Así mismo, se instalará una línea de vida por cada uno de los cuatro tramos de cubierta en los que habrá que trabajar que permita asegurar a los operarios que realicen trabajos en estos.

- Climatología del lugar:

El clima de la zona presenta inviernos muy fríos y veranos moderadamente cálidos. Esto supondrá un considerable riesgo de heladas si la obra se realiza en invierno, lo cual habrá que tener en cuenta a la hora de definir los riesgos laborales.

- Uso anterior de la cubierta:

La cubierta no tenía ningún uso previo.

### 3.3.- TIPOS DE TRABAJOS

El proyecto plantea la instalación de paneles fotovoltaicos sobre la cubierta de una nave industrial. Dichos paneles son pesados y su instalación comprende tanto elementos mecánicos (anclajes), como eléctricos (cableado).



Es de esperar que sea necesario realizar las siguientes actividades:

- Acopio, armado e izado de estructuras, paneles y medios auxiliares.
- Manejo manual de cargas.
- Utilización de maquinaria de izado: grúas móviles.
- Instalación de cuadros eléctricos y cableado.
- Trabajos en estructuras y cubierta.
- Balizamiento e instalación de protecciones.
- Trabajos en altura en accesorios.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.

#### 3.4.- MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevén utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio son aquellos que se relacionan a continuación:

- Equipamiento:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa
- Cableante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Corta tubos
- Curvadoras de tubos
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador.

- Medios auxiliares:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

- Equipos de medida:

- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento.
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

## 4.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES

### 4.1.- SEÑALIZACIÓN

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- A. Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- B. Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- C. Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- D. Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Paneles de señalización:

- Señales de advertencia
  - Forma: Triangular
  - Color de fondo: Amarillo
  - Color de contraste: Negro
  - Color de Símbolo: Negro
- Señales de prohibición:
  - Forma: Redonda
  - Color de fondo: Blanco
  - Color de contraste: Rojo
  - Color de Símbolo: Negro
- Señales de obligación:
  - Forma: Redonda
  - Color de fondo: Azul
  - Color de Símbolo: Blanco
- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:
  - Forma: Rectangular o cuadrada
  - Color de fondo: Rojo
  - Color de Símbolo: Blanco
- Señales de salvamento o socorro:
  - Forma: Rectangular o cuadrada
  - Color de fondo: Verde
  - Color de Símbolo: Blanco

Cinta de señalización:

- En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los anteriores paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

Cinta de delimitación de zona de trabajo:

- Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

#### 4.2.- ILUMINACIÓN

Cumplirá el anexo IV del RD 486/97, que establece las condiciones mínimas de iluminación en función de la zona de trabajo:

| Zona                                 |                           | Nivel de iluminación mínimo (lux) |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Zonas donde se ejecuten tareas con:  | Baja exigencia visual     | 100                               |
|                                      | Exigencia visual moderada | 200                               |
|                                      | Exigencia visual alta     | 500                               |
|                                      | Exigencia visual muy alta | 1000                              |
| Áreas o locales de uso ocasional     |                           | 25                                |
| Áreas o locales de uso habitual      |                           | 100                               |
| Vías de circulación de uso ocasional |                           | 25                                |
| Vías de circulación de uso habitual  |                           | 50                                |

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.

- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. No se permitirá ningún tipo de iluminación basado en llama.

#### 4.3.- SEÑALES ÓPTICO – ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, en cumplimiento del anexo IV del RD 485/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás (anexo I del RD 1215/97).
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destelleantes, etc.).
- Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra.

#### 4.4. CIRCULACIÓN Y ACCESOS A LA OBRA

En lo referente a circulación por la obra y los accesos a la misma, se aplicará lo indicado en el artículo 11 del anexo IV del RD 1627/97.

- Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.
- En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactadas y niveladas.
- Si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel.
- Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento.
- Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.
- El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km./h. y ceda el paso.
- Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.
- En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.
- Las maniobras de camiones y hormigoneras deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

#### 4.5.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Protección mecánica en huecos para evitar riesgos de caídas.
- En cada tajo colocar un extintor portátil de polvo polivalente.
- Mamparas opacas para aquellos puestos de trabajo que generen riesgo de proyecciones (por partículas o por arco de soldadura) a terceros.
- Uso de lona ignífuga para cubrir los materiales combustibles que estén próximos a los trabajos de proyecciones incandescentes, otra medida es retirarlos a otra zona de acopio de materiales.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente, recolocándolos en las instalaciones preparadas para ello o en las zonas de acopio de materiales o acopio de residuos.

#### 4.6.- PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal de inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Guantes de varios tipos.
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas (contra impactos, viruta, etc.).
- Calzado de seguridad adecuado para cada uno de los trabajos.
- Protección auditiva.
- Ropa de trabajo.

Toda protección personal (EPIs), deberán cumplir los siguientes requisitos:

1) Marcado CE. Dispondrán del certificado y del sello de forma visible.

2) Se regirán por la normativa (RD 773/1997), cumpliendo así lo establecido en la normativa europea (Directiva 89/656/CE).

#### 4.7.- FORMACIÓN DEL PERSONAL SOBRE RIESGOS LABORALES

La finalidad de la prevención de Riesgos Laborales en su aplicación en trabajos de riesgo especial es la acción de informar y formar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar y asimismo, darles a conocer de las técnicas preventivas y mantener la seguridad de todo el personal. Prueba de ello es lo establecido en el Convenio Colectivo del sector de la Construcción del 2007, con la novedad de impartir clases magistrales de prevención de riesgos laborales.

Por lo tanto, cada operario que participe en la obra aquí descrita deberá estar formado e informado de los riesgos que trae consigo la ejecución de sus trabajos y de las medidas o técnicas preventivas a aplicar para evitarlos, o en su defecto, disminuir sus consecuencias. Asimismo cada uno de ellos deberá probar que posee dicha cualificación en virtud de la siguiente documentación:

- Certificado de información de los riesgos del trabajo a ejecutar.
- Certificación de los riesgos de los trabajos que se vayan a ejecutar en la misma obra y al mismo tiempo.
- Certificado de la asistencia al curso de formación de Prevención de Riesgos Laborales, de carácter general, y del riesgo específico que deriven el trabajo a ejecutar (constarán las horas del mismo, el temario y el diploma).

### 5.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

#### 5.1.- ACOPIO, ARMADO E IZADO DE ESTRUCTURAS Y PANELES

##### 5.1.1. Evaluación de riesgos

Cabe esperar que puedan darse los siguientes riesgos:

- Accidentes derivados del manejo de vehículos.
- Daños ocasionados por máquinas de obra civil y auxiliares.
- Daños ocasionados por maquinaria de izado.
- Daños por sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Daños ocasionados por caídas de objetos durante su manipulación.
- Caídas de personas a distinto nivel (caídas de altura) y caídas al mismo nivel.
- Daños por proyección de esquirlas.
- Riesgo de quemaduras.
- Daños ocasionados por derrumbes y desplomes en los trabajos sobre la cubierta de la nave.
- Daños ocasionados por descargas atmosféricas.

##### 5.1.2. Medidas preventivas a adoptar

En primer lugar, se realizarán inspecciones constantes y exhaustivas de todos los medios a emplear, siendo desechados todos aquellos que ofrezcan alguna duda en cuanto a su seguridad.

