



Universidad de Valladolid

**Escuela Universitaria
de Ingenierías Agrarias**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN
CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE
APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN**

~~~~~

**AUTOR: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: EPIFANIO DÍEZ DELSO**

**SORIA, JULIO DE 2015**



***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 GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN presentado por el alumno D. Diego Rodríguez García da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Soria, ..... de ..... de .....

El Tutor del TFG,

Fdo.: Epifanio Díez Delso



# ***RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO***

TÍTULO: *Instalación de generación eléctrica mediante un campo solar fotovoltaico con grupo electrógeno de apoyo en centro de interpretación*

DEPARTAMENTO: *Ingeniería agrícola y forestal.*

TUTOR(ES): *Epifanio Díez Delso.*

AUTOR: *Diego Rodríguez García.*

## **RESUMEN:**

El presente proyecto tiene como objeto describir una instalación solar fotovoltaica aislada de 3 KWp de potencia que permita la electrificación de un edificio que alberga un centro de interpretación, así como del sistema auxiliar consistente en un grupo electrógeno de 13 KVA que servirá de apoyo en los casos en los que la generación fotovoltaica no sea suficiente. En el proyecto se detallan los diferentes aspectos de la instalación, tanto técnicos, como reglamentarios, así como el diseño, dimensionamiento y cálculos efectuados.

El proyecto se ha realizado conforme con la normativa en vigor, y en especial, según lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta también lo dispuesto en el “*pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red*” del IDAE, así como en el manual del proyectista de energía solar fotovoltaica editado por la junta de Castilla y León dentro de su plan solar.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es el uso de las instalaciones, que se describirá con mayor detalle más adelante, y que prevé una utilización fundamentalmente en verano, vacaciones, puentes y fines de semana.

La instalación generadora deberá dar soporte a todos los receptores previstos, tanto directamente asociados con los objetivos expositores, como iluminación, ordenadores, proyectores, televisiones, etc., como con las instalaciones auxiliares necesarias: calefacción, ventilación, plataforma elevadora para discapacitados, etc. El proyecto actual tiene encomendado el diseño y dimensionado la instalación de generación, pero no la instalación de consumo, acabando por tanto en el cuadro general, que será el comienzo de la instalación interior.

Es importante hacer notar la importancia de la plataforma elevadora para discapacitados, puesto que a pesar de estar planificado un uso mínimo de la misma, condiciona enormemente el diseño del sistema, por la gran potencia de arranque demandada.

Las instalaciones contempladas tienen un presupuesto de **29.003,80 €** euros y un plazo de ejecución de **15 días** incluyendo la instalación, configuración y pruebas.



# Índice del Trabajo Fin de Grado

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| MEMORIA.....                                                | 9   |
| 1 – Objeto del proyecto.....                                | 13  |
| 2 – Datos generales de la instalación y los agentes.....    | 14  |
| 3 – Naturaleza del proyecto.....                            | 14  |
| 4 – Emplazamiento.....                                      | 14  |
| 5 – Antecedentes.....                                       | 15  |
| 6 – Bases del proyecto.....                                 | 15  |
| 7 – Justificación de la solución adoptada.....              | 17  |
| 8 – Ingeniería del proyecto.....                            | 32  |
| 9 – Memoria constructiva.....                               | 39  |
| 10 – Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación..... | 39  |
| 11 – Programación de las obras y puesta en marcha.....      | 40  |
| 14 – Estudio económico.....                                 | 40  |
| 15 – Resumen del presupuesto.....                           | 41  |
| ANEJOS A LA MEMORIA.....                                    | 43  |
| ANEJO I - CÁLCULO DE CONSUMOS.....                          | 47  |
| ANEJO II - DIMENSIONADO DEL CAMPO DE CAPTACIÓN.....         | 51  |
| ANEJO III - DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN.....    | 61  |
| ANEJO IV - ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS.....                 | 67  |
| ANEJO V - GESTIÓN DE RESIDUOS.....                          | 71  |
| ANEJO VI - ESTUDIO ECONÓMICO.....                           | 75  |
| ANEJO VII - ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....        | 79  |
| PLANOS.....                                                 | 109 |
| Plano 1 – Localización.....                                 | 113 |
| Plano 2 – Emplazamiento.....                                | 115 |
| Plano 3 – Plano de parcela.....                             | 117 |
| Plano 4 – Esquema unifilar.....                             | 119 |
| Plano 5 – Ubicación equipos.....                            | 121 |
| Plano 6 – Ubicación paneles.....                            | 123 |
| Plano 7 – Vistas acotadas.....                              | 125 |
| PLIEGO DE CONDICIONES.....                                  | 127 |
| 1 – Condiciones Generales.....                              | 131 |
| 2 – Definiciones específicas del proyecto.....              | 135 |
| 3 – Condiciones técnicas.....                               | 137 |
| 4 – Recepción y pruebas.....                                | 144 |
| 5 – Mantenimiento de la instalación.....                    | 144 |
| 6 – Garantías.....                                          | 148 |
| MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....                               | 151 |
| 1 – Mediciones.....                                         | 155 |
| 2 – Presupuesto.....                                        | 156 |



**MEMORIA**



# Tabla de contenidos

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| MEMORIA.....                                                            | 9  |
| 1 – Objeto del proyecto.....                                            | 13 |
| 2 – Datos generales de la instalación y los agentes.....                | 14 |
| 2.1 – Instalación.....                                                  | 14 |
| 2.2 – Agentes.....                                                      | 14 |
| 3 – Naturaleza del proyecto.....                                        | 14 |
| 4 – Emplazamiento.....                                                  | 14 |
| 5 – Antecedentes.....                                                   | 15 |
| 6 – Bases del proyecto.....                                             | 15 |
| 6.1 – Objetivo.....                                                     | 15 |
| 6.2 – Condicionantes.....                                               | 15 |
| 6.2.1 – Condicionantes legales.....                                     | 15 |
| 6.2.2 – Condicionantes ambientales.....                                 | 16 |
| 6.2.3 – Condicionantes del promotor.....                                | 16 |
| 6.3 – Situación actual.....                                             | 16 |
| 7 – Justificación de la solución adoptada.....                          | 17 |
| 7.1 – Datos climáticos.....                                             | 17 |
| 7.2 – Datos de ocupación.....                                           | 21 |
| 7.3 – Datos de consumo. Cálculo de la potencia y demanda eléctrica..... | 22 |
| 7.4 – Configuración de la instalación.....                              | 23 |
| 7.5 – Dimensionado de la instalación.....                               | 24 |
| 7.5.1 – Dimensionado del campo de captación.....                        | 24 |
| 7.5.2 – Dimensionado del sistema de acumulación.....                    | 25 |
| 7.5.3 – Elección del regulador.....                                     | 27 |
| 7.5.4 – Elección del inversor – cargador.....                           | 28 |
| 7.5.4 – Elección del grupo electrógeno auxiliar.....                    | 31 |
| 8 – Ingeniería del proyecto.....                                        | 32 |
| 8.1 – Ingeniería del proceso.....                                       | 32 |
| 8.1.1 – Campo de captación.....                                         | 32 |
| 8.1.1.1 – Conexionado del campo de captación.....                       | 32 |
| 8.1.1.2 – Estructuras de sujeción.....                                  | 32 |
| 8.1.1.3 – Orientación, inclinación y sombreado.....                     | 33 |
| 8.1.2 – Distribución en corriente continua.....                         | 33 |
| 8.1.2.1 – Cableado.....                                                 | 33 |
| 8.1.2.2 – Protecciones.....                                             | 35 |
| 8.1.3 – Puesta a tierra.....                                            | 35 |
| 8.1.5 – Inversor - cargador.....                                        | 36 |
| 8.1.5.1 – Protecciones.....                                             | 36 |
| 8.1.6 – Distribución en corriente alterna.....                          | 37 |
| 8.1.7 – Grupo electrógeno de apoyo.....                                 | 38 |
| 8.2 – Ingeniería de las obras.....                                      | 39 |
| 9 – Memoria constructiva.....                                           | 39 |
| 10 – Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.....             | 39 |
| 11 – Programación de las obras y puesta en marcha.....                  | 40 |
| 14 – Estudio económico.....                                             | 40 |
| 15 – Resumen del presupuesto.....                                       | 41 |



## **1 – Objeto del proyecto.**

El presente proyecto tiene como objeto describir una instalación solar fotovoltaica aislada de 3 KWp de potencia que permita la electrificación de un edificio que alberga un centro de interpretación, así como del sistema auxiliar consistente en un grupo electrógeno de 13 KVA que servirá de apoyo en los casos en los que la generación fotovoltaica no sea suficiente. En el proyecto se detallan los diferentes aspectos de la instalación, tanto técnicos como reglamentarios, así como el diseño, dimensionamiento y cálculos efectuados.

El proyecto se ha realizado conforme con la normativa en vigor, y en especial según lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta también lo dispuesto en el “pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red” del IDAE, así como en el manual del proyectista de energía solar fotovoltaica editado por la junta de Castilla y León dentro de su plan solar.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es el uso de las instalaciones, que se describirá con mayor detalle más adelante, y que prevé una utilización fundamentalmente en verano, vacaciones, puentes y fines de semana.

La instalación generadora deberá dar soporte a todos los receptores previstos, tanto directamente asociados con los objetivos expositores como iluminación, ordenadores, proyectores, televisiones, etc., como con las instalaciones auxiliares necesarias: calefacción, ventilación, plataforma elevadora para discapacitados, etc. El proyecto actual tiene encomendado el diseño y dimensionado de la instalación de generación pero no la instalación de consumo, acabando por tanto en el cuadro general que será el comienzo de la instalación interior.

Es importante hacer notar la importancia de la plataforma elevadora para discapacitados, puesto que a pesar de estar planificado un uso mínimo de la misma condiciona enormemente el diseño del sistema por la gran potencia de arranque demandada.

## **2 – Datos generales de la instalación y los agentes.**

### **2.1 – Instalación.**

|                           |                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------|
| Tipo de instalación:      | Fotovoltaica aislada con apoyo de grupo electrógeno. |
| Tipología de usuario:     | Centro de interpretación de la naturaleza.           |
| Ubicación:                | Valle de Iruelas, Ávila                              |
| Situación de los paneles: | Integrado sobre tejado.                              |
| Tipo de estructura:       | Fija.                                                |

### **2.2 – Agentes.**

|                   |                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Promotor:         | El promotor es el propietario del edificio.        |
| Proyectista:      | El proyectista es el estudiante Diego Rodríguez.   |
| Constructor:      | A determinar por el promotor en fase de ejecución. |
| Director de obra: | Dirigirá la obra el estudiante Diego Rodríguez.    |

## **3 – Naturaleza del proyecto.**

Este es un proyecto de diseño e instalación de un sistema de abastecimiento eléctrico para proveer a un centro de interpretación ubicado en el valle de Iruelas, Ávila. Debido a la naturaleza aislada del centro se deberá diseñar un sistema electrógeno autónomo, el modelo elegido consiste en un sistema solar fotovoltaico apoyado por un grupo electrógeno auxiliar.

## **4 – Emplazamiento.**

El centro de interpretación sobre el que se realiza el presente proyecto esta ubicado en la reserva natural del Valle de Iruelas, en la provincia de Ávila. El objetivo del mismo es mostrar las diversas etapas de la cría de la trucha dentro de un entorno privilegiado, aprovechando asimismo para la realización de exposiciones, así como la proyección de documentales, realización de conferencias, etc.

El uso previsto del centro será fundamentalmente en verano, vacaciones, puentes y fines de semana.

## **5 – Antecedentes.**

El promotor proyecta crear un centro de interpretación de la naturaleza en el valle de Iruelas, Ávila. Para ello, pretende rehabilitar un edificio utilizado antiguamente para dar servicio a una piscifactoría.

Debido al aislamiento del edificio, uno de los requerimientos imprescindibles es dotarle de suministro eléctrico, para lo cual se ha planteado una generación autónoma.

## **6 – Bases del proyecto.**

### **6.1 – Objetivo.**

El objetivo del proyecto es el diseño de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red que permita el abastecimiento eléctrico del centro de interpretación, así como el dimensionado del sistema auxiliar consistente en un grupo electrógeno que servirá de apoyo en los casos en los que la generación fotovoltaica no sea suficiente.

### **6.2 – Condicionantes.**

#### **6.2.1 – Condicionantes legales.**

- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red del IDAE.
- Manual del proyectista de energía solar fotovoltaica de la junta de Castilla y León.
- UNE 37501.
- UNE 37508.
- Documento de Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación.
- RD 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (REBT) y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- RD 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 485/1997 de disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

- RD 487/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- RD 773/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 16/2002 de 1 de julio de Prevención y Control integrados de la Contaminación.
- Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 88/67 de 8 de Noviembre, Sistema Internacional de unidades de medida.
- UNE-EN 61215 módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre.

#### **6.2.2 – Condicionantes ambientales.**

El factor ambiental que más condiciona el proyecto es la irradiación solar, pues es fundamental para un correcto dimensionado del sistema y tiene una relación directa con la producción eléctrica del mismo.

#### **6.2.3 – Condicionantes del promotor.**

El promotor no tiene condicionantes adicionales.

#### **6.3 – Situación actual.**

Actualmente el edificio objeto del proyecto se encuentra en rehabilitación y no cuenta con suministro eléctrico.

Se planea finalizar la ejecución del presente proyecto antes de que las obras de rehabilitación terminen.

## 7 – Justificación de la solución adoptada.

La solución elegida para este proyecto se justifica mediante el estudio de los datos climáticos, de ocupación y consumo y se alcanza mediante los estudios técnicos basados en los mismos.

### 7.1 – Datos climáticos.

Los valores necesarios han sido obtenidos de la la plataforma web del instituto europeo de energía y transporte: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.

Conociendo la localización del centro (40.376979, -4.566949) y eligiendo los parámetros acordes con nuestro proyecto y necesidades, obtenemos los siguientes valores:

The screenshot displays the PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) web interface. The page title is "Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps". The navigation bar includes "EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe". A search bar contains the coordinates "e.g., 'Ispra, Italy' or '45.256N, 16.9589E'". The cursor position is 40.379, -4.565 and the selected position is 40.377, -4.567. The map shows a location near "Garganta de Vidueiras" with a red pin. The right-hand panel is titled "Monthly global irradiation data" and includes the following options:

- Radiation database: Climate-SAF PVGIS
- Horizontal irradiation
- Irradiation at opt. angle
- Direct normal irradiation
- Irradiation at chosen angle: 22 deg.
- Linke turbidity
- Dif. / global radiation
- Optimal inclination angle

Monthly ambient temperature data:

- Average daytime temperature
- Daily average of temperature
- Number of heating degree days

Output options:

- Show graphs
- Show horizon
- Web page
- Text file
- PDF

A "Calculate" button and a "[help]" link are visible at the bottom of the panel.

Datos de irradiación diaria media:

| Mes                                 | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H(22) (Kwh / m <sup>2</sup> / día): | 2,59 | 3,73 | 5,00 | 5,53 | 6,39 | 7,25 | 7,78 | 7,14 | 5,89 | 4,19 | 2,89 | 2,51 |

## Monthly Solar Irradiation

### PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 40°22'37" North, 4°34'1" West, Elevation: 904 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 33 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 2.5 %

| Month       | H(22)       |
|-------------|-------------|
| Jan         | 2590        |
| Feb         | 3730        |
| Mar         | 5000        |
| Apr         | 5530        |
| May         | 6390        |
| Jun         | 7250        |
| Jul         | 7780        |
| Aug         | 7140        |
| Sep         | 5890        |
| Oct         | 4190        |
| Nov         | 2890        |
| Dec         | 2510        |
| <b>Year</b> | <b>5080</b> |

H(22): Irradiation on plane at angle: 22deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

PVGIS © European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Datos de irradiación en día modelo en Enero:

Inclination of plane: 22 deg.  
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

| Time  | G   | G <sub>d</sub> | G <sub>c</sub> |
|-------|-----|----------------|----------------|
| 07:37 | 32  | 32             | 24             |
| 07:52 | 42  | 42             | 32             |
| 08:07 | 51  | 51             | 39             |
| 08:22 | 60  | 60             | 46             |
| 08:37 | 68  | 67             | 52             |
| 08:52 | 75  | 74             | 57             |
| 09:07 | 280 | 101            | 468            |
| 09:22 | 308 | 108            | 519            |
| 09:37 | 334 | 114            | 567            |
| 09:52 | 358 | 119            | 610            |
| 10:07 | 379 | 123            | 649            |
| 10:22 | 398 | 126            | 684            |
| 10:37 | 414 | 129            | 714            |
| 10:52 | 428 | 132            | 740            |
| 11:07 | 439 | 134            | 760            |
| 11:22 | 447 | 135            | 776            |
| 11:37 | 452 | 136            | 786            |
| 11:52 | 455 | 136            | 791            |
| 12:07 | 455 | 136            | 791            |
| 12:22 | 452 | 136            | 786            |
| 12:22 | 452 | 136            | 786            |
| 12:37 | 447 | 135            | 776            |
| 12:52 | 439 | 134            | 760            |
| 13:07 | 428 | 132            | 740            |
| 13:22 | 414 | 129            | 714            |
| 13:37 | 398 | 126            | 684            |
| 13:52 | 379 | 123            | 649            |
| 14:07 | 358 | 119            | 610            |
| 14:22 | 334 | 114            | 567            |
| 14:37 | 308 | 108            | 519            |
| 14:52 | 280 | 101            | 468            |
| 15:07 | 250 | 94             | 414            |
| 15:22 | 218 | 86             | 356            |
| 15:37 | 60  | 60             | 46             |
| 15:52 | 51  | 51             | 39             |
| 16:07 | 42  | 42             | 32             |
| 16:22 | 32  | 32             | 24             |
| 16:37 | 21  | 21             | 16             |

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.30 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m<sup>2</sup>)  
G<sub>d</sub>: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m<sup>2</sup>)  
G<sub>c</sub>: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m<sup>2</sup>)

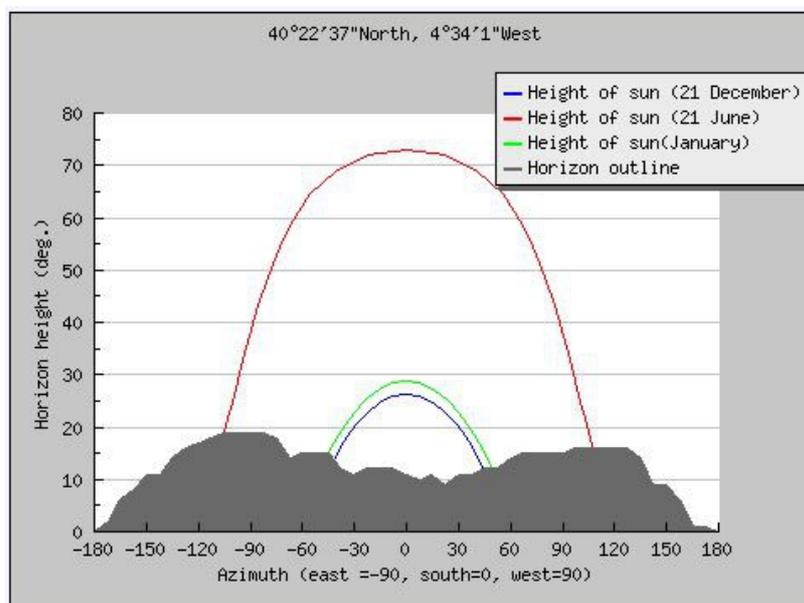
Esta información nos permite calcular la generación en intervalos de 15 minutos.

Esto resulta especialmente útil para proyectos de demanda variable que requieran de una gran precisión, aunque este no es nuestro caso puesto que la demanda es constante durante las horas de uso del centro.

Datos de irradiación en día modelo en Julio:

| Time  | G    | G <sub>d</sub> | G <sub>c</sub> |
|-------|------|----------------|----------------|
| 05:07 | 25   | 25             | 29             |
| 05:22 | 35   | 35             | 40             |
| 05:37 | 45   | 44             | 50             |
| 05:52 | 54   | 53             | 60             |
| 06:07 | 62   | 62             | 70             |
| 06:22 | 70   | 69             | 79             |
| 06:37 | 218  | 73             | 230            |
| 06:52 | 271  | 81             | 285            |
| 07:07 | 325  | 88             | 341            |
| 07:22 | 380  | 96             | 398            |
| 07:37 | 435  | 102            | 455            |
| 07:52 | 490  | 108            | 511            |
| 08:07 | 544  | 113            | 567            |
| 08:22 | 596  | 117            | 621            |
| 08:37 | 647  | 121            | 672            |
| 08:52 | 695  | 125            | 722            |
| 09:07 | 741  | 127            | 769            |
| 09:22 | 784  | 130            | 813            |
| 09:37 | 823  | 132            | 854            |
| 09:52 | 860  | 133            | 891            |
| 10:07 | 892  | 134            | 924            |
| 10:22 | 921  | 135            | 954            |
| 10:37 | 946  | 136            | 980            |
| 10:52 | 968  | 137            | 1000           |
| 11:07 | 985  | 137            | 1020           |
| 11:22 | 997  | 137            | 1030           |
| 11:37 | 1010 | 137            | 1040           |
| 11:52 | 1010 | 137            | 1040           |
| 12:07 | 1010 | 137            | 1040           |
| 12:22 | 1010 | 137            | 1040           |
| 12:37 | 997  | 137            | 1030           |
| 12:52 | 985  | 137            | 1020           |
| 13:07 | 968  | 137            | 1000           |
| 13:22 | 946  | 136            | 980            |
| 13:37 | 921  | 135            | 954            |
| 13:52 | 892  | 134            | 924            |
| 14:07 | 860  | 133            | 891            |
| 14:22 | 823  | 132            | 854            |
| 14:37 | 784  | 130            | 813            |
| 14:52 | 741  | 127            | 769            |
| 15:07 | 695  | 125            | 722            |
| 15:22 | 647  | 121            | 672            |
| 15:37 | 596  | 117            | 621            |
| 15:52 | 544  | 113            | 567            |
| 16:07 | 490  | 108            | 511            |
| 16:22 | 435  | 102            | 455            |
| 16:37 | 380  | 96             | 398            |
| 16:52 | 325  | 88             | 341            |
| 17:07 | 271  | 81             | 285            |
| 17:22 | 218  | 73             | 230            |
| 17:37 | 168  | 64             | 178            |
| 17:52 | 62   | 62             | 70             |
| 18:07 | 54   | 53             | 60             |
| 18:22 | 45   | 44             | 50             |
| 18:37 | 35   | 35             | 40             |
| 18:52 | 25   | 25             | 29             |
| 19:07 | 15   | 15             | 17             |

La misma página nos permite obtener una previsión de las trayectorias solares a lo largo del año mostrando incluso el horizonte desde el lugar.



## **7.2 – Datos de ocupación.**

A la hora de dimensionar una instalación fotovoltaica aislada de estas características es particularmente importante conocer cuál va a ser la ocupación o el uso del edificio.

Los datos ofrecidos por el promotor son los siguientes: vacaciones (verano, semana santa, navidad y puentes), todos los fines de semana y unos 60 días laborables el resto del año. Estos datos implican una ocupación de 210 días/año.