Las medidas de prevención que se emplearán son:

- Todo aquel que conduzca un vehículo estará en posesión del carnet de conducir en regla.
- El tráfico de maquinaria y vehículos estará controlado convenientemente, especialmente durante las operaciones de carga y descarga de material, en cumplimiento de la instrucción relativa a la utilización de maquinaria de obra civil y auxiliares.
- Se seguirá la instrucción relativa a la utilización de herramientas y maquinaria de izado y arriostrado.
- Se seguirá la instrucción relativa al manejo manual de cargas.
- Para trabajos al nivel del suelo se utilizarán las siguientes protecciones: casco de seguridad, guantes de trabajo y calzado de seguridad.
- El acopio de materiales se realizará en una zona estable y la altura de estos no deberá superar los 1,5 metros de manera que no se produzcan derrames o vuelcos. Cuando sea necesario almacenarlos a una altura superior se adoptarán las medidas extraordinarias que sean necesarias (sujeciones, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material, etc.).
- La base sobre la que se asienten los materiales acopiados será apropiada para el peso que se colocará encima.
- En materiales voluminosos cilíndricos (tubos y bobinas de cable) se utilizarán calzos para su inmovilización.
- Las zonas de paso estarán libres de materiales o residuos y deberán estar bien definidas, mediante señales si fuera necesario.
- Para la realización de trabajos en altura el equipo individual incluirá cinturón y sistema anti-caída.
- En la realización de dichas operaciones, y especialmente en ascensos, descensos y desplazamientos, el trabajador estará permanentemente sujeto.
- Las herramientas que se utilicen en la cubierta siempre irán dentro de las bolsas portaherramientas.
- Se evitarán en lo posible trabajos simultáneos en la misma vertical. Si esto no se pudiera evitar, se dispondrían de las medidas de seguridad necesarias para dicha situación, estando en todo caso advertidos los operarios de dicha circunstancia.
- En todo caso, se seguirá la instrucción relativa a la utilización de accesorios de trabajos en altura.
- Cuando se realicen operaciones que produzcan viruta o cualquier otro tipo de residuo de pequeño tamaño, el operario utilizará gafas de protección.
- Para evitar incendios, especialmente ante operaciones de soldado o de corte, se establecerán las medidas de protección y prevención oportunas (pantallas de protección, cortafuegos, vías de agua, etc.)
- Se seguirá la instrucción relativa a trabajos sobre cubiertas de edificios.
- Durante los trabajos de izado, la estructura metálica deberá estar conectada permanentemente a una toma de tierra temporal. En caso de tormenta, temporal o fuerte viento el responsable de los trabajos de izado suspenderá los mismos hasta que las condiciones mejoren.

## 5.2.- MANEJO MANUAL DE CARGAS

### 5.2.1. Evaluación de riesgos

Pueden darse los siguientes riesgos:

- Esfuerzo excesivo.
- Posición incorrecta del operario u operarios.
- Daños por golpes o cortes.

### 5.2.2. Medidas preventivas a adoptar

En lo referente al levantamiento, transporte, manipulación, etc. de materiales y herramientas se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- La manipulación de objetos se realizará de forma racional, debiendo evitarse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. En caso de cargas superiores a los 50 kg se usarán siempre medios mecánicos.
- El levantamiento de cargas se realizará de manera adecuada para evitar lesiones de espalda (flexionando las rodillas y con la espalda recta). La operación se realizará despacio, agarrando con firmeza y de manera que los dedos no queden atrapados en la descarga.
- Se utilizarán guantes siempre que se manipule cualquier objeto potencialmente peligroso (pesado, con aristas vivas, astillas, nudos, superficies sucias o resbaladizas, etc.).
- La carga se transportará de manera que no impida la visión.

## 5.3.- UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA DE IZADO: GRÚAS MÓVILES

### 5.3.1. Evaluación de riesgos

Los riesgos más frecuentes relacionados con este tipo de maquinaria son:

- Accidentes derivados del manejo de vehículos.
- Daños por impactos sobre personas.
- Riesgos derivados de la propia maquinaria.
- Contactos eléctricos con líneas aéreas.

### 5.3.2. Medidas preventivas a adoptar

Se observarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se utilizará una grúa de características adecuadas en cuanto a fuerza de elevación y estabilidad para las cargas que deberá alzar.
- Los materiales que sean elevados por la grúa estarán libres de todo esfuerzo aparte de su propio peso.
- En su transporte o elevación, se inmovilizará la carga de manera que no se pueda caer. Los ganchos de la grúa deberán tener pestillo de seguridad.



- Antes de elevar cualquier objeto se comprobará que los apoyos telescópicos de la grúa están desplegados y convenientemente apoyados. Dichos estabilizadores se apoyarán en tablones o traviesas de reparto.

- En caso de que por falta de espacio sea imposible desplegar los brazos telescópicos se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Exacto conocimiento del peso de la carga.
- Garantía del suministrador de que la máquina tiene la estabilidad suficiente para la operación en concreto que realizará (teniendo en cuenta el peso y los ángulos de trabajo en los que se situará la pluma).
- Se procurará que no haya personas en la zona por debajo de la carga.

- La grúa estará al corriente de todas las operaciones de mantenimiento preventivo aconsejadas por el fabricante.

- El operario de la grúa observará las siguientes directrices:

- Evitar oscilaciones pendulares de la carga.
- Antes de operar la grúa se asegurará de que el vehículo tiene calzadas sus ruedas y los estabilizadores dispuestos.
- Si el operario no viera la carga desde su puesto, otra persona se encargaría de señalar los movimientos requeridos.
- En caso de que existan líneas eléctricas aéreas próximas, se extremará la precaución en el movimiento de la grúa.

#### 5.4.- CUADROS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

##### 5.4.1. Evaluación de riesgos

El principal riesgo en este aspecto es el contacto eléctrico directo o indirecto con corriente eléctrica o elementos en tensión.

##### 5.4.2. Medidas preventivas a adoptar

- Las tomas de corriente que se usen para enchufar herramientas o máquinas eléctricas estarán alojadas en cuadros eléctricos con protección IP-65 como mínimo.

- Dichos cuadros dispondrán de puesta a tierra, diferenciales de 30 ó 300 mA (para herramientas eléctricas portátiles o para circuitos de fuerza, respectivamente). Habrá así mismo protecciones magnetotérmicas.

#### 5.5.- ESTRUCTURAS

Para soportar los paneles se utiliza una estructura a base de perfiles especiales. En este apartado se contemplan los riesgos relacionados con dichos elementos y su montaje.

#### 5.5.1. Evaluación de riesgos

Es posible que tengan lugar algunos de los siguientes riesgos:

- Cortes en las manos.
- Caídas de objetos a distinto nivel.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caída al mismo nivel.

#### 5.5.2. Medidas preventivas a adoptar

- Las herramientas de mano irán enganchadas con mosquetón para evitar su caída.
- Se habilitarán espacios para situar los materiales.
- Las maniobras de ubicación de la armadura serán realizadas por tres operarios: dos controlando el elemento mediante cuerdas sujetas a sus extremos y otro guiando la operación.
- Ningún operario permanecerá debajo de elementos suspendidos o de zonas en las que se estén realizando soldaduras.
- El Equipo de Protección Individual incluirá casco, calzado con suela reforzada y arnés de seguridad.

### 5.6.- BALIZAMIENTO E INTALACIÓN DE PROTECCIONES

#### 5.6.1. Evaluación de riesgos

Este apartado se refiere a operaciones de balizamiento en las que se realizarán tareas de pintado e instalación de elementos eléctricos en altura. Esto puede dar lugar a los siguientes riesgos:

- Daños por sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Daños por caídas de objetos.
- Caída de personas a distinto y al mismo nivel.
- Irritaciones o intoxicaciones provocadas por pinturas u otros productos utilizados en el pintado de superficies.
- Daños por derrumbes y desplomes en trabajos sobre la cubierta del edificio.
- Daños por descargas atmosféricas o condiciones climatológicas adversas.
- Riesgo de exposición a radiaciones no ionizantes.

#### 5.6.2. Medidas preventivas a adoptar

- Los trabajos serán realizados por operarios especializados.
- Se utilizará arnés de seguridad tanto en las subidas y bajadas como en las operaciones en la cubierta.
- Las herramientas irán en las bolsas correspondientes y tendrán sistemas anticaída con mosquetón.
- Será obligatorio el uso de casco en la zona de la obra.

- Se observarán el resto de indicaciones para trabajos en altura anteriormente comentadas.

## 5.7.- TRABAJOS EN ALTURA EN ACCESORIOS

### 5.7.1. Evaluación de riesgos

Cuando se utilicen plataformas de trabajo, escaleras de mano y andamios para los trabajos en altura es posible que existan los siguientes riesgos:

- Daños por caída de objetos mientras se manipulan.
- Caída de personas a distinto nivel.

### 5.7.2. Medidas preventivas a adoptar

- Las plataformas de trabajo deberán cumplir los siguientes requerimientos:
  - Ser un conjunto estructuralmente rígido, resistente y estable.
  - Disponer de barandillas resistentes de 0,90 metros cuando la base de trabajo se encuentre a más de 2 metros de altura.
  - El ancho mínimo de la plataforma será de 0,40 metros.
  - Las torretas de andamio con ruedas sólo se utilizarán en superficies completamente lisas y horizontales.
  - Éstas sólo se moverán cuando no haya nadie trabajando en ellas.
  - Las ruedas deberán tener mecanismos de inmovilización.
  - Para alturas menores de 7,5 metros deberán cumplirse que el lado menor de la base sea al menos 1/5 de la altura del andamio. Para alturas de entre 7,5 y 15 metros su menor lado en cualquier planta deberá ser 1/5 de la altura total. En alturas mayores de 15 metros no se utilizarán torretas de andamio móviles.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse de acuerdo con las siguientes medidas:
  - Se deberán apoyar en superficies perfectamente horizontales y estables.
  - La escalera debe ser al menos 1 metro más alta que la altura a la que se quiere llegar.
  - Al subir y bajar las manos deberán estar libres para apoyarse en la escalera.
  - Siempre se subirá o bajará de cara a la escalera, nunca de espaldas.
  - No se permitirá que haya subida más de una persona en cada momento a la escalera.
  - En los apoyos la superficie será antideslizante.
  - Se inmovilizará la parte superior de la escalera para evitar posibles separaciones.

- En escaleras de tijera deberá haber una cadena que una ambos lados, evitando la apertura accidental de las dos partes.
  - Sólo se utilizarán escaleras con una resistencia y altura adecuada.
  - Sólo se empalmarán escaleras que dispongan de dispositivos específicos para ello.
  - En alturas superiores a 7 metros se inmovilizarán las escaleras en su parte superior y será necesario el uso de elementos de seguridad anticaída atados a un sistema independiente de la escalera.
  - En caso de apoyar sobre un poste, la escalera se sujetará mediante abrazaderas.
  - Sólo se utilizarán escaleras en perfecto estado y que no presenten defectos visibles, especialmente las de madera, que deberán estar pintadas con barnices transparentes que permitan ver los posibles defectos.
- Los andamios de borriquetas deberán cumplir con las siguientes medidas de seguridad:
- La superficie de apoyo será lisa y horizontal, sin elementos de apoyo improvisados e inestables.
  - La distancia máxima entre borriquetas será de 3,5 metros para plataformas de tableros de espesor mínimo de 50 mm.
  - Sólo se utilizará este tipo de andamio para estructuras de poca entidad.
  - No se cargarán con materiales de peso superior a 50 kg, evitando otros posibles sobrepesos.
  - El ancho mínimo de la base de trabajo será de 60 cm.
  - Si el andamio supera los 2 metros de altura deberá incorporar barandillas rígidas en todo su perímetro.
  - Si se superan los 3 metros de altura, las borriquetas irán arriostradas.
  - Las borriquetas de tijera llevarán cadena para evitar que se abran.
- En cuanto a los andamios tubulares, las medidas específicas son las siguientes:
- El equipo individual incluirá todos los elementos mencionados para trabajos en altura (casco, botas con puntera reforzada y suela antideslizante, guantes, bolsa de herramientas y arnés o cinturón de seguridad).
  - Cada tramo de andamio irá arriostrado en su diagonal.
  - La construcción del andamio se hará de forma uniforme, evitando que algunas partes se eleven exageradamente respecto de otras.
  - Como norma general se pondrá un anclaje cada 3 metros en el frente de trabajo y cada 6 metros en horizontal, no construyéndose ningún otro tramo antes de anclar la parte anterior.
  - Se observará cada pieza en busca de posibles defectos, desechándose si presentara golpes, grietas u óxido.

- La superficie de apoyo será lisa, resistente y horizontal. Se utilizarán bloques de madera y placas de reparto en los puntos de apoyo, y husillos de nivelación en caso de que fueran necesarios.
- La carga máxima sobre la plataforma será en principio de 250 kg, incluyendo el peso de 2 personas.
- La separación máxima respecto del elemento vertical junto al que está el andamio será de 45 cm.
- En caso de que se usen redes de seguridad, habrá de tenerse en cuenta el posible efecto vela de éstas, reforzándose los anclajes si fuera necesario.
- En el desmontaje nunca se quitará un anclaje antes que el correspondiente cuerpo del andamio. En caso de haber red de seguridad, ésta se quitará en primer lugar.

## **6.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

El promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, lo cual no le excluirá de sus responsabilidades.

Antes del comienzo de las obras deberá avisar a la autoridad laboral de la misma.

### **6.1.- COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

El coordinador en materia 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 de 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 simultánea 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 los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627.
- 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 fuera 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 sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

## 6.2.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o, en su caso, del Estudio básico, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, conociendo cómo va a ejecutarse la obra (medios materiales y humanos, sistemas de ejecución, etc.).

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico (incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total).

El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo incluirá una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

Constará también de pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

El plan contendrá los planos en los que se desarrollen los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Dispondrá de mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

Por último, contendrá el presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

El estudio de seguridad y salud deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del RD 1627/97, así como sus correspondientes medidas específicas.