No obstante existe una clara previsión al alza indicada por el promotor, con apertura del centro en vacaciones, fines de semana y unos 90 días laborables el resto del año, con un total aproximado de 240 días/año de apertura.

En el presente proyecto se han recogido los datos más exigentes al no condicionar de manera importante el dimensionamiento de los sistemas.

En la tabla siguiente se resume la ocupación prevista:

| <b><u>Datos de ocupación</u></b>        | <b><u>Días</u></b> |
|-----------------------------------------|--------------------|
| Vacaciones de verano                    | 60                 |
| Vacaciones de Semana Santa              | 7                  |
| Vacaciones de Navidad                   | 15                 |
| Puentes                                 | 10                 |
| Fines de semana (salvo los ya contados) | 60                 |
| Otros días laborables                   | 90                 |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>242</b>         |
| Porcentaje anual                        | 66%                |

Para completar los datos de ocupación también es necesario conocer el horario de apertura del centro. Se ha contemplado una apertura media aproximada de 4 horas en invierno y 6 horas el resto del año, estando durante estas horas el centro plenamente operativo.

### 7.3 – Datos de consumo. Cálculo de la potencia y demanda eléctrica.

Los datos de potencia y demanda eléctrica estimada han sido proporcionados por el promotor.

Destacar que por la utilización pública del centro se requiere la instalación de una plataforma elevadora para discapacitados. Su uso será ocasional y exclusivamente para la función encomendada, pero condicionará de manera importante el diseño de la instalación por la gran potencia de arranque que demandará el motor.

En el Anejo I – “Cálculo de consumos” se detalla el proceso de cálculo y los valores de demanda media diaria calculados para cada mes.

En la tabla siguiente se muestran los valores medios anuales: a la izquierda las potencias consideradas y a la derecha la media diaria de energía consumida.

La discrepancia que se aprecia entre los días de uso de la tabla y los días de uso calculados previamente (238 frente a 242) se debe al hecho de que para la confección de la tabla se ha calculado el uso mensual del centro en forma de porcentajes, y la ligera variación que esto produce causa esta leve diferencia.

|                                                     | Ocupación       | 63%          |
|-----------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|                                                     | Días utilizados | 238          |
|                                                     | Potencia        | MEDIA        |
| Iluminación                                         | 1500            | 5400         |
| Alimentador caldera                                 | 500             | 160          |
| Resistencia caldera                                 | 1500            | 103          |
| Bombas calefacción y ventiladores recuperador calor | 800             | 1653         |
| Frigorífico                                         | 100             | 280          |
| Microondas                                          | 800             | 130          |
| Cafetera                                            | 800             | 130          |
| 1 Televisor                                         | 100             | 360          |
| 1 Proyector                                         | 500             | 958          |
| 2 Ordenadores                                       | 200             | 383          |
| 1 equipo Hi-Fi                                      | 100             | 360          |
| 1 DVD                                               | 50              | 180          |
| Plataforma elevadora                                | 2200            | 143          |
| <b>CONSUMO</b>                                      | <b>9150</b>     | <b>10241</b> |

#### **7.4 – Configuración de la instalación.**

Como ya se ha adelantado en el objeto del proyecto la solución adoptada consiste en un sistema de generación fotovoltaico autónomo apoyado por un grupo electrógeno.

En este tipo de proyectos es muy común, casi obligatorio, recurrir a la energía solar por el aislamiento de los mismos. El grupo electrógeno constituye una garantía para la continuidad del suministro y complementa la instalación solar evitando su sobredimensionamiento.

Para este proyecto se ha descartado el uso de la cogeneración, para generar electricidad y calor, debido a que el calor generado sería útil en invierno pero nos obligaría a disiparlo en verano al no existir demanda. Las máquinas de absorción capaces de aprovechar este calor tienen un elevado coste y requieren de muchas horas de funcionamiento anuales, por lo que no son rentables en nuestro caso.

Teniendo todo esto en cuenta, se ha considerado la siguiente instalación:

- Campo fotovoltaico con paneles de 260 Wp cada uno.
- Sistema de acumulación a base de baterías OPzS a 48 V.
- Red de transmisión desde el campo generador hasta el inversor en corriente continua a 48 V.
- Un regulador MPPT que optimizará el funcionamiento del sistema.
- Un inversor-cargador que transformará la corriente continua en alterna monofásica a 230 V, 50 Hz. Adicionalmente controlará el arranque del grupo electrógeno cuando la carga de las baterías descienda, alimentando simultáneamente a la red interna y a las baterías.
- Un grupo electrógeno como apoyo a la generación solar.

Se ha optado por un esquema monofásico debido al pequeño tamaño de la instalación, que en ningún caso alcanzará los 15 Kw.

## 7.5 – Dimensionado de la instalación.

### 7.5.1 – Dimensionado del campo de captación.

Para el dimensionado de la instalación se han utilizado las previsiones de demanda eléctrica obtenidas en el Anejo I y los siguientes datos técnicos de los paneles solares:

| <b>Datos técnicos panel solar</b>       |        |
|-----------------------------------------|--------|
| Potencia Nominal Panel (Wp):            | 260    |
| Intensidad MPP (A):                     | 8,37   |
| Tensión MPP (V):                        | 31,1   |
| Tensión de c. abierto del panel (V):    | 38,1   |
| Intensidad de c. cerrado del panel (A): | 8,98   |
| Coef. De temperatura (Wp / °C):         | -0,31% |

En esta instalación, calcularemos el campo de captación mediante el criterio del mes más desfavorable, y posteriormente optimizaremos los resultados para ahorrar costes y mejorar la eficiencia del sistema.

El criterio del mes peor consiste en determinar la energía necesaria en el mes más desfavorable, y ajustar la potencia del campo generador en consecuencia. El principal problema que presenta este método es que se estará desperdiciando energía durante muchos meses al cubrirse el cien por cien de la demanda. En nuestro caso también es importante tener en cuenta la presencia del grupo de apoyo.

Con esta información, se ha planteado la siguiente hipótesis de partida:

- Previsión de consumo anual ya calculada, existencia de días sin visitas principalmente en invierno, aunque también en primavera y otoño.
- Compromiso entre la generación fotovoltaica y el presupuesto del proyecto.
- Utilización de un grupo de apoyo para cubrir la demanda no satisfecha, y servir de garantía al suministro en caso de avería de la instalación.

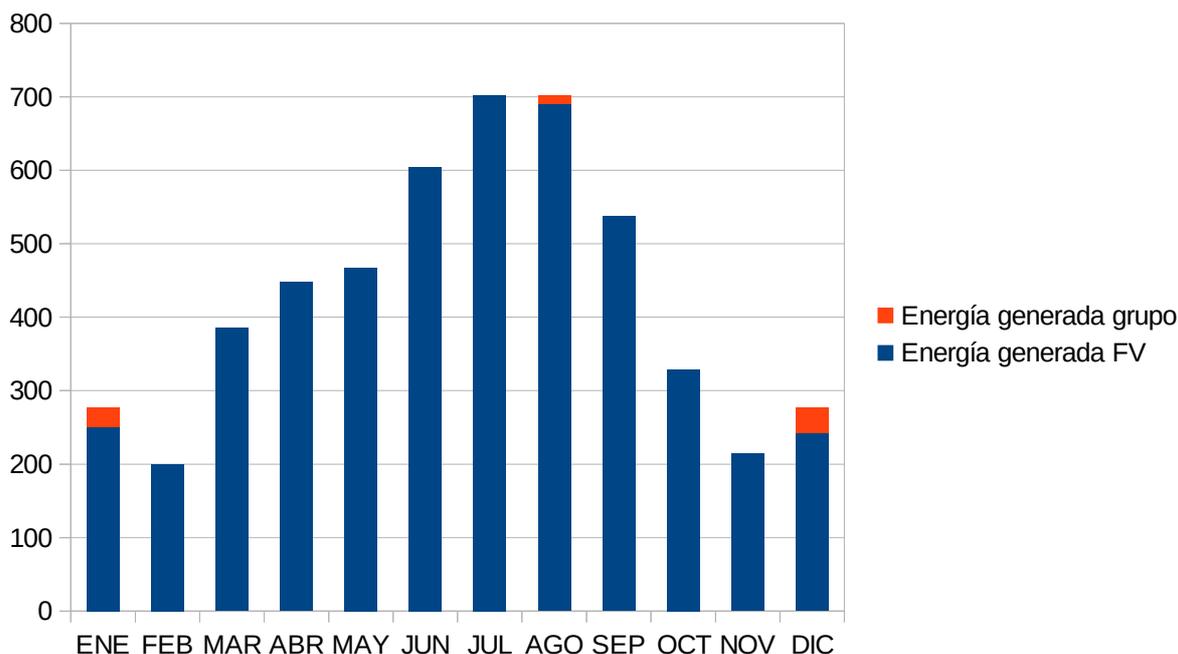
Utilizando las previsiones de consumo y teniendo en cuenta las pérdidas del sistema, en el Anejo II – “Dimensionado del campo de captación” se ha calculado que 12 paneles ofrecen el equilibrio perfecto entre producción y rentabilidad.

### Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

En el Anejo VI – “Estudio económico” se estudia la viabilidad económica del proyecto y se demuestra que 12 paneles es la cantidad más rentable. Estos resultados se resumen en la tabla siguiente, donde se muestran el VAN y la TIR a 10 y 20 años de tres supuestos distintos con 10, 12 y 14 paneles respectivamente:

| Paneles: | 10          | Paneles: | 12          | Paneles: | 14          |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| TIR 10   | -0,19%      | TIR 10   | 0,97%       | TIR 10   | 0,18%       |
| TIR 20   | 8,32%       | TIR 20   | 9,16%       | TIR 20   | 8,59%       |
| VAN 10   | -2.457,81 € | VAN 10   | -1.659,32 € | VAN 10   | -2.399,68 € |
| VAN 20   | 9.222,30 €  | VAN 20   | 11.374,62 € | VAN 20   | 10.725,45 € |

Al contar cada panel con una potencia de 260Wp, la potencia total del sistema es de 3120Wp, no obstante sigue siendo necesario el uso del grupo electrógeno durante los meses de enero, agosto y diciembre por la disminución de la irradiación, como muestra el siguiente gráfico:



#### 7.5.2 – Dimensionado del sistema de acumulación.

Para dimensionar adecuadamente el sistema de acumulación es necesario calcular las capacidades mínima y máxima del mismo, para lo cual requerimos decidir los días de autonomía adecuados y la máxima profundidad de descarga admisible.

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

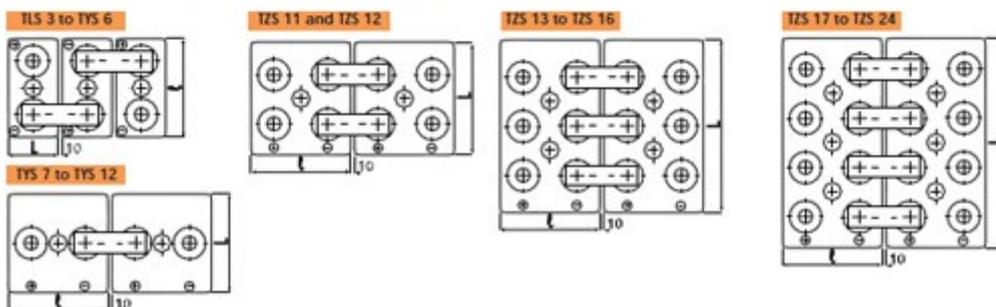
En el Anejo III – “Dimensionado del sistema de acumulación”, se calcula que para lograr una autonomía suficiente y una correcta carga de las baterías, la capacidad de las mismas debe estar comprendida entre 592 y 898 Ah, en ciclos de descargas de 10 horas (C10).

Los acumuladores elegidos para este proyecto deben ser estos estacionarios y OPzS, por ser idóneos para instalaciones fotovoltaicas aisladas.

Este tipo de acumuladores generalmente se presenta como baterías compuestas por 6 vasos de 2 voltios para un voltaje total por batería de 12V, por lo que para lograr los 48V necesarios necesitaremos 4 baterías conectadas en serie.

| TECHNICAL CHARACTERISTICS PER CELL |                     |                |       |       |                  |           |        |              |               |             |
|------------------------------------|---------------------|----------------|-------|-------|------------------|-----------|--------|--------------|---------------|-------------|
| TYPE                               | Number of terminals | Capacity in Ah |       |       | Dimensions in mm |           |        | Weight in kg |               | Acid volume |
|                                    |                     | T° 25°C        |       |       | length (l)       | Width (l) | Height | Dry weight   | Filled weight |             |
| 10 h (1.80V)                       | 120 h (1.85V)       | 240 h (1.85V)  |       |       |                  |           |        |              |               |             |
| TLS 3                              | 2                   | 180            | 245   | 256   | 103              | 206       | 389    | 11.4         | 16.4          | 4.1         |
| TLS 4                              | 2                   | 220            | 300   | 313   | 103              | 206       | 389    | 13.6         | 18.4          | 3.9         |
| TLS 5                              | 2                   | 270            | 367   | 383   | 124              | 206       | 389    | 16.1         | 22.2          | 4.9         |
| TLS 6                              | 2                   | 323            | 440   | 460   | 145              | 206       | 389    | 18.8         | 26            | 5.8         |
| TVS 4                              | 2                   | 340            | 460   | 481   | 124              | 206       | 505    | 18.5         | 27            | 6.9         |
| TVS 5                              | 2                   | 390            | 530   | 554   | 124              | 206       | 505    | 21.5         | 29.7          | 6.6         |
| TVS 6                              | 2                   | 470            | 640   | 669   | 145              | 206       | 505    | 24.9         | 34.7          | 7.9         |
| TVS 7                              | 2                   | 550            | 745   | 778   | 166              | 206       | 505    | 28.4         | 39.8          | 9.2         |
| TVS 5                              | 2                   | 590            | 802   | 838   | 145              | 206       | 684    | 29.9         | 43.9          | 11.3        |
| TVS 6                              | 2                   | 670            | 915   | 956   | 145              | 206       | 684    | 34           | 47.7          | 11          |
| TVS* 7                             | 2                   | 816            | 1 120 | 1 170 | 191              | 210       | 684    | 40.6         | 59            | 14.8        |
| TVS* 8                             | 2                   | 900            | 1 220 | 1 275 | 191              | 210       | 684    | 44.7         | 62.7          | 14.5        |
| TVS* 9                             | 2                   | 1 040          | 1 415 | 1 478 | 233              | 210       | 684    | 50.4         | 73.1          | 18.3        |
| TVS* 10                            | 2                   | 1 120          | 1 523 | 1 591 | 233              | 210       | 684    | 54.5         | 76.8          | 18          |
| TVS* 11                            | 2                   | 1 260          | 1 714 | 1 790 | 275              | 210       | 684    | 60.1         | 87.3          | 21.9        |
| TVS* 12                            | 2                   | 1 340          | 1 825 | 1 910 | 275              | 210       | 684    | 64.2         | 91            | 21.6        |
| I2S 11                             | 4                   | 1 560          | 2 130 | 2 225 | 275              | 210       | 829    | 78.8         | 112.9         | 27.5        |
| I2S 12                             | 4                   | 1 710          | 2 335 | 2 440 | 275              | 210       | 829    | 84           | 117.6         | 27.1        |
| I2S 13                             | 6                   | 1 940          | 2 640 | 2 758 | 399              | 214       | 813    | 97.9         | 147.1         | 39.7        |
| I2S 14                             | 6                   | 2 040          | 2 775 | 2 899 | 399              | 214       | 813    | 102.5        | 151.7         | 39.6        |
| I2S 15                             | 6                   | 2 150          | 2 925 | 3 056 | 399              | 214       | 813    | 108.2        | 156.4         | 38.9        |
| I2S 16                             | 6                   | 2 240          | 3 050 | 3 187 | 399              | 214       | 813    | 118.3        | 161           | 38.9        |
| I2S 17                             | 8                   | 2 430          | 3 310 | 3 458 | 487              | 212       | 813    | 126.2        | 186.3         | 48.5        |
| I2S 18                             | 8                   | 2 555          | 3 480 | 3 636 | 487              | 212       | 813    | 131.8        | 191           | 47.8        |
| I2S 20                             | 8                   | 2 800          | 3 810 | 3 981 | 487              | 212       | 813    | 141.1        | 200.1         | 47.6        |
| I2S 22                             | 8                   | 3 090          | 4 210 | 4 400 | 576              | 212       | 813    | 156.2        | 227.8         | 57.7        |
| I2S 24                             | 8                   | 3 360          | 4 580 | 4 785 | 576              | 212       | 813    | 167.5        | 237.3         | 56.3        |

*All the weights and dimensions are subject to normal production tolerances.*



De la presente tabla se obtiene que **670Ah (C10)** es la capacidad óptima del sistema.

Resulta especialmente interesante estimar la autonomía lograda con esta capacidad. La cantidad de días de autonomía estimados para cada mes se muestra en la siguiente tabla, que se obtiene al final del Anejo III.

|                              | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cap NOMINAL necesaria en Ah: | 212  | 170  | 295  | 354  | 359  | 479  | 538  | 538  | 426  | 252  | 170  | 212  |
| Días de autonomía estimados: | 1,26 | 1,58 | 0,91 | 0,76 | 0,75 | 0,56 | 0,50 | 0,50 | 0,63 | 1,06 | 1,58 | 1,26 |

Como puede verse se logra más de un día de autonomía durante todo el invierno, incluso superando el día y medio en febrero y noviembre, ajustándose al medio día previsto tan solo en julio y agosto, siendo estos los meses en los que mayor grado de confianza se puede tener en el sol.

### **7.5.3 – Elección del regulador.**

Para la elección del regulador adecuado se deben tener en cuenta tres factores principales.

1. Asegurar que el regulador sea MPPT (Maximum Power Point Tracking), puesto que estos obtienen la máxima potencia posible en cada momento y optimizan así el rendimiento de la instalación. Además aportan otras mejoras frente a los reguladores tradicionales (PWM) como por ejemplo permitir diferentes tensiones entre el campo de captación y las baterías y una importante mejora de la potencia obtenida en condiciones de baja irradiación, o temperaturas extremas.
2. La intensidad máxima que deberá soportar, esta intensidad depende de la intensidad de circuito cerrado de cada panel multiplicada por la cantidad de ramas conectadas en paralelo.
3. La tensión máxima que deberá soportar, esta se calcula con la tensión de circuito abierto de cada panel multiplicada por la cantidad de paneles en serie que componen cada rama. Es importante hacer notar que esta tensión se debe corregir para adaptarla a condiciones de frío puesto que el aumento que esto provoca podría dañar el regulador si no se tiene en cuenta.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Los valores mencionados han sido calculados en el Anejo II - “Dimensionado del campo de captación” para una distribución de 12 paneles en matriz 3x4 y se muestran en la siguiente tabla:

| PANELES                                 |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Intensidad de c .cerrado del campo (A): | <b>35,92</b> |
| Tensión de c. a. del campo a -10°C (V): | <b>126,7</b> |

El regulador elegido debe cumplir todos estos criterios, y adicionalmente se valorarán las siguientes características:

- Aumento de la producción fotovoltaica hasta del 30%.
- Registro de datos de 128 días.
- Eficiencia pico superior al 98%.

#### **7.5.4 – Elección del inversor – cargador.**

Para determinar el inversor a utilizar se deben tener en cuenta los consumos previstos, así como los posibles picos de corriente que puedan darse.

Primero determinaremos la potencia que demandará la instalación en condiciones normales de funcionamiento, para ello usaremos coeficientes de simultaneidad, para calcular aproximadamente cuanta potencia se estará demandando realmente de la potencia nominal del elemento.

Estos coeficientes se multiplicarán por la potencia de cada elemento y el sumatorio de los resultados nos dirá la potencia demandada normal en el sistema.

Esta potencia será la que usaremos para determinar el inversor requerido, junto con la potencia máxima general y la potencia pico, que calcularemos a continuación.

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

A continuación se muestra la tabla con los cálculos de potencia:

|                                                     | Potencia     | C. Sim.       | Total        |
|-----------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| Iluminación                                         | 1.500        | 0,70          | 1050         |
| Alimentador caldera                                 | 500          | 0,20          | 100          |
| Resistencia caldera                                 | 1.500        | 0,05          | 75           |
| Bombas calefacción y ventiladores recuperador calor | 800          | 0,15          | 120          |
| Frigorífico                                         | 100          | 0,40          | 40           |
| Microondas                                          | 800          | 0,01          | 8            |
| Cafetera                                            | 800          | 0,01          | 8            |
| 1 Televisor                                         | 100          | 1,00          | 100          |
| 1 Proyector                                         | 500          | 0,20          | 100          |
| 2 Ordenadores                                       | 200          | 0,50          | 100          |
| 1 equipo Hi-Fi                                      | 100          | 1,00          | 100          |
| 1 DVD                                               | 50           | 0,50          | 25           |
| Plataforma elevadora                                | 2.200        | 0,05          | 110          |
| <b>CONSUMO</b>                                      | <b>9.150</b> | <b>Total:</b> | <b>1.936</b> |

Así puede verse que la potencia normal demandada será de **1.936 W**.

Para calcular la potencia máxima general se suman las potencias totales de los equipos, exceptuando la plataforma elevadora y la resistencia de la caldera (por ser cargas puntuales que se contabilizarán después).

Esto nos da un total de **5.450 W**.

Para la potencia pico se debe sumar a la anterior la potencia de la resistencia de la caldera y la potencia de arranque del motor (3 veces la potencia nominal).

Obteniendo un total de  $5.450 + 1.500 + 3*2.200 = 13.550 \text{ W}$ .

Por lo tanto, nuestro inversor deberá poder soportar 1.936 W de forma continuada, 5.450 W durante una hora y 13.550 W de forma puntual, siendo estos dos últimos valores los más restrictivos.

A continuación se muestran las características de algunos modelos comerciales:

| Inversor<br>Configuración de fábrica/rango<br>ajustable con RCC-02 o RCC-03 | XTH       |          |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|
|                                                                             | 3000      | 5000     | 6000     | 8000     |
| Tensión nom.                                                                | 12V       | 24V      | 48V      | 48V      |
| Tensión entrada                                                             | 9,5 - 17V | 19 - 34V | 38 - 68V | 38 - 68V |
| Potencia cont. @ 25 °C                                                      | 2500 VA   | 4500 VA  | 5000 VA  | 7000 VA  |
| Potencia 30 min. @ 25 °C                                                    | 3000 VA   | 5000 VA  | 6000 VA  | 8000 VA  |
| Potencia 5 sec. @ 25 °C                                                     | 7,5 kVA   | 12 kVA   | 15 kVA   | 21 kVA   |

Considerando un coseno de phi igual a 0,8 los valores relevantes de los modelos de 48V se muestran en la siguiente tabla:

| Modelo               | 6000   |        | 8000   |        | Valores<br>mínimos |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
|                      | VA     | W      | VA     | W      |                    |
| Potencia continuada: | 5.000  | 4.000  | 7.000  | 5.600  | 1.936              |
| Potencia 30 min.:    | 6.000  | 4.800  | 8.000  | 6.400  | 5.450              |
| Potencia 5 seg.:     | 15.000 | 12.000 | 21.000 | 16.800 | 13.550             |

Como puede verse, la potencia pico nos obliga a elegir las gamas comerciales más altas, cumpliendo amplísimamente la primera característica, y respecto a la potencia máxima a mantener durante 1 hora, es sostenible de forma continuada.

Adicionalmente el modelo elegido debe contar con un módulo de carga de baterías, para controlar y optimizar el proceso de carga de las mismas.

También debe permitir la utilización simultanea de ambas fuentes (tanto el campo de generación con sus baterías como el grupo electrógeno auxiliar) a través de un relé de transferencia.

#### **7.5.4 – Elección del grupo electrógeno auxiliar.**

Para determinar el grupo a utilizar se deben tener en cuenta tanto las demandas de las cargas como la necesidad de recargar las baterías.

En el grupo debe ser capaz de suministrar una potencia continua mínima de 13 KVA (10,4 KW).

De esta forma nos aseguramos de tener cubiertas las cargas generadas y de tener un excedente para recargar las baterías, permitiendo la rápida carga de las mismas incluso durante la máxima demanda prevista.

## **8 – Ingeniería del proyecto.**

### **8.1 – Ingeniería del proceso.**

En esta sección se describirán las conexiones entre los diferentes elementos y los cálculos efectuados.

#### **8.1.1 – Campo de captación.**

El campo de captación consiste en la agrupación de los paneles solares fotovoltaicos y las estructuras que los sostienen.

##### **8.1.1.1 – Conexión del campo de captación.**

El campo de captación estará formado por 12 paneles en 4 ramas de 3 paneles conectados en serie cada una.

De esta forma cada serie tendrá una tensión de **93,3 V** en MPP.

Al agruparse las 4 ramas obtenemos una corriente total de **33,5 A** en MPP.

Los paneles se colocarán superpuestos sobre el tejado y manteniendo su misma inclinación, soportados por la estructura que estará compuesta por perfiles de aluminio extrusionado fijados directamente al techo.

Para permitir la desconexión independiente de cada una de las ramas del campo de captación, se instalarán fusibles seccionadores de 10 A en cada una de ellas.

Las masas de la instalación, los marcos de los módulos y la estructura irán conectadas a la toma de tierra general del edificio, usando para ello un cable de una sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>.

##### **8.1.1.2 – Estructuras de sujeción.**

Las estructuras de sujeción de los paneles estarán construidas en perfilera de aluminio extrusionado.

En el caso de no utilizarse estructuras del mismo fabricante del panel, se deberá cumplir con lo indicado en el documento de Seguridad Estructural del Código Técnico de la edificación frente a las cargas derivadas por el viento, la nieve y la lluvia. Puesto que las estructuras estarán solapadas al tejado, las cargas de viento serán básicamente de presión.

### **8.1.1.3 – Orientación, inclinación y sombreado.**

El campo de captación se fijará sobre el tejado con orientación sur, y se respetará la inclinación del mismo con la estructura, es decir, 22° sobre la horizontal.

Respecto al sombreado, el edificio se encuentra rodeado por bosque, pero debido a la distancia al mismo, no proyectará sombras sobre los paneles. Si existirán sombras a primera y última hora del día por la configuración del terreno, pero estas no serán de gran importancia.

### **8.1.2 – Distribución en corriente continua.**

#### **8.1.2.1 – Cableado.**

El cableado en corriente continua incluye la conexión entre los paneles, la unión de las ramas en paralelo en una caja de conexiones, de esta al regulador, del regulador a las baterías y por último de las baterías al cargador – inversor.

Para calcular la sección del cable a usar debemos tener en cuenta los márgenes de pérdidas admisibles que contemplaremos, para ello el plan solar de Castilla y León nos da unos índices máximos:

- Entre generador y regulador: <3%.
- Entre regulador y batería: <1%.
- Entre inversor y batería: <1%.
- Entre inversor y cargas: <3%.

Se ha decidido reducir las pérdidas entre el generador y el regulador hasta un 1%. Además, cumpliendo con lo especificado en la ITC-BT-40 del REBT, el cableado se dimensionará de manera que soporte una intensidad superior al 125% de la corriente máxima del campo generador.

Se utilizarán cables unipolares, de cobre y LSZH. El positivo y el negativo se conducirán separados, en tubería. Los conductores deben tener doble aislamiento y ser adecuados para su uso a la intemperie cumpliendo con la norma UNE 21123.

El conductor positivo será marrón o negro, mientras que el negativo será azul claro. Para las conexiones entre los paneles se usará una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>. Cada agrupación llegará a la caja de conexión, donde se juntará con las demás, de manera que al regulador viajará un único par positivo / negativo por tubería.

Para calcular la sección del cableado se utiliza la siguiente expresión:

$$2 * I * L / C_{cu} * e$$

Donde

I: Corriente que circulará por el conductor. L: Longitud del conductor.

C<sub>cu</sub>: Conductividad del cobre a 70 °C. e: Pérdidas admisibles (V).

Considerando una intensidad MPP del campo de 35,92 A, una longitud total de 20 m, un voltaje MPP de 93,3 V y unas pérdidas admisibles del 1% (0,933 V), obtenemos:

$$S = 2 * 35,92 * 20 / 48 * 0,933 = 32,08 \text{ mm}^2$$

Por lo que se elegirá la siguiente sección más grande, en nuestro caso 35 mm<sup>2</sup>.

También debemos comprobar que el cable debe aguantar al menos un 125% de la intensidad máxima. De la siguiente tabla obtenemos que la intensidad máxima que puede aguantar un cable de 35 mm<sup>2</sup> de sección en tubería es de 190 A.

| Sección | Instalación directamente enterrada |     |                                    |     | Instalación al aire en galerías ventiladas |     |                                    |     |
|---------|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|--------------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
|         | Terna de cables unipolares (1)     |     | Un cable tripolar o tetrapolar (2) |     | Terna de cables unipolares (1)             |     | Un cable tripolar o tetrapolar (2) |     |
|         | XLPE                               | PVC | XLPE                               | PVC | XLPE                                       | PVC | XLPE                               | PVC |
| 6       | 72                                 | 63  | 66                                 | 56  | 46                                         | 38  | 44                                 | 36  |
| 10      | 96                                 | 85  | 88                                 | 75  | 64                                         | 53  | 61                                 | 50  |
| 16      | 125                                | 110 | 115                                | 97  | 86                                         | 71  | 82                                 | 65  |
| 25      | 160                                | 140 | 150                                | 125 | 120                                        | 96  | 110                                | 87  |
| 35      | 190                                | 170 | 180                                | 150 | 145                                        | 115 | 135                                | 105 |
| 50      | 230                                | 200 | 215                                | 180 | 180                                        | 145 | 165                                | 130 |
| 70      | 280                                | 245 | 260                                | 220 | 230                                        | 185 | 210                                | 165 |
| 95      | 335                                | 290 | 310                                | 265 | 285                                        | 235 | 260                                | 205 |
| 120     | 380                                | 335 | 355                                | 305 | 335                                        | 275 | 300                                | 240 |

La intensidad máxima que podrá alcanzar el circuito es de 35,92 A, que multiplicado por 1,25 resulta en 44,9 A que es ampliamente superado por la capacidad máxima de 190 A, por lo que se confirma que la sección de 35 mm<sup>2</sup> es válida.

El cableado desde el regulador a las baterías tendrá la sección calculada a continuación, considerando una intensidad de 80 A (del regulador), con 5 m de longitud y un voltaje de 48 V y con unas pérdidas máximas del 1% (0,48 V):

$$S = 2 * 80 * 5 / 48 * 0,48 = 34,72 \text{ mm}^2$$

Por lo que el cable de 35 mm<sup>2</sup> sigue siendo válido para esta conexión.

Para cablear las baterías con el inversor, se tendrá en cuenta la intensidad máxima de carga de baterías del mismo, 120 A. Además de la distancia, que no alcanzará en ningún caso los 5 m, y las pérdidas del 1% sobre el voltaje de 48 V (0,48 V).

$$S = 2 * 120 * 5 / 48 * 0,48 = 52,08 \text{ mm}^2$$

Al no alcanzarse nunca los 5 m de distancia, podemos elegir un cable de 50 mm<sup>2</sup> para esta conexión, pero debemos comprobar primero que la intensidad máxima que puede circular por el cable excede al menos en un 25% a la intensidad máxima que circulará.

Para un cable de 50 mm<sup>2</sup> la intensidad máxima que puede circular es de 230 A, y el producto de 120 A \* 1,25 = 150 A < 230 A, por lo que el cable es válido para esta aplicación.

No obstante, se recomienda usar un cable inferior a 3 m y con una sección mínima de 95 mm<sup>2</sup>, minimizando la longitud de la conexión al negativo.

|             |      |                   |
|-------------|------|-------------------|
| XTH-8000-48 | 300A | 95mm <sup>2</sup> |
|-------------|------|-------------------|

#### **8.1.2.2 – Protecciones.**

La instalación se pondrá a tierra de acuerdo con lo descrito en el apartado 4.2 de la ITC-BT-24.

En el campo generador se instalarán dos fusibles-seccionadores de 10 A por cada agrupación en serie.

En el regulador se encuentra integrada la protección contra sobretensiones mediante varistor, protección frente a cortocircuito en los módulos solares, polaridad invertida y sobrecarga.

El cableado entre las baterías y el inversor-cargador se protegerá mediante fusibles-seccionadores de 300 A, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

#### **8.1.3 – Puesta a tierra.**

Para cumplir con la norma CEI 60364, la puesta a tierra de la instalación tiene que ser tal que evite que aparezcan en las masas tensiones superiores a los 24 V en emplazamientos húmedos, y 50 V en los demás.

La puesta a tierra de los herrajes, estructuras, masas metálicas, etc., se realizará conectándose a la toma de tierra general del edificio mediante cable de cobre de sección mínima 35 mm<sup>2</sup>.

### **8.1.5 – Inversor - cargador.**

El inversor – cargador se encarga de controlar la carga de las baterías, así como de transformar la corriente en alterna para alimentar a las cargas. Además debe contar con un relé de transferencia para permitir la alimentación de las cargas y la recarga de las baterías desde un grupo electrógeno.

El inversor debe incluir un módulo cargador de baterías con una capacidad entre 0 y 120 A, además de un controlador electrónico que optimice la carga de las mismas.

Cuando el grupo electrógeno se enciende, el cargador de baterías se activa también. Por tanto, si las baterías tienen carga suficiente el grupo no deberá estar funcionando.

El funcionamiento normal será como sigue: Las baterías y los paneles proporcionarán al inversor la energía demandada. En el caso de que el inversor – cargador detecte un nivel bajo en las baterías, automáticamente activará una salida libre de potencial, que se encargará de arrancar el grupo. A partir de ese momento, el grupo alimentará las cargas y recargará las baterías si es posible.

#### **8.1.5.1 – Protecciones.**

En el inversor se deben integrar algunas protecciones de la instalación, entre ellas:

- Control de frecuencia. Garantiza una frecuencia de 50 Hz +/- 0,05%.
- Control de tensión. Asegurando una tensión de 230 Vac +/- 2%.
- Protección de sobrecarga y cortocircuito, con desconexión automática y 3 intentos de reinicio.
- Protección de sobrecalentamiento, con alarma antes del corte y reinicio automático.

La entrada del inversor en continua se protegerá mediante fusibles de 300 A, según recomiendan los fabricantes. La entrada en alterna, procedente del grupo, estará protegida por un diferencial y un magneto-térmico. A la salida del inversor se incluirá un interruptor diferencial y un magneto-térmico.

El magneto-térmico a la entrada del inversor será bipolar de 50 A, curva C, y a la salida será bipolar de 80 A, curva B, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Ambos diferenciales serán bipolares de 63 A con una sensibilidad de 30 mA.

### **8.1.6 – Distribución en corriente alterna.**

Los cables y sistemas de conducción cumplirán con lo especificado en la ITC-BT-28 de Instalaciones en Locales de Pública Concurrencia, serán cables LSZH.

Se utilizará cable de tensión asignada 0,6/1 KV con conductor de cobre, tipo RZ1-K (AS), conducido bajo tubo.

El cable incluirá los conductores fase neutro más el de tierra.

El cableado en alterna, a la salida del inversor, se protegerá mediante un diferencial y un magneto-térmico, y se llevará hasta la caja general de distribución.

La salida del inversor es monofásica, al igual que el sistema de distribución utilizado en el centro.

Para calcular la sección del cableado en alterna, se considera la expresión:

$$2 * I * L / C_{cu} * e$$

Donde

I: Corriente que circulará por el conductor.

L: Longitud del conductor.

C<sub>cu</sub>: Conductividad del cobre a 70 °C.

e: Perdidas admisibles (V).

Según la ITC-BT-40 de Instalaciones generadoras de baja tensión del REBT, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto interconexión a la instalación interior no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

Consideraremos que la intensidad máxima que podrá circular por el conductor es la que puede ofrecer el inversor, 80 A, más 50 A (11.600 W a 230 V) del grupo, 130 A. La longitud del conductor será la más desfavorable, es decir, la suma de la distancia del grupo al inversor (10 m) y del inversor a la caja de distribución (10 m) dando un

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

total de 20 m. Siendo la tensión nominal entregada 230 V supone una caída máxima de 3,45 V ( $230 * 0,015$ ).

Sustituyendo los valores, obtenemos:

$$2 * 130 * 20 / 48 * 3,45 = 31,4 \text{ mm}^2$$

Elegiremos un cable con una sección de 35 mm<sup>2</sup>, que ofrece una capacidad máxima de 190 A, ampliamente superior a 162,5 A ( $130 * 1,25$ ).

#### **8.1.7 – Grupo electrógeno de apoyo.**

El grupo electrógeno servirá de apoyo a la instalación solar, para alimentar al centro cuando la carga de las baterías no sea suficiente o cuando se produzca una avería en el generador solar.

El grupo estará situado debajo de la escalera de subida a la primera planta, siendo accesible desde el exterior.

Se incluirán rejillas de aireación a una distancia vertical mínima de 1,5 metros, y con una superficie mínima de 400 cm<sup>2</sup> cada una. Además, el grupo estará insonorizado.

No se considera necesaria la instalación de un depósito de gasoil, puesto que el grupo debe contar con una capacidad de almacenamiento de 180 l, siendo las previsiones de consumo de 26,58 l anuales.

## **8.2 – Ingeniería de las obras.**

La única obra necesaria es la instalación de la soportería para los paneles.

Para ello se fijará la perfilería que constituye los soportes sobre el techo, respetando la inclinación del mismo. Estas piezas se atornillan directamente al tejado.

Esta soportería debe estar aterrizada.

Adicionalmente deben instalarse las tuberías de conducción del cableado, estas se instalarán durante la rehabilitación del edificio embutidas en las paredes del mismo.

Los residuos generados durante los trabajos se tratarán de acuerdo a lo establecido en el Anejo V – “Gestión de residuos”.

## **9 – Memoria constructiva.**

Los paneles se instalarán sobre la soportería respetando la inclinación del tejado y conectándose entre sí en series de 3, formando 4 ramales que se conectarán en paralelo en la caja de conexión.

Desde la caja bajará un único cable al regulador, ubicado junto a las baterías y el inversor, en el cuarto técnico.

Desde el regulador se alimentarán las baterías y desde estas el inversor, el cual a su vez recibirá la corriente del grupo electrógeno, ubicado bajo las escaleras.

Desde el inversor se alimentará la caja de distribución interna del edificio.

En el plano unifilar se pueden observar con más detalle las conexiones a realizar.

## **10 – Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.**

No resulta necesario puesto que no se incluyen edificaciones ni modificaciones a las mismas en este proyecto.

## **11 – Programación de las obras y puesta en marcha.**

Las obras seguirán la siguiente secuencia, teniendo una duración aproximada de 15 días.

- Instalación de las tuberías, 1 día.
- Instalación del cableado, 1 día.
- Fijación de los soportes, 2 días.
- Instalación de los paneles, 2 días.
- Instalación de las baterías, regulador e inversor, 2 días.
- Conexionado y pruebas, 7 días.

## **14 – Estudio económico.**

El objetivo del proyecto es abastecer de electricidad al centro de interpretación, por lo tanto la financiación provendrá completamente del propietario del mismo.

## **15 – Resumen del presupuesto.**

A continuación se resumen los costes de cada una de las partidas:

| <b>Código</b>                             | <b>Nombre</b>                  | <b>Total</b>       |
|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| A                                         | CAMPO DE CAPTACIÓN             | 3.153,46 €         |
| B                                         | CABLEADO Y PROTECCIONES        | 589,07 €           |
| C                                         | SISTEMA DE REGULACIÓN          | 657,60 €           |
| D                                         | SISTEMA DE ACUMULACIÓN         | 4.972,80 €         |
| E                                         | SISTEMA DE CONVERSIÓN          | 3.006,00 €         |
| F                                         | SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR | 7.764,00 €         |
| <b>Presupuesto ejecución material</b>     |                                | <b>20.142,92 €</b> |
| G                                         | GASTOS GENERALES (13%)         | 2.618,58 €         |
| H                                         | BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)      | 1.208,58 €         |
| <b>Presupuesto ejecución por contrata</b> |                                | <b>23.970,08 €</b> |
| I                                         | IMPUESTOS (21%)                | 5.033,72 €         |
| <b>TOTAL</b>                              |                                | <b>29.003,80 €</b> |

El presupuesto total del proyecto asciende a **VEINTINUEVE MIL TRES EUROS, CON OCHENTA CENTIMOS (29.003,80 €)**.

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.



# **ANEJOS A LA MEMORIA**



## Índice de los anejos

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEJOS A LA MEMORIA.....                                         | 43  |
| ANEJO I - CÁLCULO DE CONSUMOS.....                               | 47  |
| 1 – Obtención de los valores.....                                | 49  |
| ANEJO II - DIMENSIONADO DEL CAMPO DE CAPTACIÓN.....              | 51  |
| 1 – Cálculo del número de paneles.....                           | 53  |
| 2 – Distribución de los paneles.....                             | 59  |
| ANEJO III - DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN.....         | 61  |
| 1 – Cálculo de las capacidades mínima y máxima.....              | 63  |
| ANEJO IV - ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS.....                      | 67  |
| 1 – Determinación de las alternativas posibles.....              | 69  |
| 2 – Generación con grupo electrógeno.....                        | 69  |
| ANEJO V - GESTIÓN DE RESIDUOS.....                               | 71  |
| 1 – Gestión de residuos generados durante la instalación.....    | 73  |
| 2 – Gestión de residuos generados durante el funcionamiento..... | 73  |
| ANEJO VI - ESTUDIO ECONÓMICO.....                                | 75  |
| 1 – Determinación de los costes.....                             | 77  |
| 2 – Determinación de los ingresos.....                           | 77  |
| 3 – Cálculo de la viabilidad.....                                | 77  |
| ANEJO VII - ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....             | 79  |
| 1 – Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....          | 83  |
| 2 – Alcance del estudio básico de seguridad y salud.....         | 83  |
| 3 – Memoria informativa.....                                     | 84  |
| 4 – Medidas de prevención generales.....                         | 86  |
| 5 – Riesgos y medidas preventivas.....                           | 91  |
| 6 – Obligaciones del promotor.....                               | 99  |
| 7 – Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....      | 102 |
| 8 – Obligaciones de los trabajadores autónomos.....              | 102 |
| 9 – Libro de incidencias.....                                    | 103 |
| 10 – Paralización de los trabajos.....                           | 103 |
| 11 – Derechos de los trabajadores.....                           | 104 |
| 12 – Primeros auxilios y vigilancia de la salud.....             | 104 |
| 13 – Plan de emergencia.....                                     | 105 |
| 14 – Normativa aplicable relativa a seguridad y salud.....       | 106 |



**ANEJO I -**  
**CÁLCULO DE CONSUMOS**



## 1 – Obtención de los valores.

Los valores de consumo de los diferentes elementos así como las horas estimadas de uso en cada periodo fueron suministrados por el promotor y se resumen como sigue:

- En invierno el centro abrirá una media de 4 horas al día, el resto del año serán 6 horas diarias.
- La utilización del aparato elevador será mínima, puesto que será utilizado exclusivamente por personas con discapacidad.
- Desde junio a septiembre no se considera el uso de la caldera, aunque si se usarán los ventiladores.

Para el cálculo de la demanda se ha multiplicado el consumo de cada elemento por las horas previstas de funcionamiento, y esto a su vez por el índice de ocupación del mes para obtener un consumo medio diario.