En todo caso, en el estudio de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## **7.- OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS**

El contratista y los subcontratistas están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- Mantener el orden y la limpieza en la obra.

- Elegir adecuadamente el emplazamiento de puestos y áreas de trabajo, y las vías o zonas de circulación.
- La manipulación de materiales y utilización de medios auxiliares.
- El control y mantenimiento de dispositivos usados en la obra.
- La delimitación de zonas de almacenamiento.
- La recogida de materiales peligrosos, así como residuos y escombros.
- La delimitación en el tiempo de las distintas tareas y fases de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir lo especificado en el Plan de Seguridad y Salud.
- Aplicar el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en lo que se refiere a disposiciones de seguridad y salud en la obra, así como las disposiciones del anexo IV del RD 1627/97.
- Informar adecuadamente a los trabajadores autónomos de las medidas pertinentes.
- Atender las indicaciones del coordinador de seguridad y salud o, en su caso, de la dirección facultativa de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de aplicar las medidas del Estudio de Seguridad y Salud que les afecten directamente a ellos, y de encargarse de que los autónomos contratados por ellos apliquen las que les afecten a ellos.

## **8.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Al igual que ocurría con los contratistas y los subcontratistas, los autónomos deben observar el cumplimiento del artículo 15 de de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- Todas aquellas tareas descritas en el apartado anterior que les sean encargadas por la empresa contratista.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el RD 1215/97, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual de acuerdo con el RD 773/97.

## **9.- LIBRO DE INCIDENCIAS**

En la obra estará presente un libro de incidencias del que se ocupará el coordinador en materia de seguridad y salud (o la dirección facultativa, en su caso). Éste presentará hojas por duplicado y será facilitado por el colegio profesional que hay avisado el Estudio de Seguridad y Salud. En él se harán anotaciones relativas al control y seguimiento del citado estudio.

Tendrán acceso a este libro las siguientes personas o entidades:

- Dirección facultativa de la obra.
- Contratistas.
- Subcontratistas.
- Trabajadores autónomos.



- Personas y órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas participantes en la obra.
- Representantes de los trabajadores.
- Técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes.

En caso de que se realizase una anotación en el libro de incidencias, ésta sería remitida en un plazo de menos de 24 horas a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra. Por otro lado, se notificará al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

## **10.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

## **11.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

El contratista facilitará una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **12.- PRIMEROS AUXILIOS Y VIGILANCIA DE LA SALUD**

- Botiquines:

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Esto supone, como mínimo:

- Botella de alcohol (500 cc).
- Botella de agua oxigenada (500 cc).
- Frasco de antiséptico (Betadine o similar).
- Gasas estériles (10 sobres de 5 gasas cada uno).
- Rollo de esparadrapo.
- Caja de tiritas (30 unidades).

- Vendas de tamaño grande (6 rollos).
- Vendas de tamaño pequeño (6 rollos).
- Vendas elásticas de tamaño grande (2 rollos).
- Caja de comprimidos de Paracetamol de 500 mg.
- Fármaco espasmolítico.
- Tubo de crema antiinflamatoria.
- Tubo de crema para quemaduras.
- Tijeras.

El botiquín será revisado y repuesto si fuera necesario semanalmente.

- Asistencia a accidentados:

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Es muy conveniente disponer en la obra y en sitio bien visible, de una lista de los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

- Reconocimiento médico:

Todo personal que empiece a trabajar en obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año. A pesar de ello, se velará por el respeto a la intimidad y la dignidad del trabajador, así como por la confidencialidad de toda la información médica.

## **13.- PLAN DE EMERGENCIA**

### **13.1.- ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE**

Cuando ocurra algún accidente que precise de asistencia facultativa el jefe de obra de la contrata principal llevará a cabo una investigación del mismo y realizará un informe del mismo que entregará a la dirección facultativa de la obra al día siguiente del accidente como tarde. En él se incluirán al menos los siguientes datos:

- Nombre y categoría laboral del accidentado.
- Fecha, hora y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas topes para la realización de dichas medidas.

La dirección facultativa podrá aprobar dicho informe o plantear medidas complementarias a las mencionadas en éste.

### 13.2.- LUCHA CONTRA INCENDIOS

Se dispondrá de extintores en cada vehículo así como en otras zonas de libre acceso para los trabajadores. Estos serán adecuados para los tipos de fuegos que previsiblemente puedan darse en la obra y estarán cargados y revisados convenientemente.

### 13.3.- EVACUACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El encargado de obra o el vigilante de seguridad facilitarán en cada momento una relación de servicios próximos al lugar de trabajo en la que se incluyan los datos de los centros asistenciales más próximos así como los teléfonos de interés en caso de emergencia (bomberos, ambulancias, taxis, etc.)

## 14.- **NORMATIVA APLICABLE RELATIVA A SEGURIDAD Y SALUD**

Básica:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones previstas en la Ley 54/2003 y, en general, aquellas disposiciones de carácter normativo que la desarrollan.
- Real Decreto 1627/1997, que regula las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 171/2004, regulador de la organización de la coordinación de las actividades preventivas.
- Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y asimismo el Reglamento 1109/2007 que desarrolla dicha disposición normativa.
- Convenio colectivo nacional del sector de la construcción del 2007 (en materia de Información y Formación en materia preventiva según el tipo de trabajo a realizar).
- Real Decreto 1971/2007, que regula el Código Técnico de Edificación, en todo aquello que afecte al Plan de Autoprotección del Edificio en relación con el uso que se da a la instalación.

General:

- Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Ley 54/2003.
- Reglamento de los Servicios de Prevención. RD 39/97.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud laboral. RD 485/97.
- Modelo de libro de incidencias. Orden del 20-09-86.
- Modelo de notificación de accidentes de trabajo. Orden 16-12-87.
- Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. Orden 20-05-52.

- Cuadro de enfermedades profesionales. RD 1995/78.
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden 09-03-71.
- Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones. Orden 31- 08-87.
- Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos. RD 1316/89.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas.

RD 487/97.

- Estatuto de los trabajadores. Ley 8/80.
- Regulación de la jornada laboral. RD 2001/83.
- Formación de comités de seguridad. RD 423/71.
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos. RD 374/2001.
- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

RD 614/2001.

- Disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. RD 1435/92.
- Ley de la edificación 38/99.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. RD 2177/2004.

Equipos de protección individual (EPI):

- Condiciones comerc. y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE). RD 1407/92.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual. RD 773/97.
- EPI contra caída de altura. UNE-EN-341.
- Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo. UNE-EN- 344/A1.
- Especificaciones calzado seguridad uso profesional. UNE-EN-345/A1.
- Especificaciones calzado protección uso profesional. UNE-EN-346/A1.
- Especificaciones calzado trabajo uso profesional. UNE-EN-347/A1

Instalaciones y equipos de obra:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo. RD 1215/97.
- MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Orden 31-10-73

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

## ANEJO 10: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Índice del estudio básico de impacto ambiental

1. IMPACTO AMBIENTAL RELACIONADO CON EL FUNCIONAMIENTO
2. IMPACTO AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN
3. EMISIONES EVITADAS POR EL USO DE SISTEMA FOTOVOLTAICOS

Las instalaciones de conexión a red tienen un impacto medioambiental que podemos considerar prácticamente nulo. Si analizamos diferentes factores, como son el ruido, emisiones gaseosas a la atmósfera, destrucción de flora y fauna, residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento, veremos que su impacto, solo se limitará a la fabricación pero no al funcionamiento.