Con estos cálculos se obtienen los siguientes valores medios anuales:

|                                                     | Ocupación<br>Días/mes<br>Días utilizados | 63%<br>238   |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|
|                                                     | Potencia                                 | MEDIA        |
| Iluminación                                         | 1500                                     | 5400         |
| Alimentador caldera                                 | 500                                      | 160          |
| Resistencia caldera                                 | 1500                                     | 103          |
| Bombas calefacción y ventiladores recuperador calor | 800                                      | 1653         |
| Frigorífico                                         | 100                                      | 280          |
| Microondas                                          | 800                                      | 130          |
| Cafetera                                            | 800                                      | 130          |
| 1 Televisor                                         | 100                                      | 360          |
| 1 Proyector                                         | 500                                      | 958          |
| 2 Ordenadores                                       | 200                                      | 383          |
| 1 equipo Hi-Fi                                      | 100                                      | 360          |
| 1 DVD                                               | 50                                       | 180          |
| Plataforma elevadora                                | 2200                                     | 143          |
| <b>CONSUMO</b>                                      | <b>9150</b>                              | <b>10241</b> |

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Los resultados mensuales de los mismos cálculos se pueden ver en las siguientes tablas:

|                                                     | Ocupación       | 50%         |         | 40%         |         | 50%         |         | 60%          |         | 70%          |         | 90%          |         |
|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
|                                                     | Días/mes        | 31          |         | 28          |         | 31          |         | 30           |         | 31           |         | 30           |         |
|                                                     | Días utilizados | 16          |         | 11          |         | 16          |         | 18           |         | 22           |         | 27           |         |
|                                                     | Potencia        | Enero       |         | Febrero     |         | Marzo       |         | Abril        |         | Mayo         |         | Junio        |         |
|                                                     |                 | Horas       | Energía | Horas       | Energía | Horas       | Energía | Horas        | Energía | Horas        | Energía | Horas        | Energía |
| Iluminación                                         | 1500            | 4           | 3000    | 4           | 2400    | 6           | 4500    | 6            | 5400    | 6            | 6300    | 6            | 8100    |
| Alimentador caldera                                 | 500             | 1           | 250     | 1           | 200     | 1           | 250     | 1            | 300     | 1            | 350     | 0            | 0       |
| Resistencia caldera                                 | 1500            | 0,2         | 150     | 0,2         | 120     | 0,2         | 150     | 0,2          | 180     | 0,2          | 210     | 0            | 0       |
| Bombas calefacción y ventiladores recuperador calor | 800             | 4           | 1600    | 4           | 1280    | 6           | 2400    | 6            | 2880    | 3            | 1680    | 2            | 1440    |
| Frigorífico                                         | 100             | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       | 0            | 0       | 0            | 0       | 8            | 720     |
| Microondas                                          | 800             | 0,25        | 100     | 0,25        | 80      | 0,25        | 100     | 0,25         | 120     | 0,25         | 140     | 0,25         | 180     |
| Cafetera                                            | 800             | 0,25        | 100     | 0,25        | 80      | 0,25        | 100     | 0,25         | 120     | 0,25         | 140     | 0,25         | 180     |
| 1 Televisor                                         | 100             | 4           | 200     | 4           | 160     | 6           | 300     | 6            | 360     | 6            | 420     | 6            | 540     |
| 1 Proyector                                         | 500             | 2           | 500     | 2           | 400     | 2           | 500     | 2            | 600     | 2            | 700     | 4            | 1800    |
| 2 Ordenadores                                       | 200             | 2           | 200     | 2           | 160     | 2           | 200     | 2            | 240     | 2            | 280     | 4            | 720     |
| 1 equipo Hi-Fi                                      | 100             | 4           | 200     | 4           | 160     | 6           | 300     | 6            | 360     | 6            | 420     | 6            | 540     |
| 1 DVD                                               | 50              | 4           | 100     | 4           | 80      | 6           | 150     | 6            | 180     | 6            | 210     | 6            | 270     |
| Plataforma elevadora                                | 2200            | 0,1         | 110     | 0,1         | 88      | 0,1         | 110     | 0,1          | 132     | 0,1          | 154     | 0,1          | 198     |
| <b>CONSUMO</b>                                      | <b>9150</b>     | <b>6510</b> |         | <b>5208</b> |         | <b>9060</b> |         | <b>10872</b> |         | <b>11004</b> |         | <b>14688</b> |         |

|                                                     | Ocupación       | 100%         |         | 100%         |         | 80%          |         | 50%         |         | 40%         |         | 50%         |         |
|-----------------------------------------------------|-----------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
|                                                     | Días/mes        | 31           |         | 31           |         | 30           |         | 31          |         | 30          |         | 31          |         |
|                                                     | Días utilizados | 31           |         | 31           |         | 24           |         | 16          |         | 12          |         | 16          |         |
|                                                     | Potencia        | Julio        |         | Agosto       |         | Septiembre   |         | Octubre     |         | Noviembre   |         | Diciembre   |         |
|                                                     |                 | Horas        | Energía | Horas        | Energía | Horas        | Energía | Horas       | Energía | Horas       | Energía | Horas       | Energía |
| Iluminación                                         | 1500            | 6            | 9000    | 6            | 9000    | 6            | 7200    | 6           | 4500    | 4           | 2400    | 4           | 3000    |
| Alimentador caldera                                 | 500             | 0            | 0       | 0            | 0       | 0            | 0       | 0,5         | 125     | 1           | 200     | 1           | 250     |
| Resistencia caldera                                 | 1500            | 0            | 0       | 0            | 0       | 0            | 0       | 0,2         | 150     | 0,2         | 120     | 0,2         | 150     |
| Bombas calefacción y ventiladores recuperador calor | 800             | 2            | 1600    | 2            | 1600    | 2            | 1280    | 3           | 1200    | 4           | 1280    | 4           | 1600    |
| Frigorífico                                         | 100             | 10           | 1000    | 10           | 1000    | 8            | 640     | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       |
| Microondas                                          | 800             | 0,25         | 200     | 0,25         | 200     | 0,25         | 160     | 0,25        | 100     | 0,25        | 80      | 0,25        | 100     |
| Cafetera                                            | 800             | 0,25         | 200     | 0,25         | 200     | 0,25         | 160     | 0,25        | 100     | 0,25        | 80      | 0,25        | 100     |
| 1 Televisor                                         | 100             | 6            | 600     | 6            | 600     | 6            | 480     | 6           | 300     | 4           | 160     | 4           | 200     |
| 1 Proyector                                         | 500             | 4            | 2000    | 4            | 2000    | 4            | 1600    | 2           | 500     | 2           | 400     | 2           | 500     |
| 2 Ordenadores                                       | 200             | 4            | 800     | 4            | 800     | 4            | 640     | 2           | 200     | 2           | 160     | 2           | 200     |
| 1 equipo Hi-Fi                                      | 100             | 6            | 600     | 6            | 600     | 6            | 480     | 6           | 300     | 4           | 160     | 4           | 200     |
| 1 DVD                                               | 50              | 6            | 300     | 6            | 300     | 6            | 240     | 6           | 150     | 4           | 80      | 4           | 100     |
| Plataforma elevadora                                | 2200            | 0,1          | 220     | 0,1          | 220     | 0,1          | 176     | 0,1         | 110     | 0,1         | 88      | 0,1         | 110     |
| <b>CONSUMO</b>                                      | <b>9150</b>     | <b>16520</b> |         | <b>16520</b> |         | <b>13056</b> |         | <b>7735</b> |         | <b>5208</b> |         | <b>6510</b> |         |

**ANEJO II -**  
**DIMENSIONADO DEL CAMPO**  
**DE CAPTACIÓN**



## 1 – Cálculo del número de paneles.

### 1.1 – Estimación inicial del número de paneles.

Para poder estimar el número de paneles necesarios para cubrir la demanda energética del centro de interpretación usaremos el método del mes peor.

El criterio del mes peor consiste en determinar la energía necesaria en el mes más desfavorable, y ajustar la potencia del campo generador en consecuencia. El principal problema que presenta este método es que se estará desperdiciando energía durante muchos meses al cubrirse el cien por cien de la demanda. En nuestro caso también es importante tener en cuenta la presencia del grupo de apoyo, lo que nos permite disminuir la cantidad de paneles instalados buscando la máxima eficiencia económica.

Según este método, primero debemos determinar cual es el peor mes del año, obteniendo el cociente entre el consumo medio diario de cada mes y la irradiación media diaria obtenida de la web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.

Con esos valores confeccionamos la siguiente tabla:

| Mes                                  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT  | NOV  | DIC        |
|--------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------------|
| H(22) (Kw h / m <sup>2</sup> / día): | 2,59 | 3,73 | 5,00 | 5,53  | 6,39  | 7,25  | 7,78  | 7,14  | 5,89  | 4,19 | 2,89 | 2,51       |
| Consumo (Kw h / día):                | 6,51 | 5,21 | 9,06 | 10,87 | 11,00 | 14,69 | 16,52 | 16,52 | 13,06 | 7,74 | 5,21 | 6,51       |
| Cociente:                            | 2,5  | 1,4  | 1,8  | 2,0   | 1,7   | 2,0   | 2,1   | 2,3   | 2,2   | 1,8  | 1,8  | <b>2,6</b> |

Con estos datos sabemos que el peor mes es Diciembre y procedemos a calcular la instalación para cubrir la demanda en este mes. Para ello necesitamos conocer el rendimiento general de la instalación, es decir, de la energía generada por los paneles cuanta llega a los receptores.

Para ello tenemos en cuenta todas las pérdidas del sistema, a saber:

Perdidas de los paneles (incluyendo suciedad y desgaste), pérdidas por transmisión en corriente continua, pérdidas propias del regulador, pérdidas propias de las baterías, pérdidas por autodescarga de las baterías, pérdidas por rendimiento del inversor y pérdidas por transmisión en corriente alterna.

### Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

Con todos los rendimientos calculados y asumiendo un índice de autodescarga de 0,005, se obtiene la siguiente tabla:

| RENDIMIENTOS                |               |
|-----------------------------|---------------|
| R. de los paneles:          | 95%           |
| R. circuito en c. continua: | 99%           |
| R. del regulador:           | 97%           |
| R. hasta el regulador:      | <b>91,23%</b> |
| R. propio de las baterías:  | 95%           |
| R. tras autodescarga:       | 99,38%        |
| R. total de las baterías:   | <b>94,41%</b> |
| R. del inversor:            | 95%           |
| R. circuito en c. alterna:  | 98%           |
| R. tras las baterías:       | <b>93,10%</b> |
| <b>Rendimiento total:</b>   | <b>80,18%</b> |

Conociendo el consumo, la irradiación y el rendimiento, para calcular la cantidad de paneles necesitamos determinar la potencia pico de cada panel y el margen de seguridad a aplicar.

En este caso usaremos paneles que posean una potencia nominal de 260 Wp, y aplicaremos un coeficiente de seguridad del 10% sobre el consumo.

Para calcular la energía total a producir debemos multiplicar el consumo por el coeficiente de seguridad y dividirlo entre el rendimiento, y al dividir ese consumo entre la irradiación y la potencia del panel obtenemos la cantidad de paneles necesarios.

|                                      |             |                      |       |
|--------------------------------------|-------------|----------------------|-------|
| Mes                                  | <b>DIC</b>  | Potencia Panel (Wp): | 260   |
| H(22) (Kw h / m <sup>2</sup> / día): | 2,51        | Margen de seguridad: | 1,1   |
| Consumo (Kw h / día):                | 6,51        | Energía a producir:  | 8,93  |
| Rendimiento:                         | <b>0,80</b> | Paneles necesarios:  | 13,69 |

En nuestro caso el criterio del mes peor nos recomienda instalar un mínimo de 14 paneles para cubrir la demanda. No obstante al disponer de un grupo electrógeno auxiliar esta cantidad se podrá reducir en función del consumo de gasoil del grupo hasta lograr un equilibrio óptimo entre producción y presupuesto.

## **1.2 – Optimización del resultado.**

Para optimizar el número de paneles a instalar se ha calculado este valor para los diferentes meses y se ha estimado el precio aproximado del proyecto en las diferentes opciones, calculando el VAN y la TIR a 10 y 20 años en cada uno de los casos para obtener la opción más rentable.

Para realizar esto se ha confeccionado una tabla donde se puede visualizar en conjunto toda la información relevante para el dimensionado de los sistemas, así como calcular una estimación del consumo de gasoil en los diferentes meses en función de las previsiones de consumo e irradiación.

La tabla, mostrada en la siguiente página, se divide en tres partes principales:

- Parte superior: donde figuran las opciones del sistema, tales como los días de autonomía de las baterías y su profundidad máxima de descarga (más información al respecto en el Anejo III), el coeficiente de seguridad deseado (explicado previamente), la tensión nominal del circuito en continua y la cantidad de paneles instalados.
- Parte central: donde se realizan los cálculos, a su vez se divide en cuatro zonas. La primera, donde figuran los datos de consumo e irradiación. La información relativa al sistema de acumulación, donde se puede ver la capacidad necesaria para cada mes. La cantidad de paneles mínimos estimados para cubrir la demanda de cada mes. Y por último la sección del grupo electrógeno, donde se puede ver el porcentaje de demanda cubierto por los paneles solares y una estimación de los litros de combustible consumidos por el grupo electrógeno.
- Parte inferior: donde figuran las características técnicas de los paneles y las baterías, así como el cuadro de cálculo de los rendimientos y una versión reducida y aproximada del presupuesto, que es la utilizada para calcular la rentabilidad de cada una de las opciones.

## Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

| VARIABLES CONFIGURABLES:           |     |
|------------------------------------|-----|
| Días de autonomía de las baterías: | 0,5 |
| Profundidad de descarga baterías:  | 40% |
| Coefficiente de seguridad:         | 1.1 |
| Tensión nominal (V):               | 48  |
| Cantidad de paneles:               | 12  |

| VARIABLES NO CONFIGURABLES:        |        |
|------------------------------------|--------|
| Rendimiento hasta el regulador:    | 91,23% |
| Rendimiento tras el regulador:     | 87,89% |
| Rendimiento del grupo electrógeno: | 25,00% |
| PCI gasoil (Kw h/L):               | 10,9   |
| Litros de gasoil por Kw h (l):     | 0,37   |

|                                      | ENERO  | FEBRERO | MARZO  | ABRIL  | MAYO   | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ANUAL    |
|--------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| Días:                                | 31     | 28      | 31     | 30     | 31     | 30     | 31     | 31     | 30         | 31      | 30        | 31        | 365      |
| H(22) (Kw h / m2 / día):             | 2,59   | 3,73    | 5,00   | 5,53   | 6,39   | 7,25   | 7,78   | 7,14   | 5,89       | 4,19    | 2,89      | 2,51      | 5,08     |
| Consumo (Wh / día):                  | 6.510  | 5.208   | 9.060  | 10.872 | 11.004 | 14.688 | 16.520 | 16.520 | 13.056     | 7.735   | 5.208     | 6.510     | 10.241   |
| <b>ACUMULADOR</b>                    |        |         |        |        |        |        |        |        |            |         |           |           |          |
| Energía a acumular por día en Wh:    | 8.147  | 6.518   | 11.339 | 13.607 | 13.772 | 18.383 | 20.675 | 20.675 | 16.340     | 9.681   | 6.518     | 8.147     | 12.817   |
| Capacidad util del acumulador en Wh: | 4.074  | 3.259   | 5.669  | 6.803  | 6.886  | 9.191  | 10.338 | 10.338 | 8.170      | 4.840   | 3.259     | 4.074     | 6.408    |
| Capacidad util del acumulador en Ah: | 85     | 68      | 118    | 142    | 143    | 191    | 215    | 215    | 170        | 101     | 68        | 85        | 134      |
| Cap NOMINAL necesaria en Ah:         | 212    | 170     | 295    | 354    | 359    | 479    | 538    | 538    | 426        | 252     | 170       | 212       | 334      |
| <b>PANELES</b>                       |        |         |        |        |        |        |        |        |            |         |           |           |          |
| Potencia necesaria (W):              | 3.448  | 1.915   | 2.486  | 2.697  | 2.362  | 2.779  | 2.913  | 3.174  | 3.041      | 2.533   | 2.472     | 3.558     | 2.782    |
| Nº Paneles:                          | 13,26  | 7,37    | 9,56   | 10,37  | 9,09   | 10,69  | 11,20  | 12,21  | 11,70      | 9,74    | 9,51      | 13,69     | 10,70    |
| <b>GRUPO ELECTRÓGENO</b>             |        |         |        |        |        |        |        |        |            |         |           |           |          |
| Energía requerida mensual (Kw h):    | 276,86 | 200,05  | 385,30 | 447,45 | 467,98 | 604,50 | 702,56 | 702,56 | 537,33     | 328,95  | 214,34    | 276,86    | 5.144,74 |
| Energía generada FV (Kw h):          | 250,50 | 200,05  | 385,30 | 447,45 | 467,98 | 604,50 | 702,56 | 690,58 | 537,33     | 328,95  | 214,34    | 242,77    | 5.072,32 |
| Energía generada grupo (Kw h):       | 26     | 0       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 12     | 0          | 0       | 0         | 34        | 72,42    |
| Porcentaje de cobertura solar:       | 90%    | 100%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 98%    | 100%       | 100%    | 100%      | 88%       | 98,0%    |
| Consumo grupo (l):                   | 10     | 0       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 0          | 0       | 0         | 13        | 26,58    |

| PANELES                                 |        | BATERIAS                             |        | RENDIMIENTOS                |               | PRESUPUESTO                 |               |                    |
|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------|
| Potencia Nominal Panel (Wp):            | 260    | Tensión nominal Batería (V):         | 12     | R. de los paneles:          | 95%           | Coste de instalación:       | 20,00%        |                    |
| Intensidad MPP (A):                     | 8,37   | Capacidad Nominal baterías C10 (Ah): | 670    | R. circuito en c. continua: | 99%           | <b>Elemento</b>             | <b>€ / Wp</b> | <b>€ Totales</b>   |
| Tensión MPP (V):                        | 31,1   | Baterías en paralelo                 | 1      | R. del regulador:           | 97%           | Paneles y estructura:       | 1,02 €        | 3.168,00 €         |
| Tensión de c. abierto del panel (V):    | 38,1   | Baterías en serie:                   | 4      | R. hasta el regulador:      | 91,23%        | Cableado y protecciones:    | 0,12 €        | 380,16 €           |
| Intensidad de c. cerrado del panel (A): | 8,98   | Número baterías                      | 4      | R. propio de las baterías:  | 95%           | Regulador:                  | 0,21 €        | 657,60 €           |
| Coef. De temperatura (Wp / °C):         | -0,31% | Capacidad Nominal baterías (Ah):     | 670    | R. tras autodescarga:       | 99,38%        | Baterías:                   | 1,59 €        | 4.972,80 €         |
| Potencia en paneles (W):                | 3120   | Capacidad Total Calculada (Wh):      | 25.844 | R. total de las baterías:   | 94,41%        | Inversor:                   | 0,96 €        | 3.006,00 €         |
| Ramas en paralelo:                      | 4      | Capacidad Total Instalada (Wh):      | 32.160 | R. del inversor:            | 95%           | Grupo electrógeno:          | 2,49 €        | 7.764,00 €         |
| Paneles por rama:                       | 3      | Capacidad Total Calculada (Ah):      | 538    | R. circuito en c. alterna:  | 98%           | <b>Subtotal materiales:</b> | <b>6,39 €</b> | <b>19.948,56 €</b> |
| Intensidad máxima MPP (A):              | 33,5   | Capacidad Total Instalada (Ah):      | 670    | R. tras las baterías:       | 93,10%        | Gastos generales (13%):     | 0,83 €        | 2.593,31 €         |
| Intensidad de c. cerrado del campo (A): | 35,92  | Limite inferior (Ah):                | 592    | <b>Rendimiento total:</b>   | <b>80,18%</b> | Beneficio (6%):             | 0,38 €        | 1.196,91 €         |
| Tensión de c. a. del campo a -10°C (V): | 126,7  | Limite Superior (Ah):                | 898    |                             |               | <b>Subtotal:</b>            | <b>7,61 €</b> | <b>23.738,79 €</b> |
|                                         |        |                                      |        |                             |               | IVA (21%):                  | 1,60 €        | 4.985,15 €         |
|                                         |        |                                      |        |                             |               | <b>TOTAL:</b>               | <b>9,21 €</b> | <b>28.723,93 €</b> |

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Como puede observarse, el número de paneles oscila entre 8 en febrero y 14 en diciembre, para tomar una decisión respecto al número de paneles optaremos por realizar tres supuestos y calcular la rentabilidad en cada uno de ellos, los supuestos se harán con 10, 12 y 14 paneles, por ser 8 un número excesivamente bajo para los mismos.

Estos son los valores obtenidos para el VAN y la TIR a 10 y 20 años en cada uno de los supuestos:

| <b>Paneles:</b> | <b>10</b>   | <b>Paneles:</b> | <b>12</b>   | <b>Paneles:</b> | <b>14</b>   |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| <b>TIR 10</b>   | -0,19%      | <b>TIR 10</b>   | 0,97%       | <b>TIR 10</b>   | 0,18%       |
| <b>TIR 20</b>   | 8,32%       | <b>TIR 20</b>   | 9,16%       | <b>TIR 20</b>   | 8,59%       |
| <b>VAN 10</b>   | -2.457,81 € | <b>VAN 10</b>   | -1.659,32 € | <b>VAN 10</b>   | -2.399,68 € |
| <b>VAN 20</b>   | 9.222,30 €  | <b>VAN 20</b>   | 11.374,62 € | <b>VAN 20</b>   | 10.725,45 € |

En base a estos resultados se ha elegido el supuesto con 12 paneles, al ser el más rentable.

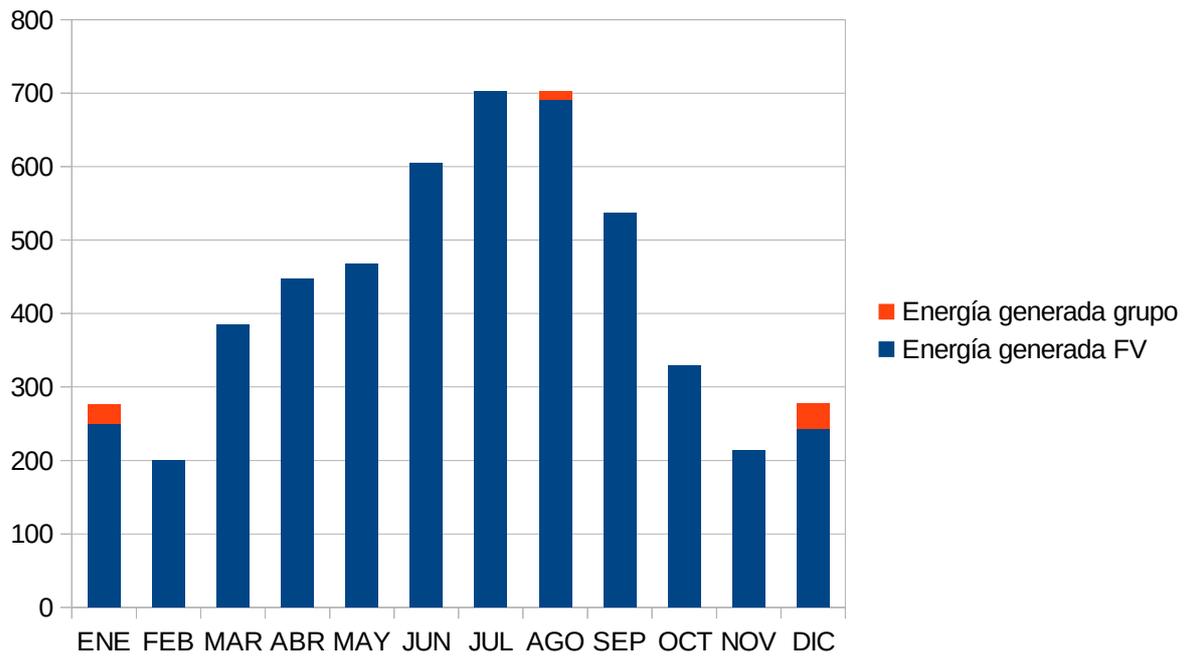
Para la obtención de estos valores, se han repetido los cálculos que se detallan en el Anejo VI – “Estudio económico” con los presupuestos aproximados de cada uno de los tres supuestos.

Si bien el presupuesto final del proyecto es ligeramente superior al previsto (disminuyendo así la rentabilidad), las proporciones se mantienen y sigue siendo 12 la opción más rentable respecto a la cantidad de paneles.

Con esto queda establecido el número de paneles en 12 de forma definitiva.

A pesar de ser esta la cantidad idónea de paneles para alcanzar la mayor rentabilidad con el proyecto, aún queda una pequeña parte de la demanda no satisfecha mediante la energía solar, especialmente durante los meses de enero, agosto y diciembre por la disminución de la irradiación, como muestra el gráfico de la siguiente página:

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*



Es importante hacer notar que tanto el gráfico como las tablas anteriores son estimaciones de los consumos y producciones del sistema, siendo más fiables cuanto más se aproximen los supuestos de partida a la realidad.

## **2 – Distribución de los paneles.**

Una vez conocida la cantidad de paneles a usar es necesario determinar cómo disponer estos para obtener la máxima potencia.

En los sistemas fotovoltaicos antiguos los paneles se debían instalar de forma que el voltaje generado fuese el deseado, obligando a aumentar la intensidad del circuito y con ella las pérdidas eléctricas por disipación en forma de calor.

Los modernos reguladores MPPT se adaptan a un amplio rango de voltajes de entrada y los varían buscando la máxima potencia en cada momento, permitiendo mayor libertad a la hora de configurar los campos fotovoltaicos y aumentando el rendimiento.

En nuestro caso, al disponer de 12 paneles tenemos dos opciones principales de montaje, 2x6 o 3x4, elegiremos la segunda opción por disminuir la intensidad en favor del voltaje permitiendo disminuir las pérdidas por efecto Joule.

La potencia pico del sistema fotovoltaico se obtiene multiplicando el número de paneles por la potencia pico de cada panel:

$$P = N^{\circ}_p * P_p = 12 * 260 = 3120 \text{ W}$$

La tensión pico o tensión máxima es el producto del número de paneles conectados en serie por el voltaje pico del panel:

$$V_p = N^{\circ}_{ps} * V_p = 3 * 31,1 = 93,3 \text{ V}$$

La intensidad pico o máxima del sistema es el producto del número de ramas conectadas en paralelo por la intensidad pico del panel:

$$I_p = N^{\circ}_{rp} * I_p = 4 * 8,37 = 33,5 \text{ A}$$

Adicionalmente es importante calcular también la intensidad de circuito cerrado del campo y la tensión de circuito abierto a  $-10^{\circ}\text{C}$ , para poder dimensionar el regulador de manera adecuada.

### Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

La intensidad de circuito cerrado total se calcula multiplicando el número de ramas conectadas en paralelo por la intensidad de circuito cerrado del panel:

$$I_{cc} = N_{rp}^{\circ} * I_{cc} = 4 * 8,98 = \mathbf{35,92 \text{ A}}$$

Para calcular la tensión de circuito abierto a  $-10^{\circ}\text{C}$  debemos calcular primero ese mismo valor para cada panel, y luego multiplicarlo por la cantidad de paneles conectados en serie.

El voltaje lo calculamos adaptando el voltaje a  $25^{\circ}\text{C}$  con el coeficiente de temperatura calculado para una reducción de  $35^{\circ}\text{C}$ .

$$V_{ca -10} = V_{ca} - (V_{ca} * C_t * 35) = 38,1 - (38,1 * -0,31\% * 35) = 42,23 \text{ V}$$

$$V_{ca -10 \text{ campo}} = N_{ps}^{\circ} * V_{ca -10} = 3 * 42,23 = \mathbf{126,7 \text{ V}}$$

Estos cálculos se resumen en la siguiente tabla:

| PANELES                                                 |              |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| Potencia Nominal Panel (Wp):                            | 260          |
| Intensidad MPP (A):                                     | 8,37         |
| Tensión MPP (V):                                        | 31,1         |
| Tensión de c. abierto del panel (V):                    | 38,1         |
| Intensidad de c. cerrado del panel (A):                 | 8,98         |
| Coef. De temperatura (Wp / °C):                         | -0,31%       |
| Potencia en paneles (W):                                | 3120         |
| Ramas en paralelo:                                      | 4            |
| Paneles por rama:                                       | 3            |
| Intensidad máxima MPP (A):                              | 33,5         |
| Intensidad de c. cerrado del campo (A):                 | <b>35,92</b> |
| Tensión de c. a. del campo a $-10^{\circ}\text{C}$ (V): | <b>126,7</b> |

Por lo tanto deberemos escoger un regulador que acepte una intensidad máxima superior a  $35,92 \text{ A}$  y una tensión de circuito abierto máxima superior a  $126,7 \text{ V}$ .

**ANEJO III -**  
**DIMENSIONADO DEL SISTEMA**  
**DE ACUMULACIÓN**



## **1 – Cálculo de las capacidades mínima y máxima.**

### **1.1 – Cálculo de la capacidad mínima.**

Para calcular la capacidad mínima del sistema debemos determinar primero los días de autonomía deseados y la máxima profundidad de descarga que permitiremos.

Determinar los días de autonomía idóneos consiste en alcanzar un equilibrio entre la necesidad del centro y la optimización de los costes. Habitualmente se recomienda una autonomía de entre 6 y 7 días, esta cifra es desproporcionada en nuestro caso teniendo en cuenta que disponemos de un grupo adicional que puede suplir al centro en caso de ausencia de generación o avería.

Otro factor muy a tener en cuenta es el precio de las baterías frente al de los paneles, puesto que el precio de estas ha permanecido constante a lo largo del tiempo mientras que los paneles se han abaratado enormemente, resultando mucho más rentable actualmente aumentar el campo de captación y reducir la capacidad de acumulación.

En nuestro caso he elegido una autonomía de 0,5 días para los cálculos, por considerarlo suficiente debido a la presencia del grupo electrógeno y al hecho de que los consumos se produzcan durante las horas centrales del día.

El otro valor a determinar para el cálculo de la capacidad mínima es la profundidad máxima de descarga permitida, cuanto mayor sea este valor, más profundas serán las descargas, disminuyendo así mismo la vida útil de las baterías.

Para este proyecto he elegido una descarga máxima del 40% por evitar un sobredimensionamiento importante del sistema de acumulación y permitir a su vez prolongar la vida útil del mismo.

Conociendo ya los valores de autonomía y profundidad de carga, se puede calcular la capacidad mínima del campo de acumulación, usando la siguiente fórmula:

$$1,1 * \text{Máx } E_a * D_a / (P_d * T_n)$$

Donde

$E_a$ : Energía a acumular por día.

$P_d$ : Profundidad de descarga.

$D_a$ : Días de autonomía.

$T_n$ : Tensión nominal del circuito.

Sabiendo que la máxima energía a acumular por día se da en Junio (ver tabla de cálculos) y tiene un valor de 20.675Wh, se obtiene una capacidad mínima de las baterías de **592Ah**

### **1.2 – Cálculo de la capacidad máxima.**

Para calcular la capacidad máxima del sistema de acumulación se tiene que tener en cuenta la intensidad máxima del campo de generación, puesto que es necesario un mínimo para asegurar la correcta carga de las baterías.

Determinar la capacidad máxima es en realidad bastante sencillo, puesto que solo hay que multiplicar la intensidad máxima (de circuito cerrado) del campo de captación por 25. A su vez, la intensidad máxima se calcula multiplicando la cantidad de ramas en paralelo por la intensidad de circuito cerrado del panel, desglosando la formula como sigue:

$$25 * I_{cc} * R_p$$

Donde

$I_{cc}$ : Intensidad de circuito cerrado del panel.

$R_p$ : Ramas de paneles conectadas en paralelo.

En nuestro caso obtenemos el siguiente resultado sustituyendo los valores:

$$25 * 8,98 * 4 = 898$$

Por lo tanto la capacidad máxima del sistema de acumulación será de **898Ah** para permitir una correcta carga del mismo.

### **1.3 – Determinación de la capacidad adecuada.**

Una vez conocemos las capacidades mínima y máxima del sistema de acumulación, debemos elegir una capacidad adecuada que se encuentre entre ambos valores.

Para alcanzar dicha capacidad existen dos formas, adquirir unas baterías cuya capacidad coincida o supere la capacidad elegida, o bien conectar varias baterías en paralelo de forma que su capacidad se sume. Esta segunda opción es desaconsejada por los fabricantes, por lo que nos centraremos en elegir una batería cuyas características entren dentro de nuestro rango, desde 592Ah hasta 898Ah.

### 1.4 – Elección de las baterías.

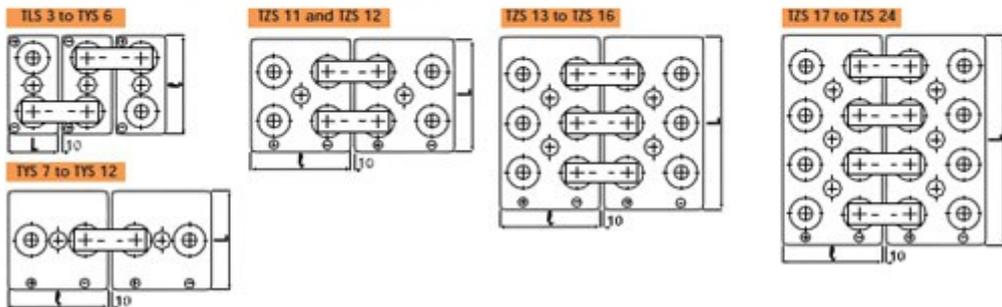
Los acumuladores elegidos para este proyecto deben ser estos estacionarios y OPzS, pues son los idóneos para este tipo de instalaciones.

Esta gama se presenta generalmente en baterías compuestas por 6 vasos de 2 voltios para un voltaje total por batería de 12V, por lo que para lograr los 48V necesarios necesitaremos 4 baterías conectadas en serie.

Para determinar el modelo adecuado para nuestra instalación buscaremos el modelo cuya capacidad C10 (descargas en 10 horas) sea superior al límite inferior calculado sin exceder el límite superior, es decir, en un rango entre **592Ah** y **898Ah**.

| TECHNICAL CHARACTERISTICS PER CELL |                     |                |               |               |                  |           |        |              |               |                 |
|------------------------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|------------------|-----------|--------|--------------|---------------|-----------------|
| TYPE                               | Number of terminals | Capacity in Ah |               |               | Dimensions in mm |           |        | Weight in kg |               | Acid volume (l) |
|                                    |                     | T° 25°C        |               |               | Length (l)       | Width (l) | Height | Dry weight   | Filled weight |                 |
|                                    |                     | 10 h (1.80V)   | 120 h (1.85V) | 240 h (1.85V) |                  |           |        |              |               |                 |
| TLS 3                              | 2                   | 180            | 245           | 256           | 103              | 206       | 389    | 11.4         | 16.4          | 4.1             |
| TLS 4                              | 2                   | 220            | 300           | 313           | 103              | 206       | 389    | 13.6         | 18.4          | 3.9             |
| TLS 5                              | 2                   | 270            | 367           | 383           | 124              | 206       | 389    | 16.1         | 22.2          | 4.9             |
| TLS 6                              | 2                   | 323            | 440           | 460           | 145              | 206       | 389    | 18.8         | 26            | 5.8             |
| TVS 4                              | 2                   | 340            | 460           | 481           | 124              | 206       | 505    | 18.5         | 27            | 6.9             |
| TVS 5                              | 2                   | 390            | 530           | 554           | 124              | 206       | 505    | 21.5         | 29.7          | 6.6             |
| TVS 6                              | 2                   | 470            | 640           | 669           | 145              | 206       | 505    | 24.9         | 34.7          | 7.9             |
| TVS 7                              | 2                   | 550            | 745           | 778           | 166              | 206       | 505    | 28.4         | 39.8          | 9.2             |
| TYS 5                              | 2                   | 590            | 802           | 838           | 145              | 206       | 684    | 29.9         | 43.9          | 11.3            |
| TYS 6                              | 2                   | 670            | 915           | 956           | 145              | 206       | 684    | 34           | 47.7          | 11              |
| TYS* 7                             | 2                   | 816            | 1 120         | 1 170         | 191              | 210       | 684    | 40.6         | 59            | 14.8            |
| TYS* 8                             | 2                   | 900            | 1 220         | 1 275         | 191              | 210       | 684    | 44.7         | 62.7          | 14.5            |
| TYS* 9                             | 2                   | 1 040          | 1 415         | 1 478         | 233              | 210       | 684    | 50.4         | 73.1          | 18.3            |
| TYS* 10                            | 2                   | 1 120          | 1 523         | 1 591         | 233              | 210       | 684    | 54.5         | 76.8          | 18              |
| TYS* 11                            | 2                   | 1 260          | 1 714         | 1 790         | 275              | 210       | 684    | 60.1         | 87.3          | 21.9            |
| TYS* 12                            | 2                   | 1 340          | 1 825         | 1 910         | 275              | 210       | 684    | 64.2         | 91            | 21.6            |
| TZS 11                             | 4                   | 1 560          | 2 130         | 2 225         | 275              | 210       | 829    | 78.8         | 112.9         | 27.5            |
| TZS 12                             | 4                   | 1 710          | 2 335         | 2 440         | 275              | 210       | 829    | 84           | 117.6         | 27.1            |
| TZS 13                             | 6                   | 1 940          | 2 640         | 2 758         | 399              | 214       | 813    | 97.9         | 147.1         | 39.7            |
| TZS 14                             | 6                   | 2 040          | 2 775         | 2 899         | 399              | 214       | 813    | 102.5        | 151.7         | 39.6            |
| TZS 15                             | 6                   | 2 150          | 2 925         | 3 056         | 399              | 214       | 813    | 108.2        | 156.4         | 38.9            |
| TZS 16                             | 6                   | 2 240          | 3 050         | 3 187         | 399              | 214       | 813    | 118.3        | 161           | 38.9            |
| TZS 17                             | 8                   | 2 430          | 3 310         | 3 458         | 487              | 212       | 813    | 126.2        | 186.3         | 48.5            |
| TZS 18                             | 8                   | 2 555          | 3 480         | 3 636         | 487              | 212       | 813    | 131.8        | 191           | 47.8            |
| TZS 20                             | 8                   | 2 800          | 3 810         | 3 981         | 487              | 212       | 813    | 141.1        | 200.1         | 47.6            |
| TZS 22                             | 8                   | 3 090          | 4 210         | 4 400         | 576              | 212       | 813    | 156.2        | 227.8         | 57.7            |
| TZS 24                             | 8                   | 3 360          | 4 580         | 4 785         | 576              | 212       | 813    | 167.5        | 237.3         | 56.3            |

All the weights and dimensions are subject to normal production tolerances.



El modelo elegido debe brindar una capacidad de **670Ah**, pues queda dentro del rango óptimo.

### **1.5 – Estimación de la autonomía lograda.**

Merece especial interés la estimación de la autonomía lograda con el sistema de acumulación elegido y el estudio de la misma.

Para ello se ha confeccionado la siguiente tabla en la que se muestran la capacidad necesaria para cubrir la demanda diaria en cada mes (obtenidos de la tabla de cálculos) y bajo ella los días de autonomía esperados con la capacidad elegida.

Estos últimos se han calculado multiplicando la capacidad del sistema de acumulación (670Ah) por la profundidad máxima de descarga (0,4) y dividiendo el resultado entre la capacidad necesaria de cada mes.

|                              | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cap NOMINAL necesaria en Ah: | 212  | 170  | 295  | 354  | 359  | 479  | 538  | 538  | 426  | 252  | 170  | 212  |
| Días de autonomía estimados: | 1,26 | 1,58 | 0,91 | 0,76 | 0,75 | 0,56 | 0,50 | 0,50 | 0,63 | 1,06 | 1,58 | 1,26 |

Como puede observarse, la autonomía esperada es mayor de un día en los meses de invierno e igual a la estimación de 0,5 días en los meses de Julio y Agosto, durante los cuales se puede confiar en mayor medida en la previsión de irradiación, y por tanto en la generación, siendo extremadamente improbable la existencia de un día completo sin sol.

De esta forma se asegura un correcto suministro al centro en condiciones normales, y en caso de suceder algún imprevisto como días nublados o averías, el grupo electrógeno auxiliar permitiría el abastecimiento del centro y la carga de las baterías.

**ANEJO IV -**  
**ESTUDIO DE LAS**  
**ALTERNATIVAS**



## 1 – Determinación de las alternativas posibles.

Las diferentes alternativas posibles para electrificar el centro de interpretación deben cumplir todas la condición de autosuficiencia puesto que la conexión a la red eléctrica no es una alternativa viable por la localización del centro.

En base a este principio se plantean tres alternativas principales:

- Generación eólica.
- Generación solar fotovoltaica.
- Grupo electrógeno de gasoil.

Es importante notar que la presencia del grupo electrógeno es obligatoria para servir de garantía al suministro del centro.

De estas tres posibilidades, las dos primeras resultan las más atractivas por ser ambas fuentes de energía renovable y representar un importante ahorro en consumo de gasoil.

Se eligió la generación solar fotovoltaica por ser actualmente la solución más económica gracias al abaratamiento de los paneles.

## 2 – Generación con grupo electrógeno.

Esta es la opción que menor inversión requiere, el problema principal de esta opción es el gasto en gasoil que genera.

Para calcular el coste de la inversión se tiene en cuenta el precio del grupo electrógeno, el coste de la instalación (20%), el beneficio industrial y los impuestos:

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| Coste del grupo electrógeno:  | 6.470 €  |
| Instalación:                  | 1.294 €  |
| Gastos generales y beneficio: | 1.475 €  |
| Impuestos:                    | 1.940 €  |
| TOTAL:                        | 11.179 € |

Esto representaría la inversión inicial a realizar, pero hay que tener en cuenta el gasto anual en gasoil generado. Conociendo la eficiencia del grupo y el poder calorífico del gasoil, obtenemos unos requerimientos de **0,37 l** por Kwh.

Conociendo también el precio del gasoil y la demanda anual en Kwh, obtenemos los gastos estimados anuales.

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Litros de gasoil por Kwh:  | 0,37              |
| Kwh requeridos anualmente: | 5.144,74 €        |
| Precio por litro de gasoil | 1,20 €            |
| <b>Gasto anual:</b>        | <b>2.265,57 €</b> |

Estos costes se han tenido en cuenta a la hora de calcular la rentabilidad del proyecto fotovoltaico, resultando este el más económico de todas las alternativas.

**ANEJO V -**  
**GESTIÓN DE RESIDUOS**



## **1 – Gestión de residuos generados durante la instalación.**

Durante la fase de instalación se generarán residuos como restos de cables, embalajes y protecciones varias.

Al estar el edificio en rehabilitación las obras contarán con un punto de almacenamiento de residuos, que será el utilizado por el equipo instalador.

## **2 – Gestión de residuos generados durante el funcionamiento.**

Durante el funcionamiento del sistema no se generarán residuos, por lo que no será necesaria ninguna gestión.



**ANEJO VI -**  
**ESTUDIO ECONÓMICO**



## **1 – Determinación de los costes.**

La inversión inicial del proyecto se detalla en el presupuesto y asciende a un total de 29.003,80 € incluyendo impuestos.

Adicionalmente debe tenerse en cuenta el gasto anual previsto en gasoil, 26,58 litros, que a un precio de 1,2 € el litro, genera un gasto anual de 31,89 €.

También hay que contabilizar el coste anual del mantenimiento, un 2,5 % de la inversión inicial, que resulta en 750 € anuales.

Estos serían todos los costes.

## **2 – Determinación de los ingresos.**

En este proyecto no habría ingresos, habría ahorros en su lugar, que serán el precio del gasoil que no hemos tenido que comprar.

Esto lo calculamos conociendo los litros necesarios para generar un Kwh, los Kwh requeridos anualmente y el precio del gasoil.

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Litros de gasoil por Kwh:  | 0,37              |
| Kwh requeridos anualmente: | 5.144,74 €        |
| Precio por litro de gasoil | 1,20 €            |
| <b>Gasto anual:</b>        | <b>2.265,57 €</b> |

Estos 2.265,57 € serían los ahorros anuales.

## **3 – Cálculo de la viabilidad.**

Para determinar el coste real de la inversión, se ha descontado del coste del proyecto el coste de instalación del grupo electrógeno, puesto que la electrificación es obligatoria y esta sería la opción que menos inversión inicial requiere.

Teniendo en cuenta los valores calculados previamente, obtenemos los flujos de caja previstos para 20 años, asumiendo un tipo de interés previsto del 2%, y sobre estos valores calculamos el VAN y la TIR a 10 y 20 años, como se puede ver en la tabla de la página siguiente:

## Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

| DATOS DE PARTIDA                         |             |
|------------------------------------------|-------------|
| Coste de mantenimiento (%):              | 2,50%       |
| Inflación prevista (%):                  | 2,00%       |
| Precio por litro de gasoil (€):          | 1,20 €      |
| Inversión solar:                         | 29.003,80 € |
| Inversión alternativa (grupo solo):      | 11.179,38 € |
| Inversión neta (diferencia):             | 17.824,41 € |
| Mantenimiento anual:                     | 725,09 €    |
| Gasto anual en gasoil:                   | 31,89 €     |
| Ahorro en electricidad (consumo gasoil): | 2.265,57 €  |

|               |             |
|---------------|-------------|
| Tasa desc.:   | 3%          |
| <b>TIR 10</b> | 0,57%       |
| <b>TIR 20</b> | 8,87%       |
| <b>VAN 10</b> | -2.012,52 € |
| <b>VAN 20</b> | 10.961,25 € |

| Año  | Ahorro       | Gasoil   | Mant.       | Flujo de caja | Fl. acum.    |
|------|--------------|----------|-------------|---------------|--------------|
| 2016 | -15.558,84 € | -31,89 € | -725,09 €   | -16.315,83 €  | -16.315,83 € |
| 2017 | 2.310,88 €   | -32,53 € | -739,60 €   | 1.538,76 €    | -14.777,07 € |
| 2018 | 2.357,10 €   | -33,18 € | -754,39 €   | 1.569,53 €    | -13.207,54 € |
| 2019 | 2.404,24 €   | -33,84 € | -769,48 €   | 1.600,92 €    | -11.606,62 € |
| 2020 | 2.452,33 €   | -34,52 € | -784,87 €   | 1.632,94 €    | -9.973,67 €  |
| 2021 | 2.501,37 €   | -35,21 € | -800,56 €   | 1.665,60 €    | -8.308,07 €  |
| 2022 | 2.551,40 €   | -35,91 € | -816,57 €   | 1.698,91 €    | -6.609,16 €  |
| 2023 | 2.602,43 €   | -36,63 € | -832,91 €   | 1.732,89 €    | -4.876,27 €  |
| 2024 | 2.654,48 €   | -37,37 € | -849,56 €   | 1.767,55 €    | -3.108,72 €  |
| 2025 | 2.707,57 €   | -38,11 € | -866,56 €   | 1.802,90 €    | -1.305,83 €  |
| 2026 | 2.761,72 €   | -38,88 € | -883,89 €   | 1.838,96 €    | 533,13 €     |
| 2027 | 2.816,95 €   | -39,65 € | -901,56 €   | 1.875,74 €    | 2.408,87 €   |
| 2028 | 2.873,29 €   | -40,45 € | -919,60 €   | 1.913,25 €    | 4.322,12 €   |
| 2029 | 2.930,76 €   | -41,25 € | -937,99 €   | 1.951,52 €    | 6.273,63 €   |
| 2030 | 2.989,37 €   | -42,08 € | -956,75 €   | 1.990,55 €    | 8.264,18 €   |
| 2031 | 3.049,16 €   | -42,92 € | -975,88 €   | 2.030,36 €    | 10.294,54 €  |
| 2032 | 3.110,14 €   | -43,78 € | -995,40 €   | 2.070,96 €    | 12.365,50 €  |
| 2033 | 3.172,35 €   | -44,66 € | -1.015,31 € | 2.112,38 €    | 14.477,89 €  |
| 2034 | 3.235,79 €   | -45,55 € | -1.035,61 € | 2.154,63 €    | 16.632,52 €  |
| 2035 | 3.300,51 €   | -46,46 € | -1.056,33 € | 2.197,72 €    | 18.830,24 €  |
| 2036 | 3.366,52 €   | -47,39 € | -1.077,45 € | 2.241,68 €    | 21.071,92 €  |

Como puede verse aquí, el proyecto es rentable a largo plazo, recuperándose la inversión al décimo año.

A pesar de que económicamente es poco rentable a corto plazo, hay que pensar también en los beneficios no económicos del proyecto, como son el ahorro de combustibles fósiles y el uso en su lugar de energías renovables.