### 1.- IMPACTO AMBIENTAL RELACIONADO CON EL FUNCIONAMIENTO

#### **Ruidos**

- *Módulos fotovoltaicos*: La generación de energía de los módulos fotovoltaicos, es un proceso totalmente silencioso.

- *Inversor*: trabaja a alta frecuencia no audible por el oído humano.

#### **Emisiones gaseosas a la atmósfera**

La forma de generar de un sistema fotovoltaico, no requiere ninguna combustión para proporcionar energía, solo de una fuente limpia como es el sol.

#### **Destrucción de flora y fauna**

Ninguno de los equipos de la instalación tiene efecto de destrucción sobre la flora o fauna.

#### **Residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento**

Para funcionar los equipos de la instalación no necesitan verter nada al sistema de saneamiento, la refrigeración se realiza por convección natural.

## **2.- IMPACTO AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN**

En todo proceso de fabricación de módulos fotovoltaicos, componentes electrónicos para los inversores, estructuras, cables, etc. Es donde las emisiones gaseosas a la atmósfera y vertidos al sistema de saneamiento, pueden tener mayor impacto sobre el medio.

Los residuos tóxicos y peligrosos están regulados por el Real Decreto 833/1988 de 20 de Julio. En este documento se encuentra reglamentadas las actuaciones en materia de eliminación de este tipo de residuos, que se resume en un correcto etiquetado y en su almacenamiento hasta la retirada por empresas gestoras de residuos, ya que no se pueden verter al sistema de saneamiento.

Esto se traduce en costes asociados a los procesos de fabricación de manera que el diseño de procesos hay que tener en cuenta los posibles residuos. Los principales residuos de esta clase son: disoluciones de metales, aceites, disolventes orgánicos restos de los dopantes y los envases de las materias primas que han contenido estos productos.

Los ácidos y los álcalis empleados en los procesos de limpieza pertenecen a la clase de residuos que se eliminan a través del sistema integral de saneamiento. Estos están regulados por la ley 10/1993 de 26 de Octubre. Esta ley limita las concentraciones máximas de contaminantes que es posible verter, así como la temperatura y el pH. Las desviaciones con respecto a los valores marcados por la ley se reflejan en el incremento de la tasa de depuración. En cuanto a la energía consumida en el proceso de fabricación tenemos el dato que en un tiempo entre 4 y 7 años los módulos fotovoltaicos devuelven la energía consumida en la fabricación, muy inferior a la vida prevista para estos que es superior a los 20 años.

## **3.- EMISIONES EVITADAS POR EL USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

- Los sistemas fotovoltaicos solo generan emisiones en fase de fabricación directa y sobre todo, indirectamente, por la energía invertida.
- Una vez amortizada la inversión energética, la energía producida durante el resto de su vida útil (la energía neta) está libre de emisiones.
- Por tanto, se evitan las emisiones que se producirían si se generara esta energía con energía convencional.

A parte del punto de vista económico, las instalaciones solares fotovoltaicas se están implantando sobre todo por consideraciones ecológicas. El balance desde este punto de vista es totalmente favorable, tanto en reducción de emisiones, como en el balance energético.

Todos los Kwh. que se generan con un sistema fotovoltaico equivalen a un ahorro de energía generada con otras fuentes de energía, con toda probabilidad con mayor o

menor grado de poder contaminante, lo que conlleva, por lo tanto, a una reducción de emisiones. La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> ha sufrido un considerable aumento en el siglo XX, especialmente en sus últimas décadas. Antes de la revolución Industrial la concentración de CO<sub>2</sub> en la Atmósfera era de unas 280 partes por millón. (0,028%). Ahora en la actualidad alcanza unas 400 partes por millón (0,04) es por esta razón, que este gas que produce el efecto invernadero, e incide gravemente en el cambio climático de la tierra cualquier reducción de emisiones del mismo comporta beneficios ambientales muy significativos. Para calcular el ahorro de CO<sub>2</sub> que se obtiene gracias a la generación de Kw. de un sistema fotovoltaico, podemos utilizar la emisión media por unidad de Kw. eléctrico generado en España, que se considera que es aproximadamente de 0,464 Kg. de CO<sub>2</sub> por Kwh. eléctrico generado.

En nuestro caso, para la cubierta solar fotovoltaica conectada a red y con una producción anual estimada 50.000 KW./año el ahorro total de CO<sub>2</sub> será: 23200 Kg = 23,2 Tn.

### Energía cautiva de los paneles fotovoltaicos

La energía cautiva, o también llamada energía incorporada, es la energía consumida en todo el proceso de producción de un producto, desde el diseño, la obtención de las materias primas, la construcción, el transporte... En el caso de los paneles fotovoltaicos la mayor parte de la energía se consume en el proceso de confección de las células de silicio cristalino (alrededor del 93% de la energía total).

### ¿Cuanto tardamos en recuperar la energía invertida?

El tiempo de recuperación de la energía invertida, **EPBT**, (*Energy PayBack Time*) se calcula dividiendo la energía cautiva de un panel entre la tasa de generación energética del sistema.

$$\text{EPTB} = \text{Energía cautiva (Kwh)} / \text{Generación energética anual (Kwh/año)}$$

| Emisiones de CO <sub>2</sub> globales de una instalación fotovoltaica de 1 kW |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tipo de módulo                                                                | Emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub> |
| Silicio policristalino                                                        | 2,06                                      |
| Silicio monocristalino                                                        | 2,45                                      |
| Capa fina (CdTe)                                                              | 1,06                                      |

Fuente: elaboración propia a partir de Fthenakis y Alsema, 2006.  
 Nota: se considera una producción media de 1.600 kWh por kW instalado

$$\text{Energía cautiva} = 2,45\text{tCO}_2 * 23,21\text{tCO}_2 = 56,84 \text{ CO}_2$$

$$\text{EPTB} = 56,84\text{tCO}_2 / 23,2\text{tCO}_2 = 2,45 \text{ años}$$



En conclusión, las emisiones de CO<sub>2</sub> que se generan en la producción de nuestra instalación es de tal envergadura que se compensan en un período aproximado de apenas 2 años y medio.

### **Podemos mejorar el EPBT de nuestras placas**

Aún así, tenemos que tener en cuenta que el EPBT variará según la radiación solar disponible en cada zona del planeta. Sin embargo, podemos afirmar que el EPBT medio global es de uno a tres años (algo más que la media sur europea, de 1 a 2 años). El tiempo de recuperación de la energía invertida también se minimizará con un mantenimiento e instalación adecuados. Es importante tener en cuenta el tamaño de los cables, la posición del panel para que reciba la máxima radiación posible y que esté aireado para que no se caliente demasiado la célula, cuidar que no crezcan plantas a su alrededor que le hagan sombras y mantenerlo libre de polvo.