**ANEJO VII -**  
**ESTUDIO BÁSICO DE**  
**SEGURIDAD Y SALUD**



# Índice

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| ANEJO VII - ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....         | 79  |
| 1 – Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....      | 83  |
| 2 – Alcance del estudio básico de seguridad y salud.....     | 83  |
| 3 – Memoria informativa.....                                 | 84  |
| 3.1 – Metodología.....                                       | 84  |
| 3.2 – Datos de la obra y antecedentes.....                   | 84  |
| 3.3 – Tipo de trabajos.....                                  | 85  |
| 3.4 – Maquinaria y medios auxiliares.....                    | 85  |
| 4 – Medidas de prevención generales.....                     | 86  |
| 4.1 – Señalización.....                                      | 86  |
| 4.2 – Iluminación.....                                       | 87  |
| 4.3 – Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.....     | 88  |
| 4.4 – Circulación y accesos a la obra.....                   | 89  |
| 4.5 – Protecciones colectivas.....                           | 89  |
| 4.6 – Protecciones personales.....                           | 90  |
| 4.7 – Formación del personal sobre riesgos laborales.....    | 91  |
| 5 – Riesgos y medidas preventivas.....                       | 91  |
| 5.1 – Acopio, armado e izado de estructuras y paneles.....   | 91  |
| 5.2 – Manejo manual de cargas.....                           | 93  |
| 5.3 – Utilización de maquinaria de izado: grúas móviles..... | 94  |
| 5.4 – Cuadros e instalaciones eléctricas.....                | 95  |
| 5.5 – Estructuras.....                                       | 95  |
| 5.6 – Balizamiento e instalación de protecciones.....        | 96  |
| 5.7 – Trabajos en altura en accesorios.....                  | 96  |
| 6 – Obligaciones del promotor.....                           | 99  |
| 6.1 – Coordinadores en materia de seguridad y salud.....     | 99  |
| 6.2 – Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....           | 100 |
| 7 – Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....  | 102 |
| 8 – Obligaciones de los trabajadores autónomos.....          | 102 |
| 9 – Libro de incidencias.....                                | 103 |
| 10 – Paralización de los trabajos.....                       | 103 |
| 11 – Derechos de los trabajadores.....                       | 104 |
| 12 – Primeros auxilios y vigilancia de la salud.....         | 104 |
| 13 – Plan de emergencia.....                                 | 105 |
| 13.1 – Actuación en caso de accidente.....                   | 105 |
| 13.2 – Lucha contra incendios.....                           | 105 |
| 13.3 – Evacuación de los trabajadores.....                   | 106 |
| 14 – Normativa aplicable relativa a seguridad y salud.....   | 106 |



## **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 – Metodología.**

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:**

Instalación de generación eléctrica mediante un campo solar fotovoltaico con grupo electrógeno de apoyo en centro de interpretación, en el Valle de Iruelas, Ávila.

**- Plazo de ejecución previsto:**

Se tiene programado un plazo de ejecución de 15 días laborables, si la meteorología acompaña.

**- Número de trabajadores:**

El número de trabajadores que operarán en la obra será 3. Los cuales, en su conjunto, habrán de sumar los siguientes oficios:

- Jefe de equipo.
- Montador de estructuras metálicas.
- Cableador y conexionista.
- 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 del mismo de manera que quede convenientemente fijada. Así mismo, se instalará una línea de vida en el tramo de cubierta en el que habrá que trabajar que permita asegurar a los operarios.

- 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.

### **3.3 – Tipo de trabajos.**

El proyecto plantea la instalación de paneles fotovoltaicos sobre el techo de un centro de interpretación, y los equipos de control en su interior. 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:

- Camión grúa.
- Cabestrante de izado.
- Taladradoras de mano.
- Corta tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador.

- Medios auxiliares:

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

- Equipos de medida:

- Medidor de aislamiento.
- 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

## *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

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 o parte del lugar de trabajo (*)       | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Zonas donde se ejecuten tareas con:</b>  |                                   |
| 1.º Bajas exigencias visuales               | 100                               |
| 2.º Exigencias visuales moderadas           | 200                               |
| 3.º Exigencias visuales altas               | 500                               |
| 4.º Exigencias visuales muy altas           | 1000                              |
| <b>Áreas o locales de uso ocasional</b>     |                                   |
| Áreas o locales de uso ocasional            | 50                                |
| <b>Áreas o locales de uso habitual</b>      |                                   |
| Áreas o locales de uso habitual             | 100                               |
| <b>Vías de circulación de uso ocasional</b> |                                   |
| Vías de circulación de uso ocasional        | 25                                |
| <b>Vías de circulación de uso habitual</b>  |                                   |
| Vías de circulación de uso habitual         | 50                                |

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

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.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

- 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.
- 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.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

- Daños ocasionados por derrumbes y desplomes en los trabajos sobre la cubierta del edificio.
- 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

## *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

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.

## *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

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 depuesta 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.
- Ningún operario permanecerá debajo de elementos suspendidos.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

- El Equipo de Protección Individual incluirá casco, calzado con suela reforzada y arnés de seguridad.

## **5.6 – Balizamiento e instalación 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

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

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 y subcontratistas.**

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 empieza 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.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

- 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

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

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

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.

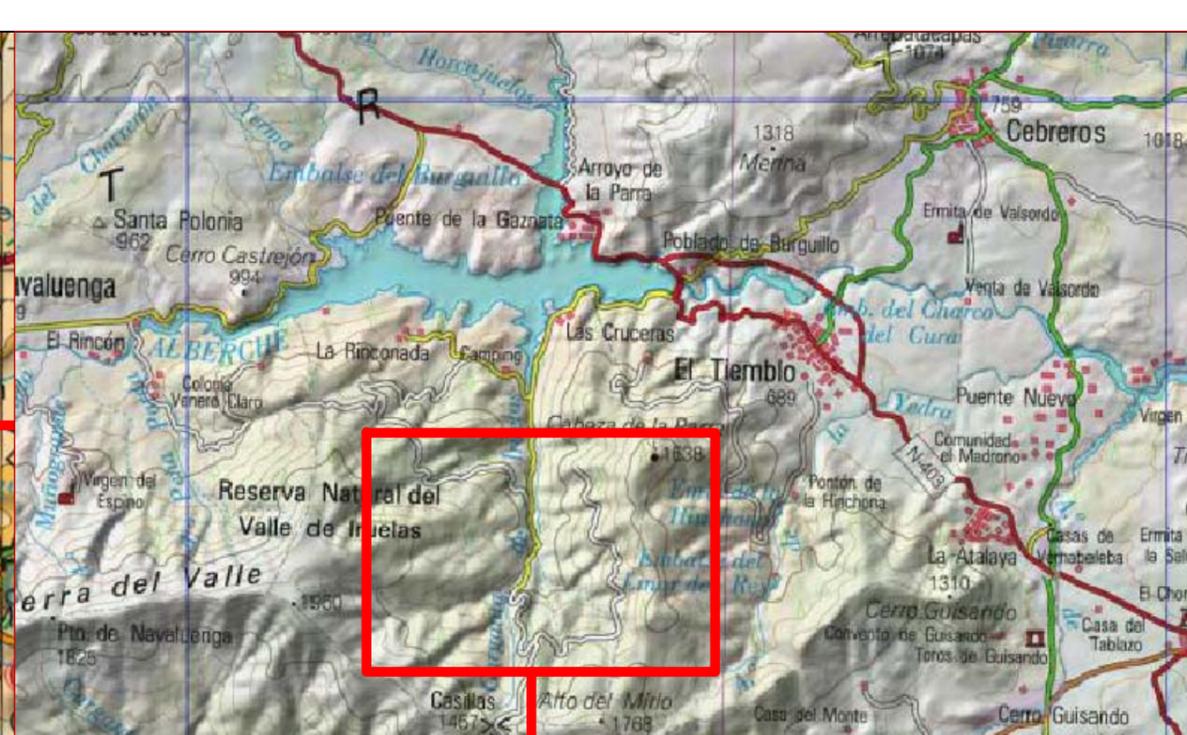
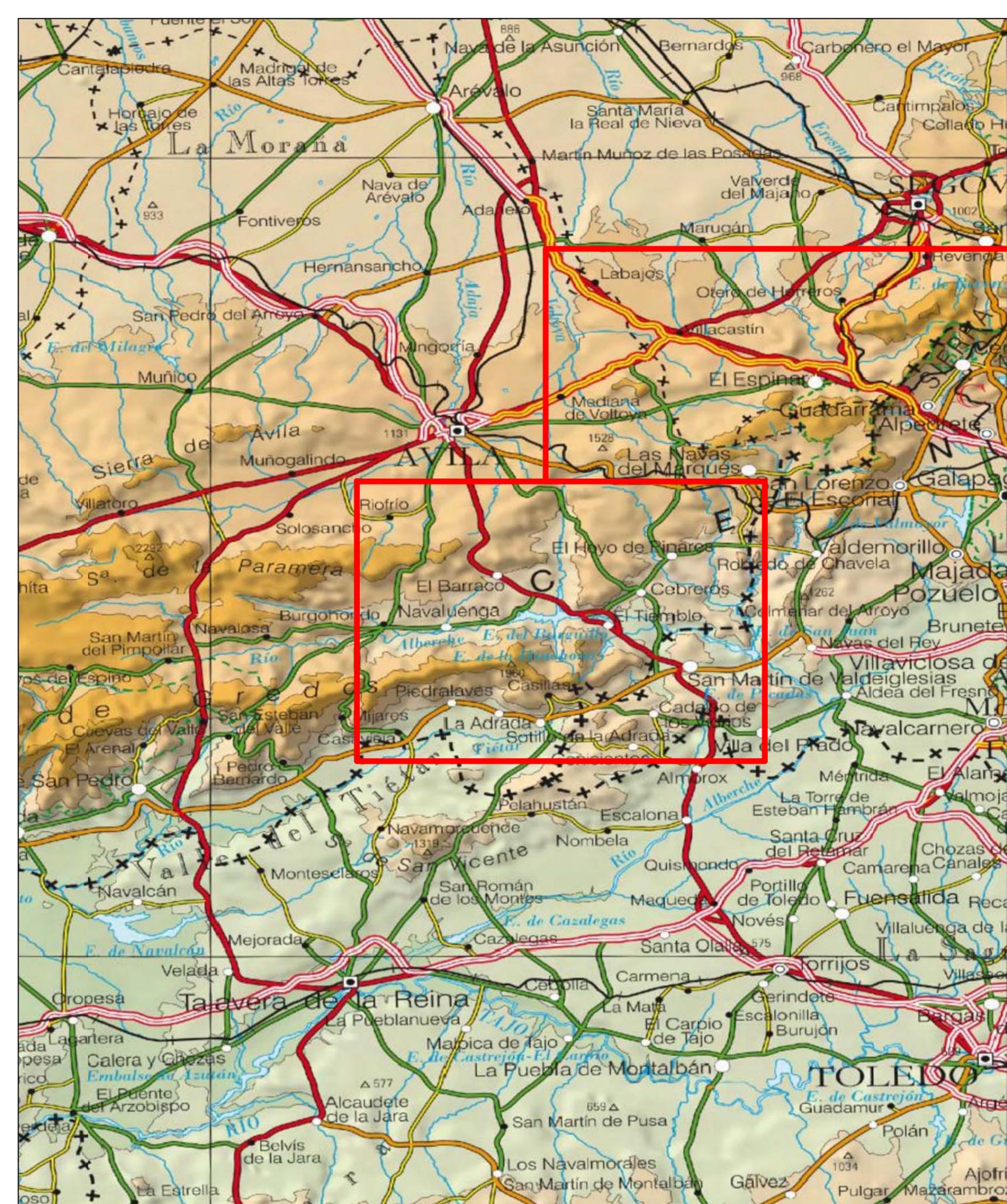
# PLANOS



## Índice de planos

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| PLANOS.....                      | 109 |
| Plano 1 – Localización.....      | 113 |
| Plano 2 – Emplazamiento.....     | 115 |
| Plano 3 – Plano de parcela.....  | 117 |
| Plano 4 – Esquema unifilar.....  | 119 |
| Plano 5 – Ubicación equipos..... | 121 |
| Plano 6 – Ubicación paneles..... | 123 |
| Plano 7 – Vistas acotadas.....   | 125 |





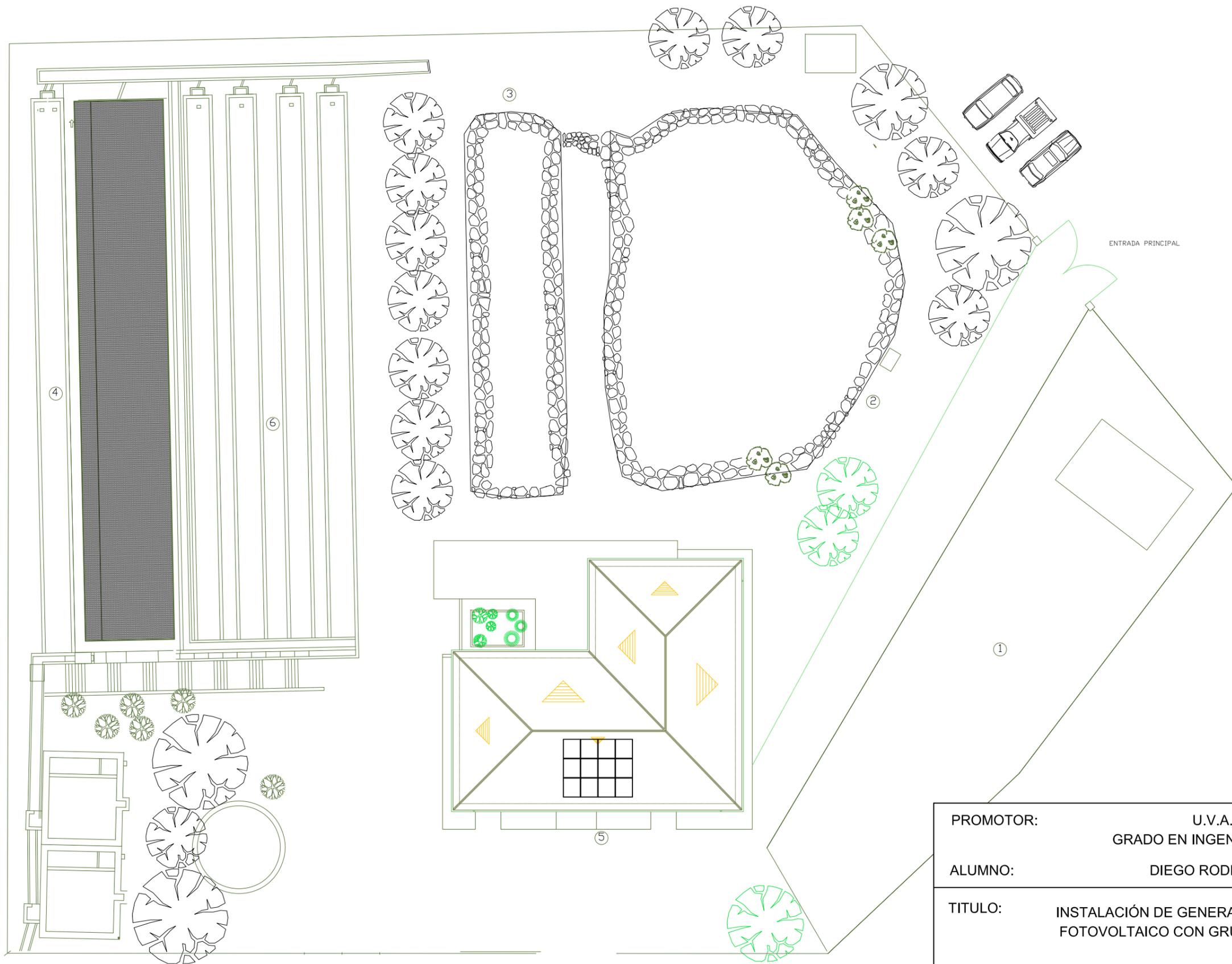
|                               |  |                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| PROMOTOR:                     |  | U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                                  |  |
|                               |  | GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                 |  |
| ALUMNO:                       |  | DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |  |
| TITULO:                       |  | INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |  |
| LOCALIZACIÓN:                 |  | ESCALA:                                                                                                                             |  |
| VALLE DE IRUELAS, ÁVILA       |  | 1:250.000                                                                                                                           |  |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015 |  | DENOMINACIÓN:                                                                                                                       |  |
| FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA  |  | LOCALIZACIÓN                                                                                                                        |  |
|                               |  | PLANO Nº:                                                                                                                           |  |
|                               |  | 1                                                                                                                                   |  |





|                               |                                                                                                                                    |           |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PROMOTOR:                     | U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                          |           |
| ALUMNO:                       | DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                             |           |
| TITULO:                       | INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |           |
| LOCALIZACIÓN:                 | ESCALA:                                                                                                                            |           |
| VALLE DE IRUELAS, ÁVILA       | 1:1000                                                                                                                             |           |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015 | DENOMINACIÓN:                                                                                                                      | PLANO Nº: |
| FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA  | <b>EMPLAZAMIENTO</b>                                                                                                               | <b>2</b>  |





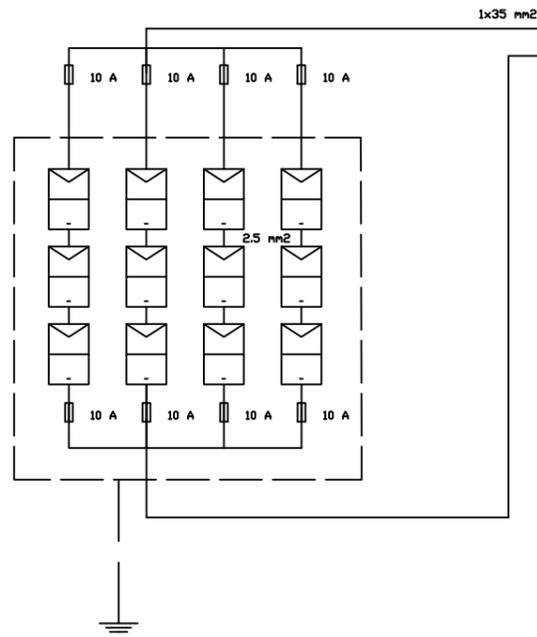
- 1 ZONA DE LANZADO
- 2 LAGO DE PESCA
- 3 LAGO DE REPRODUCTORES
- 4 ACUARIO FLUVIAL
- 5 CENTRO DE INTERPRETACION
- 6 ESTANQUES DE CRIANZA
- 7 ZONA DE REUNION AL AIRE LIBRE

|                                                                                                                                                    |                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                         |                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |                                                 |
| <b>TITULO:</b> INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |                                                 |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>VALLE DE IRUELAS, ÁVILA                                                                                                    | <b>ESCALA:</b><br>1:200                         |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015<br>FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                      | <b>DENOMINACIÓN:</b><br><b>PLANO DE PARCELA</b> |
| <b>PLANO N°:</b> 3                                                                                                                                 |                                                 |

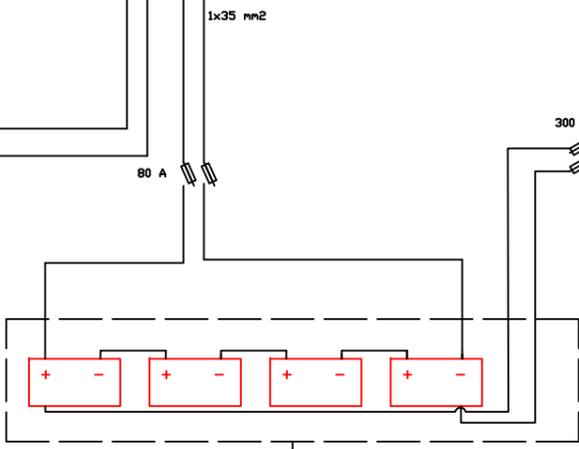
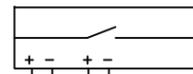


Generador Fotovoltaico

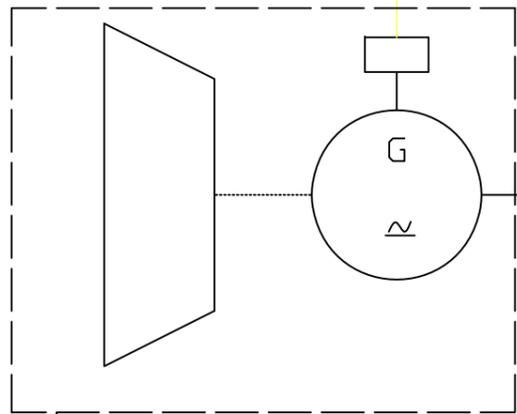
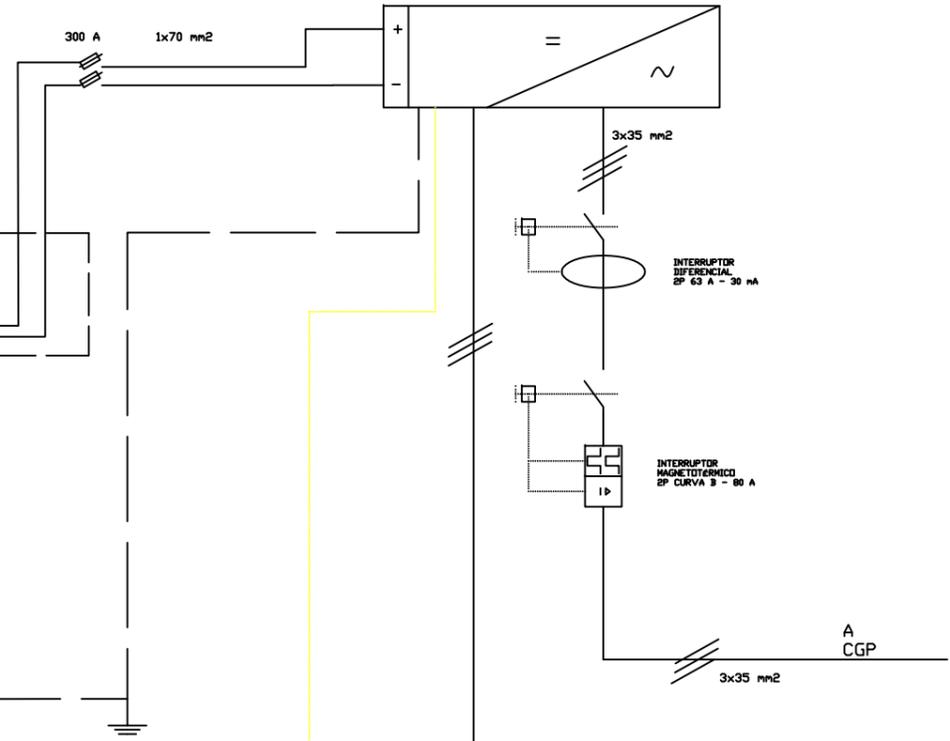
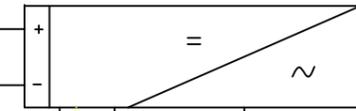
12 módulos 260 Wp en serie-paralelo



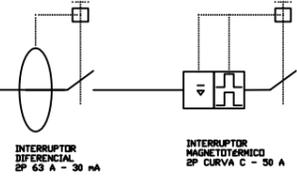
Regulador



Inversor + cargador Monofásico

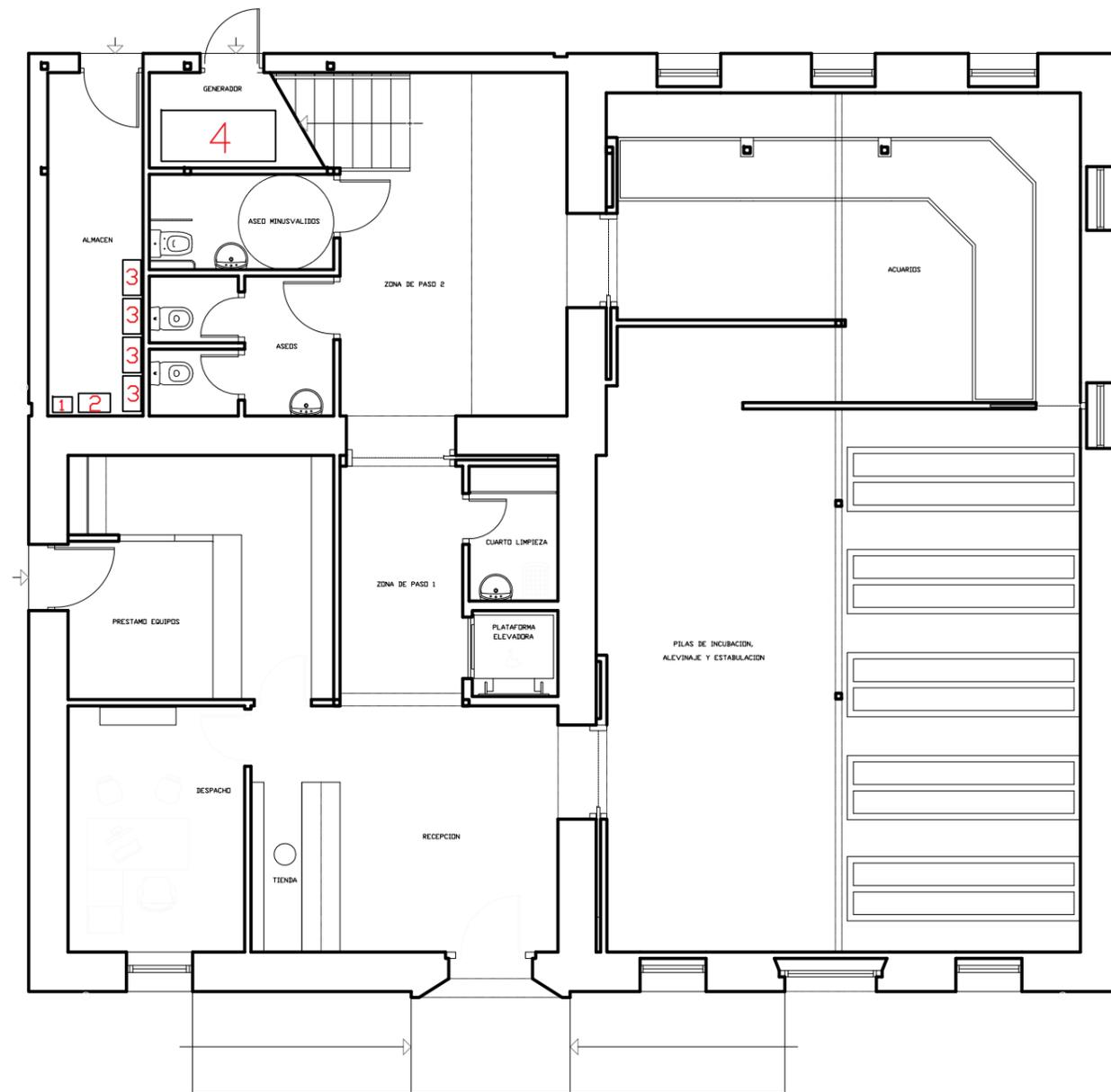


GRUPO ELECTRÓGENO INSONORIZADO 13 KVAS  
230 V monofásico



|                               |                                                                                                                                     |                              |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| PROMOTOR:                     | U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                           |                              |
| ALUMNO:                       | DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |                              |
| TITULO:                       | INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |                              |
| LOCALIZACIÓN:                 | VALLE DE IRUELAS, ÁVILA                                                                                                             | ESCALA:<br><b>SIN ESCALA</b> |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015 | DENOMINACIÓN:<br><b>ESQUEMA UNIFILAR</b>                                                                                            | PLANO Nº:<br><b>4</b>        |
| FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA  |                                                                                                                                     |                              |





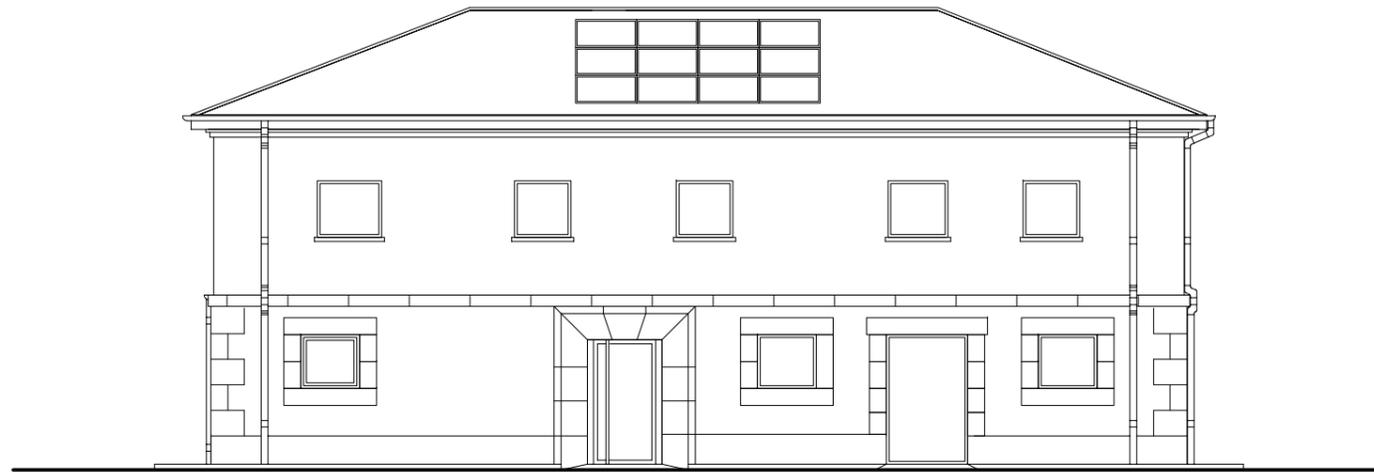
- 1 - Regulador.
- 2 - Inversor.
- 3 - Baterías.
- 4 - Grupo electrógeno.

Las baterías no se instalarán sobre el suelo, pudiéndose colocar a doble altura para optimizar el espacio y minimizar las conexiones

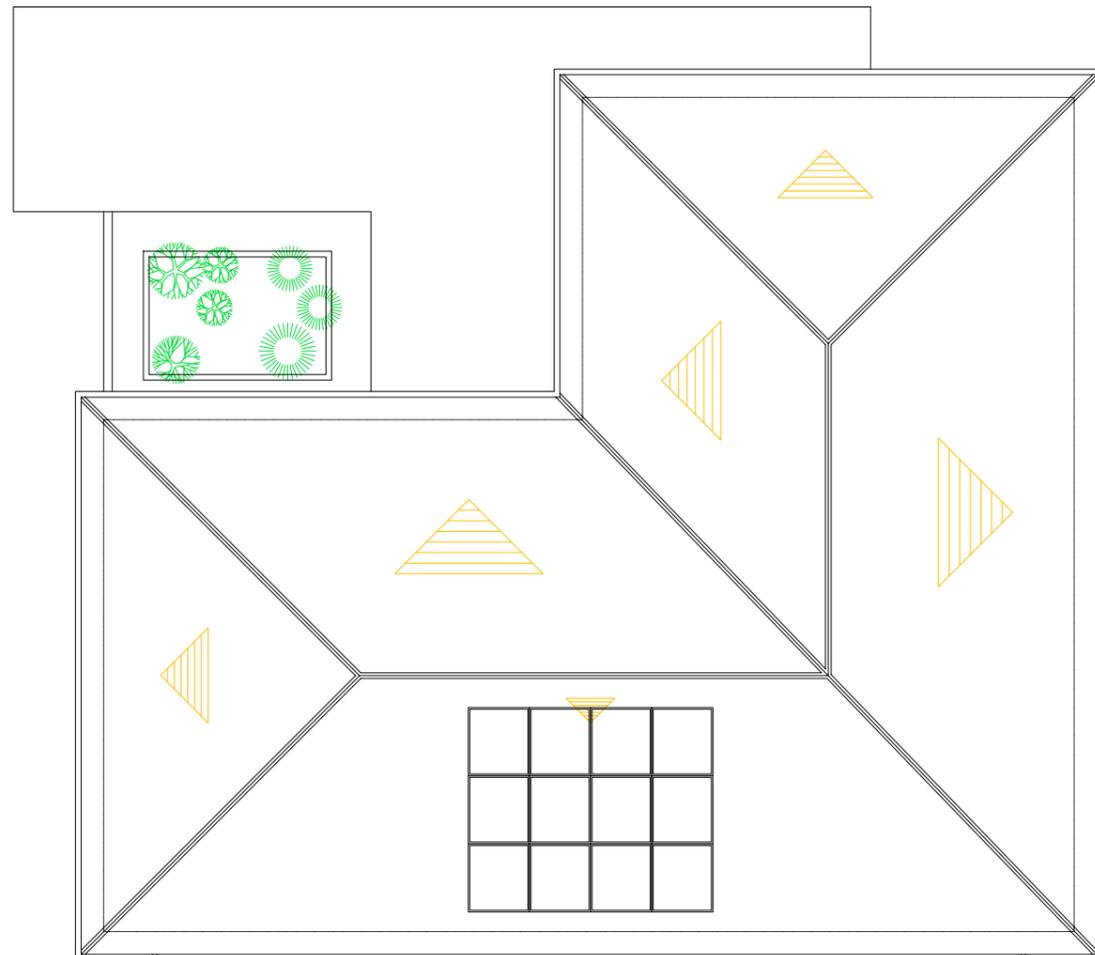
Existirá una ventilación natural mediante rendijas situadas a 1,5 metros de distancia en vertical, y de tamaño 400 cm<sup>2</sup> cada una. Igualmente, en el espacio donde se ubica el grupo, se colocarán rejillas de 400 cm<sup>2</sup> separadas 1,5 metros en vertical, para la ventilación del espacio.

|                               |                                                                                                                                     |                         |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| PROMOTOR:                     | U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                           |                         |
| ALUMNO:                       | DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |                         |
| TITULO:                       | INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |                         |
| LOCALIZACIÓN:                 | VALLE DE IRUELAS, ÁVILA                                                                                                             | ESCALA:<br><b>1:100</b> |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015 | DENOMINACIÓN:<br><b>UBICACIÓN EQUIPOS</b>                                                                                           | PLANO N°:<br><b>5</b>   |
| FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA  |                                                                                                                                     |                         |





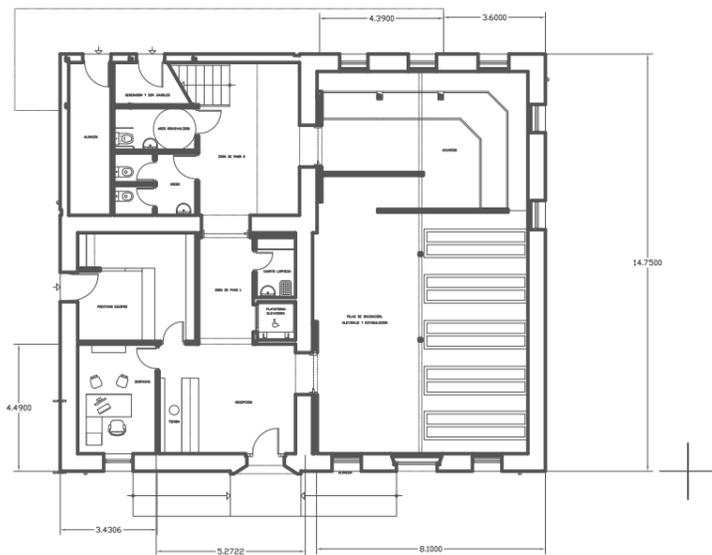
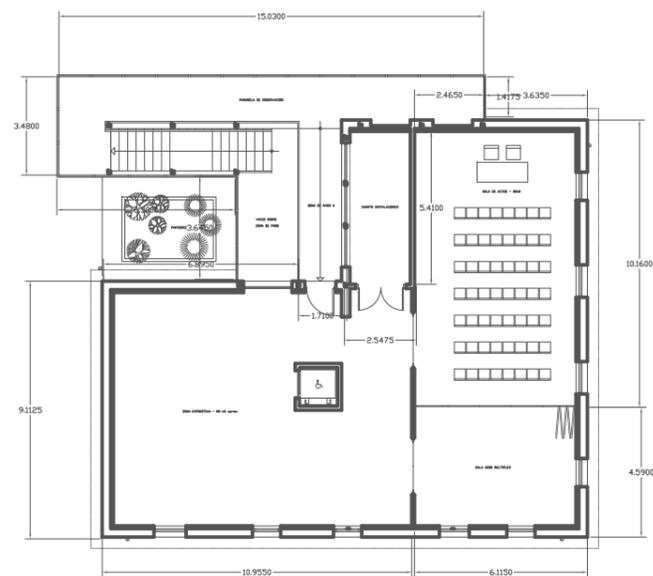
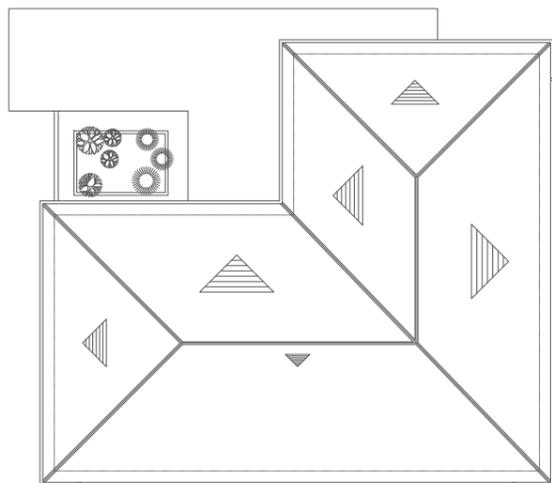
ALZADO SUR



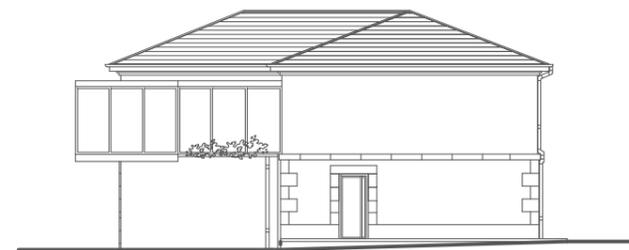
PLANTA

|                               |  |                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PROMOTOR:                     |  | U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                                  |           |
|                               |  | GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                 |           |
| ALUMNO:                       |  | DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |           |
| TITULO:                       |  | INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |           |
| LOCALIZACIÓN:                 |  | ESCALA:                                                                                                                             |           |
| VALLE DE IRUELAS, ÁVILA       |  | 1:125                                                                                                                               |           |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015 |  | DENOMINACIÓN:                                                                                                                       | PLANO N°: |
| FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA  |  | UBICACIÓN PANELES                                                                                                                   | 6         |

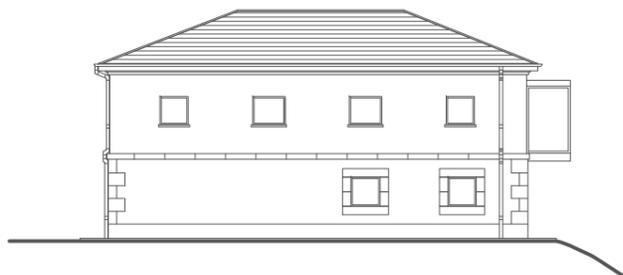




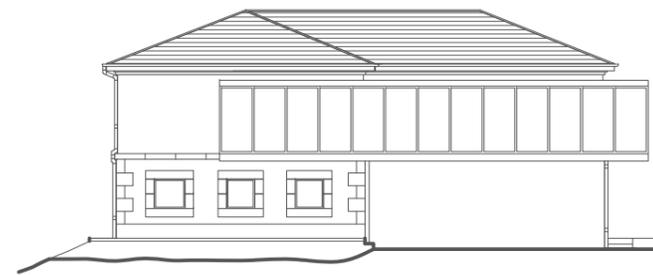
SECCION 1



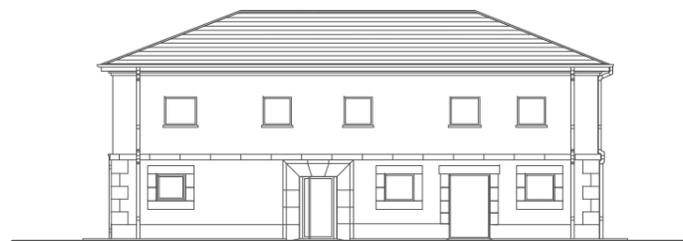
ALZADO OESTE



ALZADO ESTE



ALZADO NORTE



ALZADO SUR

|                                                                                                                                             |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| PROMOTOR: U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                         |                                         |
| ALUMNO: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                                                              |                                         |
| TITULO: INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO CON GRUPO ELECTRÓGENO DE APOYO EN CENTRO DE INTERPRETACIÓN |                                         |
| LOCALIZACIÓN:<br>VALLE DE IRUELAS, ÁVILA                                                                                                    | ESCALA:<br>1:250                        |
| SORIA, A 30 DE JULIO DEL 2015<br>FDO.: DIEGO RODRÍGUEZ GARCÍA                                                                               | DENOMINACIÓN:<br><b>VISTAS ACOTADAS</b> |
| PLANO N°: <b>7</b>                                                                                                                          |                                         |



**PLIEGO DE**  
**CONDICIONES**



# Índice de contenido

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| PLIEGO DE CONDICIONES.....                                     | 127 |
| 1 – Condiciones Generales.....                                 | 131 |
| 1.1 – Objeto.....                                              | 131 |
| 1.2 – Condiciones generales de índole legal.....               | 131 |
| 1.3 – Procedencia de materiales y equipos.....                 | 131 |
| 1.4 – Plazo de comienzo y de ejecución.....                    | 132 |
| 1.5 – Sanciones por retraso de las obras.....                  | 132 |
| 1.6 – Trabajos defectuosos.....                                | 132 |
| 1.7 – Recepción de las obras.....                              | 132 |
| 1.8 – Plazo de garantía.....                                   | 133 |
| 1.9 – Dirección de obra.....                                   | 133 |
| 1.10 – Obligaciones de la contrata.....                        | 133 |
| 1.11 – Seguridad e higiene en el trabajo.....                  | 133 |
| 1.12 – Condiciones técnicas generales de los materiales.....   | 133 |
| 1.13 – Reconocimiento de los materiales.....                   | 134 |
| 2 – Definiciones específicas del proyecto.....                 | 135 |
| 2.1 – Radiación solar.....                                     | 135 |
| 2.2 – Instalación.....                                         | 135 |
| 2.3 – Módulos.....                                             | 136 |
| 2.4 – Integración arquitectónica.....                          | 136 |
| 3 – Condiciones técnicas.....                                  | 137 |
| 3.1 – Generalidades.....                                       | 137 |
| 3.2 – Sistemas generadores fotovoltaicos.....                  | 138 |
| 3.3 – Sistema soporte.....                                     | 138 |
| 3.4 – Reguladores.....                                         | 139 |
| 3.5 – Inversores.....                                          | 140 |
| 3.6 – Sistema de monitorización.....                           | 141 |
| 3.7 – Cableado.....                                            | 141 |
| 3.8 – Conexión a red.....                                      | 142 |
| 3.9 – Medidas.....                                             | 143 |
| 3.10 – Protecciones.....                                       | 143 |
| 3.11 – Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas..... | 143 |
| 3.12 – Armónicos y compatibilidad electromagnética.....        | 143 |
| 4 – Recepción y pruebas.....                                   | 144 |
| 5 – Mantenimiento de la instalación.....                       | 144 |
| 5.1 – Generalidades.....                                       | 144 |
| 5.2 – Programa de mantenimiento.....                           | 144 |
| 5.3 – Plan de mantenimiento preventivo.....                    | 145 |
| 5.4 – Plan de mantenimiento correctivo.....                    | 147 |
| 6 – Garantías.....                                             | 148 |
| 6.1 – Plazos.....                                              | 149 |
| 6.2 – Condiciones económicas.....                              | 149 |
| 6.3 – Anulación de la garantía.....                            | 149 |
| 6.4 – Lugar y tiempo de la prestación.....                     | 149 |



## **1 – Condiciones Generales**

### **1.1 – Objeto.**

El objeto de este pliego es la enumeración de las condiciones de tipo general técnico de control y de ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para la ejecución del proyecto.

Para las condiciones de carácter general, cualquiera que sea su índole, regirá el Pliego de Condiciones para la edificación, así como las normas UNE, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE.

### **1.2 – Condiciones generales de índole legal.**

El pago de impuestos o árbitros 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 propiedad contratante.

Los documentos de este proyecto, en su conjunto, que serán de obligado cumplimiento en su total contenido, constituyen un contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, los cuales se comprometen a dirimir las divergencias que pudieran surgir hasta su total cumplimiento por amigables componedores. El contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se reflejará las particularidades que convengan ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente pliego de condiciones

### **1.3 – Procedencia de materiales y equipos.**

La empresa o parte contratada (contratista) para la ejecución del proyecto tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clase en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, y que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen. Se exceptúa el caso en que los pliegos de condiciones particulares dispongan un origen preciso y determinado, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento.

Como norma general el contratista vendrá obligado a presentar el certificado de garantía o documento de idoneidad técnica de los materiales principales destinados a la ejecución de la obra.

#### **1.4 – Plazo de comienzo y de ejecución.**

La fecha de comienzo de las obras se pactará entre las partes contratante y contratada, dando cuenta de oficio a la dirección técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos. Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el contrato entre ambas partes.

#### **1.5 – Sanciones por retraso de las obras.**

Si el instalador, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad podrá ejecutar las condiciones establecidas según las cláusulas del contrato privado entre propiedad y contrata.

#### **1.6 – Trabajos defectuosos.**

El instalador debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el proyecto y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

#### **1.7 – Recepción de las obras.**

Se considera la obra recibida a la emisión del “Acta de Puesta en Marcha de la Instalación”, que será emitida por el Servicio Territorial de Industria en caso de ser un trámite necesario, o bien mediante documento particular firmado por el director de obra, el instalador y el promotor.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía.

Será condición indispensable para proceder a la recepción, la entrega por parte de la contrata a la dirección facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas.

### **1.8 – Plazo de garantía.**

El plazo de garantía de las obras terminadas será el pactado entre las partes sin perjuicio de lo que marque la normativa sectorial.

### **1.9 – Dirección de obra.**

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, que corresponde a la dirección facultativa, es misión suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra. El contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan del director de obra o de las personas por él delegadas.

### **1.10 – Obligaciones de la contrata.**

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la contrata, a este pliego de condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el director de obra o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.

### **1.11 – Seguridad e higiene en el trabajo.**

Durante las tramitaciones previas, la preparación, ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta dirección facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, lo mismo en lo relacionado a los intervinientes en el tajo como con las personas ajenas a la obra.

### **1.12 – Condiciones técnicas generales de los materiales.**

La instalación cumplirá lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) así como la normativa especificada en el proyecto.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, y en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán como mínimo un grado de protección IP65, y los de interior, IP20.

Para los equipos y materiales eléctricos, se deberá asegurar un grado de aislamiento eléctrico mínimo de clase I. No obstante, se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego.

Por parte del contratista existe obligación de comunicar a los suministradores las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes, con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad. Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la obra, corriendo el contratista con todos los gastos que ello ocasionase.