Afortunadamente, la energía solar fotovoltaica es viable energéticamente, pero tenemos que tener en cuenta que las células están fabricadas con materiales como silicio, seleniuros de cobre y telurio de cadmio entre otros, y algunos de estos materiales ya empiezan a escasear en la corteza terrestre. Además, metales como el cadmio o el aluminio pueden ser muy tóxicos para el medio. Como en todo, un uso no controlado de esta tecnología sería perjudicial para el medio ambiente y para la salud, y conllevaría el riesgo de un uso irresponsable del territorio y de las materias primas. Ahora que nos enfrentamos a un próximo agotamiento de los combustibles fósiles, al calentamiento global producido por la combustión de éstos, y a desigualdades energéticas en todo el mundo, la energía solar tiene que tomar un papel importante, buscando siempre la manera más sostenible de implantarla.

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

# PLANOS

## INDICE

- Nº 1: Situación (Escala 1:200.000)
- Nº 2: Emplazamiento (Escala 1:1.000)
- Nº 3: Planta General (Escala s/e)
- Nº 4: Planta General Cubierta (Escala 1:100)
- Nº 5: Alzados – Colocación Módulos (Escala 1:100)
- Nº 6: Detalles (Escala: 1/20)
- Nº 7: Esquema Unifilar Instalación (Escala: s/e)

















# PLIEGO DE CONDICIONES

## PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

### DISPOSICIONES GENERALES

#### **Naturaleza y objeto del pliego general**

Artículo 1. El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto arquitectónico, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al ingeniero y al aparejador o ingeniero técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### **Documentación del contrato de obra**

Artículo 2. Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2º El pliego de condiciones particulares.
- 3º El presente pliego general de condiciones.
- 4º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## **DISPOSICIONES FACULTATIVAS**

### **Delimitación general de funciones técnicas**

#### **DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES**

##### **Artículo 3. Ámbito de aplicación de la Ley de Ordenación de la Edificación**

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o ingeniero y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero, ingeniero técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

## EL PROMOTOR

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

## EL PROYECTISTA

Artículo 4. Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero, ingeniero técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

## EL CONSTRUCTOR

Artículo 5. Son obligaciones del constructor:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el plan de seguridad y salud 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 y salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o ingeniero técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- l) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar al aparejador o ingeniero técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra, a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

## EL DIRECTOR DE OBRA

Artículo 6. Corresponde al director de obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero, ingeniero técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, junto al aparejador o ingeniero técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- g) Comprobar, junto al aparejador o ingeniero técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

## EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Artículo 7. Corresponde al aparejador o ingeniero técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de

personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.

e) Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.

f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del ingeniero y del constructor.

g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

h) Realizar o disponer las pruebas y 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, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al ingeniero.

i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.

m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.



- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

## EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

## LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Artículo 8. Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

### **De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista**

#### VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 9. 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.

#### PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Artículo 10. El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del aparejador o ingeniero técnico de la dirección facultativa.

#### PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD

Artículo 11. El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el ingeniero o aparejador de la dirección facultativa.

#### OFICINA EN LA OBRA

Artículo 12. 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 y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.
- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

## REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

Artículo 13. El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

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.

## PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

Artículo 14. El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero o al aparejador o ingeniero técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Artículo 15. Es obligación de la contrata el ejecutar cuando 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.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total del presupuesto en más de un 10%.

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

Artículo 16. El constructor podrá requerir del ingeniero o del aparejador o ingeniero técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos 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 tanto del aparejador o ingeniero técnico como 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 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

## RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Artículo 17. 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 o del aparejador o ingeniero técnico, 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 obligatorio para este tipo de reclamaciones.

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

Artículo 18. El constructor no podrá recusar a los ingenieros, aparejadores 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.

## FALTAS DEL PERSONAL

Artículo 19. 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.

#### SUBCONTRATAS

Artículo 20. 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.

#### **Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación**

#### DAÑOS MATERIALES

Artículo 21. Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

#### RESPONSABILIDAD CIVIL

Artículo 22. La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

### **Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

#### CAMINOS Y ACCESOS

Artículo 23. El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El aparejador o ingeniero técnico podrá exigir su modificación o mejora.

#### REPLANTEO

Artículo 24. 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 considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador o ingeniero técnico y una vez esto 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.

#### INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 25. 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 aquellos 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 y al aparejador o ingeniero técnico del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

#### ORDEN DE LOS TRABAJOS

Artículo 26. En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

#### FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

Artículo 27. 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.

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

Artículo 28. 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, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

## PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Artículo 29. 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.

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

Artículo 30. El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras 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.

## CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 31. 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 entreguen el ingeniero o el aparejador o ingeniero técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

## DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

Artículo 32. 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, entregándose: uno, al ingeniero; otro, al aparejador; 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.

## TRABAJOS DEFECTUOSOS

Artículo 33. 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 ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador o ingeniero técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador o ingeniero técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, 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 antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean 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 ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero de la obra, quien resolverá.

## VICIOS OCULTOS

Artículo 34. Si el aparejador o ingeniero técnico 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, dando cuenta de la circunstancia al ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

## MATERIALES Y APARATOS. SU PROCEDENCIA

Artículo 35. 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 antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al aparejador o ingeniero técnico una lista completa de los materiales y

aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

Artículo 36. A petición del ingeniero, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

#### MATERIALES NO UTILIZABLES

Artículo 37. 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 aparejador o ingeniero técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Artículo 38. Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero a instancias del aparejador o ingeniero técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Artículo 39. 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.

## LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Artículo 40. 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 buen aspecto.

## OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

Artículo 41. 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.

### **De las recepciones de edificios y obras anejas**

## ACTA DE RECEPCIÓN

Artículo 42. La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (ingeniero) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos 30 días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

## RECEPCIÓN PROVISIONAL

Artículo 43. Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del ingeniero y del aparejador o ingeniero técnico. 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.

Practicado 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 de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, 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.

## DOCUMENTACIÓN FINAL

Artículo 44. El ingeniero, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad.

Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, que ha de ser encargado por el promotor y será entregado a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

a) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el CTE se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio de ingenieros.

b) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

c) CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo

complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
  
- Relación de los controles realizados.

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

Artículo 45. Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el aparejador o ingeniero técnico 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 (según lo estipulado en el artículo 6 de la LOE).

#### PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 46. El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

#### CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Artículo 47. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### RECEPCIÓN DEFINITIVA

Artículo 48. 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 normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 49. 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.

## RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

Artículo 50. 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 reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del ingeniero director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## DISPOSICIONES ECONÓMICAS

### **Principio general**

Artículo 51. 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.

### **Fianzas**

Artículo 52. El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

## FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA

Artículo 53. 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 y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un 4% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

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 y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de 30 días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

## EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Artículo 54. 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 bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

## DEVOLUCIÓN DE FIANZAS

Artículo 55. La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días 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...

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

Artículo 56. 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.



## **De los precios**

### COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Artículo 57. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

#### a) COSTES DIRECTOS

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

#### b) 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.

#### c) GASTOS GENERALES

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 (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

#### d) BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

#### e) PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

#### f) PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

#### PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

Artículo 58. 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 % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

#### PRECIOS CONTRADICTORIOS

Artículo 59. 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 determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, 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.

#### RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Artículo 60. 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.

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

Artículo 61. En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras

ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

#### REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Artículo 62. Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

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 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

#### ACOPIO DE MATERIALES

Artículo 63. El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene 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.

#### **Obras por administración**

##### ADMINISTRACIÓN

Artículo 64. Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

##### a) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Artículo 65. se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio ingeniero director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista.

## b) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Artículo 66. Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- 1) Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del ingeniero director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- 2) Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

## LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 67. Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el aparejador o ingeniero técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

#### ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Artículo 68. Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o ingeniero técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

Artículo 69. No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al ingeniero director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Artículo 70. Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al ingeniero director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el ingeniero director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

Artículo 71. En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

### **Valoración y abono de los trabajos**

#### FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Artículo 72. 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 efectuará así:

- 1) 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.
- 2) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, 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 medición y valoración de las diversas unidades.

- 3) 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 al caso anterior.

- 4) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.

- 5) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

## RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

Artículo 73. 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 aparejador.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, 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 aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 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 referida en 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 cien que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

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 el caso de que el ingeniero director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

## MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Artículo 74. 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 cualquiera 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 corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Artículo 75. 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:

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

## ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Artículo 76. Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.



Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

## PAGOS

Artículo 77. 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.

## ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 78. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- 1) 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.
- 2) Si se 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.
- 3) 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.

## **Indemnizaciones mutuas**

### INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 79. 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, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### Varios

#### MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA.

Artículo 76. No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el ingeniero director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES

Artículo 77. Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del ingeniero director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha

resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## SEGURO DE LAS OBRAS

Artículo 78. 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 le 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.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la LOE.

## CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Artículo 79. Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra 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 y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

#### USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

#### PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

#### GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Artículo 81. El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la LOE (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda, según disposición adicional segunda de la LOE), teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 1 año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 3 años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el artículo 3 de la LOE.

c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 10 años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

## **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

#### **Condiciones generales**

##### Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

##### Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### Artículo 3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

##### Artículo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Ingenieros en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### **Condiciones que han de cumplir los materiales**

##### Artículo 1. Instalaciones eléctricas

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.
- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

#### a) CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

#### b) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

#### c) IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

#### d) TUBOS PROTECTORES

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

#### e) CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizarán siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

#### f) APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

#### g) APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C.



Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vaya alojado en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

#### h) PUNTOS DE UTILIZACIÓN

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m<sup>2</sup> de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

#### i) PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

#### j) CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la instrucción ITC-BT-16 y la norma u homologación de la compañía suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.

Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m, y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m, según la instrucción ITC-BT-16, artículo 2.2.1.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-14.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberán instalar de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC-BT-27, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha. Grado de protección IPX7. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. No se permiten mecanismos. Aparatos fijos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

- Volumen 1

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y el plano vertical alrededor de la bañera o ducha. Grado de protección IPX4; IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo e IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc.

- Volumen 2

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1, el plano horizontal y el plano vertical exterior a 0,60 m y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo. Grado de protección igual que en el volumen 1. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos igual que en el volumen 1.

- Volumen 3

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 2, el plano vertical situado a una distancia 2,4 m de éste y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m de él. Grado de protección IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. Se permiten como mecanismos las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA. Se permiten los aparatos fijos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecorrientes, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.

Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Artículo 2. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES CONECTADAS A RED

## Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el siguiente apartado. El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

## Generalidades

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución.

## Definiciones

### RADIACIÓN SOLAR

- *Radiación solar* → Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- *Irradiancia* → Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en  $\text{kW/m}^2$ .
- *Irradiación* → Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en  $\text{kWh/m}^2$ .

### INSTALACIÓN

- *Instalaciones fotovoltaicas* → Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- *Instalaciones fotovoltaicas interconectadas* → Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- *Línea y punto de conexión y medida* → La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

- *Interruptor automático de la interconexión* → Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- *Interruptor general* → Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- *Generador fotovoltaico* → Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- *Rama fotovoltaica* → Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie – paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- *Inversor* → Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- *Potencia nominal del generador* → Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- *Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal* → Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

## MÓDULOS

- Célula solar o fotovoltaica → Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE) → Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- Módulo o panel fotovoltaico → Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM) → Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
  - - Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
    - Distribución espectral: A M 1,5 G
    - Temperatura de célula: 25 °C
- Potencia pico → Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- TONC → Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de  $800\text{W/m}^2$  con distribución espectral A M 1,5 G, la temperatura ambiente es de  $20^\circ\text{C}$  y la velocidad del viento de  $1\text{ m/s}$ .

## Diseño

### DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

|                            | Orientación e inclinación<br>(OI) | Sombras<br>(S) | Total<br>(OI + S) |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| General                    | 10%                               | 10%            | 15%               |
| Superposición              | 20%                               | 15%            | 30%               |
| Integración arquitectónica | 40%                               | 20%            | 50%               |

### DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de  $5\text{ kWp}$ .
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de  $5\text{ kW}$ .

Los datos se representarán en forma de medias horarias.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.



## **Componentes y materiales**

### GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

### SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE – EN 61215 para módulos de silicio cristalino, 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:

- 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 IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- 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  $\pm 10\%$  de los valores nominales.

- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o 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, se instalarán 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.

### ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte de módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE – AE – 88.

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.

La estructura soporte será calculada según la norma MV – 103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

## INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren se adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- 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 magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

- 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 IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

### CABLEADO

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%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

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.

### CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones cumplirán con el RD 1663/2000 (artículo 8 y 9) sobre conexión de de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 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.

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 ( $1,1 U_n$  y  $0,85 U_n$  respectivamente) serán para cada fase.

#### PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

#### ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **Recepción y pruebas**

El instalador entregará al usuario un documento – albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento de fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones, serán como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá enseñar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

### **Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento**

#### GENERALIDADES

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

#### PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo → Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo → Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados más adelante, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de los equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por el personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## GARANTÍAS

Ámbito general de la garantía:

- Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.
- 

Plazos:

- El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas:

- La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía:

- La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.



Lugar y tiempo de la prestación:

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

# PRESUPUESTO

## MEDICIONES

| Número de las partidas                          | DESIGNACIÓN                                                           | Partes iguales | DIMENSIONES |         |        | RESULTADOS |         | Clase de las unidades |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|---------|--------|------------|---------|-----------------------|
|                                                 |                                                                       |                | Longitud    | Anchura | Altura | Parciales  | Totales |                       |
| <b><u>Capítulo I: Paneles fotovoltaicos</u></b> |                                                                       |                |             |         |        |            |         |                       |
| 1.1                                             | Paneles fotovoltaicos de 210 W                                        | 170            |             |         |        | 170        | 170     | Ud.                   |
| 1.2                                             | Inversor de 20 kW                                                     | 2              |             |         |        | 2          | 2       | Ud.                   |
| <b><u>Capítulo II: Varios</u></b>               |                                                                       |                |             |         |        |            |         |                       |
| 2.1                                             | Estructura sujeción paneles                                           | 170            |             |         |        | 170        | 170     | Ud.                   |
| 2.2                                             | Cuadro eléctrico                                                      | 1              |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| 2.3                                             | Sistema informático                                                   | 1              |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| <b><u>Capítulo III: Conexión</u></b>            |                                                                       |                |             |         |        |            |         |                       |
| 3.1                                             | Conductor RV 0,6/1kV de aluminio de 3,5x240mm <sup>2</sup> de sección | 1              | 75          |         |        | 75         | 75      | Metros                |
| 3.2                                             | Conexión al Centro de Transformación                                  | 1              |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| <b><u>Capítulo IV: Mano de obra</u></b>         |                                                                       |                |             |         |        |            |         |                       |
| 4.1                                             | Seguridad y salud                                                     | 1              |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| 4.2                                             | Ingeniería                                                            | 1              |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| <b><u>Capítulo V: Desmantelación</u></b>        |                                                                       |                |             |         |        |            |         |                       |
| 5.1                                             | Mano de obra                                                          |                |             |         |        | 2          | 2       | Ud.                   |
| 5.2                                             | Carretilla elevadora                                                  |                |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |
| 5.3                                             | Transporte                                                            |                |             |         |        | 1          | 1       | Ud.                   |

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

## CUADROS DE PRECIO

| Número de las partidas                          | DESIGNACIÓN                                                                     | PRECIOS EN LETRA                                       | PRECIOS EN CIFRA |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| <b><u>Capítulo I: Paneles fotovoltaicos</u></b> |                                                                                 |                                                        |                  |
| 1.1                                             | Ud. de paneles fotovoltaicos de 210 W                                           | Setecientos cincuenta euros                            | 750,00 €         |
| 1.2                                             | Ud. de inversor de 20kW                                                         | Veinte mil trescientos un euros                        | 20.301,00 €      |
| <b><u>Capítulo II: Varios</u></b>               |                                                                                 |                                                        |                  |
| 2.1                                             | Ud. de estructura de sujeción de paneles                                        | Ciento setenta y un euros                              | 171,00 €         |
| 2.2                                             | Ud. de cuadro eléctrico                                                         | Siete mil novecientos treinta euros                    | 7.930,00 €       |
| 2.3                                             | Ud. de sistema informático                                                      | Tres mil cuatrocientos dieciséis euros                 | 3.416,00 €       |
| <b><u>Capítulo III: Conexión</u></b>            |                                                                                 |                                                        |                  |
| 3.1                                             | Metros de conductor RV 0,6/1kV de aluminio de 3,5x240mm <sup>2</sup> de sección | Cuarenta y cinco con cincuenta y cinco euros           | 45,55 €          |
| 3.2                                             | Ud. de conexión al centro de transformación                                     | Dos mil ochocientos setenta y seis con cincuenta euros | 2876,50 €        |
| <b><u>Capítulo IV: Mano de obra</u></b>         |                                                                                 |                                                        |                  |
| 4.1                                             | Ud. de seguridad y salud                                                        | Tres mil veintisiete euros                             | 3.027,00 €       |
| 4.2                                             | Ud. de Ingeniería                                                               | Doce mil quinientos setenta y nueve euros              | 12.579,00 €      |
| <b><u>Capítulo V: Desmantelación</u></b>        |                                                                                 |                                                        |                  |
| 5.1.                                            | Ud. mano de obra                                                                | Tres mil euros                                         | 3.000,00 €       |
| 5.2                                             | Ud. de maquinaria                                                               | Mil doscientos euros                                   | 1.200,00 €       |
| 5.3.                                            | Ud. de transporte                                                               | Seiscientos euros                                      | 600,00 €         |

Blacos, 18 de julio de 2018  
La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

## PRESUPUESTO PARCIAL

| Números de unidades | DESIGNACIÓN                                                                     | Precio de las unidades | IMPORTES  |          |         |          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|----------|---------|----------|
|                     |                                                                                 |                        | PARCIALES |          | TOTALES |          |
|                     |                                                                                 |                        | Euros     | Céntimos | Euros   | Céntimos |
| 170                 | Ud. de paneles fotovoltaicos de 210W                                            | 750,00                 | 127.500   | 00       |         |          |
| 2                   | Ud. de inversor de 20kW                                                         | 20.301,00              | 40.602    | 00       |         |          |
| 170                 | Ud. de estructura de sujeción de paneles                                        | 171,00                 | 29.070    | 00       |         |          |
| 1                   | Ud. de cuadro eléctrico                                                         | 7.930,00               | 7.930     | 00       |         |          |
| 1                   | Ud. de sistema informático                                                      | 3.416,00               | 3.416     | 00       |         |          |
| 75                  | Metros de conductor RV 0,6/1kV de aluminio de 3,5x240mm <sup>2</sup> de sección | 45,55                  | 3.416     | 25       |         |          |
| 1                   | Ud. de conexión al centro de transformación                                     | 2.876,50               | 2.876     | 50       |         |          |
| 1                   | Ud. de seguridad y salud                                                        | 3.027,00               | 3.027     | 00       |         |          |
| 1                   | Ud. de Ingeniería                                                               | 12.579,00              | 12.579    | 00       |         |          |
| 2                   | Ud. de mano de obra                                                             | 3.000,00               | 6.000     | 00       |         |          |
| 1                   | Ud. de maquinaria                                                               | 1.200,00               | 1.200     | 00       |         |          |
| 1                   | Ud. de transporte                                                               | 600,00                 | 600       | 00       | 238.216 | 75       |

Blacos, 18 de julio de 2018

La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

## PRESUPUESTO GENERAL

|                                                |                     |
|------------------------------------------------|---------------------|
| Total .....                                    | 238.216,75 €        |
| Plan de seguridad (1,4% del presupuesto) ..... | 3.335,03 €          |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>          | <b>241.551,78 €</b> |

El presente presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de: Doscientos cuarenta y un mil quinientos cincuenta y un euros y setenta y ocho céntimos (241.551,78 €).

Blacos, 18 de julio de 2018  
La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (I.V.A. INCLUIDO)

Al presupuesto de Ejecución Material hay que añadirle:

|                                                       |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| 16% de Gastos Generales (16% de 241.551,78 €) .....   | 38.648,28 € |
| 6% de Beneficio Industrial (6% de 241.551,78 €) ..... | 14.493,11 € |
| Total .....                                           | 53.141,39 € |

Nos queda la cantidad de 294.693,17 €, a la que tenemos que añadirle también:

|                                           |             |
|-------------------------------------------|-------------|
| 21% de I.V.A. (21% de 294.693,17 €) ..... | 61.885,56 € |
| Total: 356.578,73 €                       |             |

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de:

*Trescientps cincuenta y seis mil quinientos setenta y ocho euros con setenta y tres céntimos (356.578,73 €).*

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Se aplicarán los porcentajes para los honorarios profesionales, sobre el presupuesto de ejecución material:

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| 3,5% de Proyecto (3,5% de 241.551,78 €) .....          | 8.454,31 €  |
| 3,5% de Dirección de Obra (3,5% de 241.551,78 €) ..... | 8.454,31 €  |
| Total .....                                            | 16.908,62 € |

Este valor se aplicará al presupuesto de ejecución por contrata, por lo que el presupuesto para el conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de:

*Trescientos setenta y tres mil cuatrocientos ochenta y siete euros con treinta y cinco céntimos (373.487,35 €)*

Blacos, 18 de julio de 2018  
La alumna:

Fdo. Alba Gonzalo Martínez