### **1.13 – Reconocimiento de los materiales.**

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra.

El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación. Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

## **2 – Definiciones específicas del proyecto.**

### **2.1 – 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 kW/m<sup>2</sup>.

*Irradiación:* Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

### **2.2 – 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 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.

### **2.3 – 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: AM 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 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### **2.4 – Integración arquitectónica.**

*Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos*: Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales. La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en la definición dada, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica.

*Revestimiento*: Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente

de una construcción arquitectónica.

*Cerramiento:* Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

*Elementos de sombreado:* Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

### **3 – Condiciones técnicas.**

#### **3.1 – 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).

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.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **3.2 – Sistemas generadores fotovoltaicos.**

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.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio o certificador 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.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Como norma general, 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 correspondientes valores nominales de catálogo. En cualquier caso, el módulo cumplirá con las condiciones pactadas por las partes en cuanto a lo que se refiere a tolerancia en potencia.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o deformaciones importantes en cualquiera de sus elementos.

La estructura del generador se conectará a tierra. Además, por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente de cada una de las ramas del resto del generador.

### **3.3 – Sistema soporte.**

El sistema de soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Documento Básico SE-AE de Acciones de la Edificación del Código Técnico de la Edificación.

El diseño y la construcción del 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 del sistema de fijación 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 metálica 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. 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 de fijación no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias indicadas en el Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

### **3.4 – Reguladores.**

Estará dimensionado de acuerdo a la potencia máxima del campo fotovoltaico, así como la que pueda entregarse al consumidor a través de las baterías.

Deberá estar tarado para que se desconecte de la carga cuando se alcance la máxima profundidad de descarga.

El voltaje de fin de carga deberá estar en el rango 2,3-2,4 V/vaso a 25°C.

La reconexión a la carga deberá ser 0,08 V/vaso superior al voltaje de desconexión de la carga.

Los voltajes de conexión y reconexión deberán tener una precisión de  $\pm 1\%$ , y manteniéndose constante en todo el rango posible de variación de temperatura.

La intensidad del regulador se dimensionará, para el voltaje del campo de paneles seleccionado, como el cociente entre la potencia del campo y el voltaje en el punto de máxima potencia del campo.

### **3.5 – 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:

- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.

Además, incorporarán las siguientes protecciones:

- Cortocircuitos en alterna.
- Vigilancia de la tensión.
- Vigilancia de la frecuencia.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética incorporando protecciones necesarias. Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 cuando se encuentren en el interior de los edificios y en lugar inaccesible, IP30 cuando estando en el interior sean accesibles, e IP65 cuando estén instalados a la intemperie. Estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: temperatura entre 0°C y 40° C, humedad entre 0% y 85%.

### **3.6 – Sistema de monitorización.**

El sistema de monitorización (en caso de existir), debería proporcionar las medidas de las siguientes variables (o similares), siempre que por contrato no se fijen otros requisitos:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red
- Potencia total de salida del inversor.

Además, sería de interés la implementación de un sistema de monitorización que ofrezca datos sobre las siguientes variables:

- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente
- Potencia reactiva de salida del inversor (instalaciones mayores de 5 kWp).
- Temperatura de los módulos (en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 Kw).

En cualquier caso, el diseño del sistema de monitorización estará sujeto a las especificaciones establecidas para el mismo en el contrato de ejecución.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

### **3.7 – 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. Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no menor del 125 % de la máxima intensidad del generador.

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 (entre el generador y el punto de interconexión) para que la caída de tensión sea inferior del 1.5 % para la intensidad nominal.

El cableado deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

El cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso a la intemperie, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores a utilizar, salvo que se especifique lo contrario en otros documentos del proyecto, serán los siguientes:

- Para líneas de alimentación a cuadros: VV 0,6/1 KV.
- Conductores de potencia para alimentación a motores: VV 0,6/1 KV.
- Cables para líneas de mando y control: VV500F.

Las secciones mínimas de los cables serán de 1,5 mm<sup>2</sup> para las líneas de mando y control, y 2,5 mm<sup>2</sup> en las líneas de potencia.

En las instalaciones en las que se especifique que deban colocarse cables no propagadores de incendio y sin emisión de humos ni gases corrosivos, se deberán satisfacer los siguientes niveles de seguridad.

| Características                                              | Normas                           | Valores según norma  |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| No Prop. Llama                                               | UNE-EN 50265-2-1                 | Pasar ensayo         |
| No Prop. incendio                                            | UNE-EN 50266-2<br>UNE-EN 50266-1 | Pasar ensayo         |
| Sin emisión halógenos                                        | UNE-EN 50267<br>BS-6425.1        | Despreciable         |
| Sin corrosividad                                             | UNE-EN 50267-2-3                 | pH>4,3<br>C<10 µs/mm |
| Sin desprendimiento de humos opacos (transmitancia luminosa) | UNE-EN 50268                     | >60%                 |

En cuanto a los colores de los conductores aislados, se estará en lo dispuesto en la norma UNE 21089, y serán los de la siguiente tabla:

| Color          | Conductor  |
|----------------|------------|
| Amarillo-verde | Protección |
| Azul claro     | Neutro     |
| Negro          | Fase       |
| Marrón         | Fase       |
| Gris           | Fase       |

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20. Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cable.

### **3.8 – Conexión a red.**

En caso de tratarse de una instalación conectada a la red de distribución, cumplirá con

lo dispuesto en el Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

### **3.9 – Medidas.**

En caso de instalaciones conectadas en baja tensión se cumplirá 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.

### **3.10 – Protecciones.**

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

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

### **3.11 – Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.**

En caso de instalaciones conectadas en baja tensión se cumplirá 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 parte continua como la de alterna, estarán conectados a una única tierra, que será independiente de las del neutro de la empresa distribuidora.

### **3.12 – Armónicos y compatibilidad electromagnética.**

En caso de instalaciones conectadas en baja tensión se cumplirá 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.

## **4 – Recepción y pruebas.**

Previamente a la recepción de la instalación, el instalador entregará al usuario toda la documentación necesaria para la correcta operación del sistema.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, 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.

Independientemente de la garantía, 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. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a garantías y vicios ocultos.

## **5 – Mantenimiento de la instalación.**

### **5.1 – Generalidades.**

La propiedad realizará un contrato de mantenimiento preventivo con una duración que ha de ser al menos igual al periodo de garantía de la instalación completa.

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.

En cualquier caso, el mantenimiento de las condiciones de garantía requiere de la realización del mencionado mantenimiento preventivo correspondiente a la partida garantizada.

### **5.2 – 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.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Se definen tres 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:

- Vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

### **5.3 – 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.

Se realizarán las siguientes operaciones, dentro del programa de mantenimiento preventivo, y teniendo en cuenta que IV es Inspección Visual, y CF control o comprobación de funcionamiento:

| <b>Operación</b>           | <b>Frecuencia</b> | <b>Inspección</b> | <b>Descripción</b>                                                                                |
|----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paneles                    | 6                 | IV                | Diferencias con el original                                                                       |
| Paneles                    | 6                 | IV                | Limpieza                                                                                          |
| Paneles                    | 12                | IV                | Presencia de daños que afecten a la seguridad                                                     |
| Carcasa                    | 12                | IV                | Deformación, oscilaciones y estado de conexión a tierra.                                          |
| Conexiones                 | 12                | IV                | Reapriete de bornes y conexiones y estado de diodos de protección.                                |
| Estructura                 | 12                | IV                | Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos.                                        |
| Inversores                 | 12                | CF                | Rango de tensión, estado de indicadores y alarmas.                                                |
| Inversores                 | 12                | IV                | Conexión de terminales.                                                                           |
| Contadores                 | 12                | CF                | Funcionamiento y Tolerancia de medidas                                                            |
| Contadores                 | 12                | CF                | Conexión de terminales                                                                            |
| Sistemas de monitorización | 6                 | CF                | Conexión remota, almacenamiento de registros, monitorización y regulación y tolerancia de medida. |
| Sistema monitorización     | 12                | IV                | Conexión de terminales.                                                                           |

| <b>Operación</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Inspección</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                          |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cableado         | 12                | CF                | Estanqueidad, protección, conexión de terminales, empalmes pletinas.                                                        |
| Cableado         | 12                | CF                | Caidas de tensión en CC                                                                                                     |
| Protecciones     | 12                | CF                | Funcionamiento y actuación de elementos de seguridad y protecciones: fusibles, tomas de tierra, interruptores de seguridad. |
| Baterías         | 12                | CF                | Revisión nivel líquido                                                                                                      |
| Baterías         | 12                | IV                | Conexión de terminales                                                                                                      |
| Baterías         | 12                | CF                | Rango de tensión.                                                                                                           |
| Regulador        | 12                | IV                | Conexión de terminales.                                                                                                     |

En cuanto a los procedimientos de actuación, durante las operaciones de mantenimiento preventivo, se procederá como sigue:

- Asegurar que las conexiones y contactos eléctricos entre paneles están secos y estancos. La presencia de agua en los contactos produce caídas de tensión en el circuito, y consecuentemente, reducción de la potencia generada. La reparación consiste en la limpieza de los terminales o bornas de conexión y el cambio de la junta de la caja de conexiones o el pasacables defectuoso. Si la borna de conexiones llegara a quemarse, debe reemplazarse el módulo. En caso de conexiones multicontacto, comprobar que la conexión está correctamente efectuada, además de revisar los empalmes que se hayan podido realizar.

- Las comprobaciones rutinarias de estado del generador fotovoltaico consistirán en realizar las medidas de tensión a circuito abierto, y de corriente de carga de cada una de las agrupaciones independientemente. Esta medida se llevará a cabo en días soleados en horas cercana al mediodía y previamente se deberá realizar una limpieza de la superficie de los módulos y una inspección visual comprobando que están totalmente limpias y libres de sombras. Además, se deberán revisar y apretar las conexiones eléctricas.

La medida de la corriente de carga se realizará en cada uno de los arrays mediante una pinza amperimétrica. Todas las intensidades deberán ser similares con una variación menor del 10% entre ellas (siempre que no varíen las condiciones de temperatura ambiente e irradiancia entre una medida y otra, por ejemplo, por causa de alguna nube).

Para realizar la medida de tensión a circuito abierto se desconectarán todas las ramas. Las tensiones a circuito abierto de los subcampos no deberán presentar valores con desviaciones de 10% respecto del valor esperado.

### *Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

Si se detectaran variaciones mayores a las mencionadas anteriormente en uno de los subcampos, se procederá a realizar las medidas de tensión a circuito abierto y de la corriente de cortocircuito en cada uno de los módulos que lo componen, que para condiciones similares no deberán variar entre ellas más del 10%.

De este modo se detectarán los módulos defectuosos debiendo éstos ser sustituidos lo antes posible por otros exactamente iguales.

- Inspección de la estructura y de todos los elementos sometidos a esfuerzos susceptibles de sufrir deformaciones poco aparentes que den lugar a una disminución parcial de la fuerza de los elementos de unión (tornillería).

- Comprobación del estado del inversor (parámetros acordes a lo esperado). En este caso, se puede recurrir al sistema de monitorización para la comprobación de estos datos, así como verificarlos con el empleo de instrumentos de medida (polímetros).

- Comprobación de las conexiones a la salida del inversor, en el tramo de AC (estado de las arquetas, inserciones en armario de contadores, estado del tubo de acero empleado o en su caso, del tubo rígido, etc.)

- Revisión de todas las conexiones eléctricas de la instalación. Debido a las dilataciones y contracciones de los materiales asociadas a las variaciones de temperatura ambiente, las conexiones eléctricas pueden aflojarse disminuyendo considerablemente el rendimiento de la instalación, o incluso llegando a provocar averías.

Todas las operaciones deberán recogerse, con la periodicidad establecida, en un Acta de Inspección, de cara a la comprobación del mantenimiento preventivo por la propiedad.

#### **5.4 – 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 en este PCT y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en 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. No estarán incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita anual 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).

## **6 – Garantías.**

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.

### **6.1 – Plazos.**

El periodo de garantía, sin perjuicio de lo indicado en la legislación vigente, será reseñado en el contrato de ejecución, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

### **6.2 – 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 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.

Asimismo, 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.

### **6.3 – Anulación de la garantía.**

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

### **6.4 – 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.

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en el periodo de tiempo más breve posible, 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 ningún caso.

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.

# **MEDICIONES Y** **PRESUPUESTO**



## Índice de contenido

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....         | 151 |
| 1 – Mediciones.....                   | 155 |
| 2 – Presupuesto.....                  | 156 |
| 2.1 – Cuadro de precios número 1..... | 156 |
| 2.2 – Cuadro de precios número 2..... | 158 |
| 2.3 – Lista de precios unitarios..... | 160 |
| 2.4 – Presupuestos parciales.....     | 162 |
| 2.5 – Resumen del presupuesto.....    | 163 |



## 1 – Mediciones.

A continuación se detallan las descripciones y las cantidades de las diferentes partidas de materiales:

| Código   | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                                                                                                         | Cantidad |
|----------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>A</b> | Capítulo |      | <b>CAMPO DE CAPTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                      |          |
| A.1      | Partida  | Ud.  | Panel solar de 260 Wp.<br><br>Panel solar de 260 Wp, intensidad de cc 8,98 A, y una tensión de ca 38,1 V, sobre estructura fijada al techo.                                                                                                                    | 12       |
| <b>B</b> | Capítulo |      | <b>CABLEADO Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                                                                                                                 |          |
| B.1      | Partida  | Ud.  | Cableado en c. Continua.<br><br>Cableado unipolar LSZH para la conexión entre paneles, regulador, baterías e inversor. Incluye tubería y caja de conexiones.                                                                                                   | 1        |
| B.2      | Partida  | MI.  | Cableado en c. Alterna.<br><br>Cable de tres hilos de 35 mm <sup>2</sup> LSZH para conectar el grupo con el inversor y el inversor con la CGD del edificio. Incluye tubería.                                                                                   | 20       |
| B.3      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Continua.<br><br>Fusibles de protección para las líneas de paneles y las entradas al inversor y cableado de aterrizaje.                                                                                                                     | 1        |
| B.4      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Alterna.<br><br>Protecciones para las salidas del grupo electrógeno y el inversor.                                                                                                                                                          | 1        |
| <b>C</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |          |
| C.1      | Partida  | Ud.  | Regulador MPPT de 145V, 80A.<br><br>Regulador MPPT que admite una tensión máxima de entrada de 145 V y una corriente de 80 A. Permite un rendimiento superior del campo de captación.                                                                          | 1        |
| <b>D</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE ACUMULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                  |          |
| D.1      | Partida  | Ud.  | Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.<br><br>Batería estacionaria OPZS de 12 V que puede ofrecer 670 Ah en ciclos de descarga de 10 horas.                                                                                                              | 4        |
| <b>E</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE CONVERSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |          |
| E.1      | Partida  | Ud.  | Inversor – cargador de 5,6KW.<br><br>Inversor que incorpora un módulo cargador de baterías y que ofrece una salida de hasta 5000 VA desde las baterías, permitiendo aumentarlo sumándole la potencia del grupo electrógeno gracias a su relé de transferencia. | 1        |
| <b>F</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR</b>                                                                                                                                                                                                                          |          |
| F.1      | Partida  | Ud.  | Grupo electrógeno de 13KVA.<br><br>Grupo electrógeno de apoyo de 13 KVAs en carga continua, pudiendo alcanzar las 14,5 KVAs.                                                                                                                                   | 1        |

## 2 – Presupuesto.

### 2.1 – Cuadro de precios número 1.

| Código   | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                   | En cifra | En letra                                                       |
|----------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> | Capítulo |      | <b>CAMPO DE CAPTACIÓN</b>                                                                                                                                                |          |                                                                |
| A.1      | Partida  | Ud.  | Panel solar de 260 Wp.<br>Panel solar de 260 Wp, intensidad de cc 8,98 A, y una tensión de ca 38,1 V, sobre estructura fijada al techo.                                  | 262,79 € | DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.   |
| <b>B</b> | Capítulo |      | <b>CABLEADO Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                           |          |                                                                |
| B.1      | Partida  | Ud.  | Cableado en c. Continua.<br>Cableado unipolar LSZH para la conexión entre paneles, regulador, baterías e inversor. Incluye tubería y caja de conexiones.                 | 285,95 € | DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS. |
| B.2      | Partida  | Ml.  | Cableado en c. Alterna.<br>Cable de tres hilos de 35 mm <sup>2</sup> LSZH para conectar el grupo con el inversor y el inversor con la CGD del edificio. Incluye tubería. | 5,71 €   | CINCO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS.                         |
| B.3      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Continua.<br>Fusibles de protección para las líneas de paneles y las entradas al inversor y cableado de aterrizaje.                                   | 164,76 € | CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS.     |
| B.4      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Alterna.<br>Protecciones para la salidas del grupo electrógeno y el inversor.                                                                         | 24,12 €  | VEINTICUATRO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS.                          |

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

| <b>Código</b> | <b>Tipo</b> | <b>Uds.</b> | <b>Nombre</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>En cifra</b> | <b>En letra</b>                                           |
|---------------|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>C</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                                                           |
| C.1           | Partida     | Ud.         | Regulador MPPT de 145V, 80A.<br><br>Regulador MPPT que admite una tensión máxima de entrada de 145 V y una corriente de 80 A. Permite un rendimiento superior del campo de captación.                                                                          | 657,60 €        | SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS. |
| <b>D</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE ACUMULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                           |
| D.1           | Partida     | Ud.         | Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.<br><br>Batería estacionaria OPZS de 12 V que puede ofrecer 670 Ah en ciclos de descarga de 10 horas.                                                                                                              | 1.243,20 €      | MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS. |
| <b>E</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE CONVERSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                                                           |
| E.1           | Partida     | Ud.         | Inversor – cargador de 5,6KW.<br><br>Inversor que incorpora un módulo cargador de baterías y que ofrece una salida de hasta 5000 VA desde las baterías, permitiendo aumentarlo sumándole la potencia del grupo electrógeno gracias a su relé de transferencia. | 3.006,00 €      | TRES MIL SEIS EUROS.                                      |
| <b>F</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR</b>                                                                                                                                                                                                                          |                 |                                                           |
| F.1           | Partida     | Ud.         | Grupo electrógeno de 13KVA.<br><br>Grupo electrógeno de apoyo de 13 KVAs en carga continua, pudiendo alcanzar las 14,5 KVAs.                                                                                                                                   | 7.764,00 €      | SIETE MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS.             |

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.

## Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación

### 2.2 – Cuadro de precios número 2.

| Código     | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                                     | Cantidad | Precio   | Subtotal        |
|------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|
| <b>A</b>   | Capítulo |      | <b>CAMPO DE CAPTACIÓN</b>                                                                                                                                                                  |          |          |                 |
| <b>A.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Panel solar de 260 Wp.</b>                                                                                                                                                              |          |          | <b>262,79 €</b> |
| A.1.1      | Item     | Ud.  | Panel solar de 260 Wp.<br>Panel solar de 260 Wp, intensidad de cc 8,98 A, y una tensión de ca 38,1 V.                                                                                      | 1        | 189,99 € | 189,99 €        |
| A.1.2      | Item     | Ud.  | Estructura aluminio panel<br>Estructura de soporte para fijar los paneles al techo del edificio.                                                                                           | 1        | 29,00 €  | 29,00 €         |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                            | 1,46     | 30,00 €  | 43,80 €         |
| <b>B</b>   | Capítulo |      | <b>CABLEADO Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                                             |          |          |                 |
| <b>B.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Cableado en c. Continua.</b>                                                                                                                                                            |          |          | <b>285,95 €</b> |
| B.1.1      | Item     | Ml.  | Cable de 2,5 mm2 unipolar (paneles)<br>Cableado unipolar de 2,5 mm2 LSZH para la conexión de los paneles entre si y hasta la caja de conexiones principal.                                 | 70       | 0,12 €   | 8,40 €          |
| B.1.2      | Item     | Ml.  | Cable de 35 mm2 unipolar (regulador y baterías)<br>Cableado unipolar de 35 mm2 LSZH para la conexión desde la caja de conexiones hasta el regulador, y de este a las baterías.             | 50       | 2,85 €   | 142,50 €        |
| B.1.3      | Item     | Ml.  | Cable de 95 mm2 unipolar (inversor)<br>Cableado unipolar de 95 mm2 LSZH para la conexión desde las baterías hasta el inversor.                                                             | 6        | 8,45 €   | 50,70 €         |
| B.1.4      | Item     | Ml.  | Tubería<br>Tubería de 25 mm de diámetro para proteger los cables.                                                                                                                          | 63       | 0,51 €   | 32,13 €         |
| B.1.5      | Item     | Ud.  | Caja de conexiones<br>Caja de conexiones estandar donde se recogerán los cables que vienen de los paneles así como los que salen al regulador, incluirá las protecciones.                  | 1        | 4,56 €   | 4,56 €          |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                            | 1,59     | 30,00 €  | 47,66 €         |
| <b>B.2</b> | Partida  | Ml.  | <b>Cableado en c. Alterna.</b>                                                                                                                                                             |          |          | <b>5,71 €</b>   |
| B.2.1      | Item     | Ml.  | Cable de 35 mm2 de 3 hilos (alterna).<br>Cable de tres hilos de 35 mm2 LSZH para alterna, conecta el grupo con el inversor y el inversor con la caja de distribución interna del edificio. | 1        | 4,25 €   | 4,25 €          |
| B.1.4      | Item     | Ml.  | Tubería<br>Tubería de 25 mm de diámetro para proteger los cables.                                                                                                                          | 1        | 0,51 €   | 0,51 €          |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                            | 0,03     | 30,00 €  | 0,95 €          |
| <b>B.3</b> | Partida  | Ud.  | <b>Protecciones en c. Continua.</b>                                                                                                                                                        |          |          | <b>164,76 €</b> |
| B.3.1      | Item     | Ml.  | Cable de tierra de 35 mm2<br>Cable de conexión a tierra de 35 mm2, para realizar los aterrizajes de los paneles, estructuras y equipos, se conectará a la tierra principal del edificio.   | 30       | 2,85 €   | 85,50 €         |
| B.1.4      | Item     | Ml.  | Tubería<br>Tubería de 25 mm de diámetro para proteger los cables.                                                                                                                          | 30       | 0,51 €   | 15,30 €         |
| B.3.2      | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 10 A                                                                                                                                                                   | 8        | 1,80 €   | 14,40 €         |
| B.3.3      | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 80 A                                                                                                                                                                   | 2        | 2,60 €   | 5,20 €          |
| B.3.4      | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 300 A<br>Fusibles de protección para las líneas de paneles y las entradas al inversor.                                                                                 | 2        | 8,45 €   | 16,90 €         |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                            | 0,92     | 30,00 €  | 27,46 €         |

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

| Código     | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                                                                    | Cantidad | Precio     | Subtotal          |
|------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------------|
| <b>B.4</b> | Partida  | Ud.  | <b>Protecciones en c. Alterna.</b>                                                                                                                                                                                        |          |            | <b>24,12 €</b>    |
| B.4.1      | Item     | Ud.  | Magneto-térmico 50 A, curva C                                                                                                                                                                                             | 1        | 1,60 €     | 1,60 €            |
| B.4.2      | Item     | Ud.  | Magneto-térmico 80 A, curva B                                                                                                                                                                                             | 1        | 1,60 €     | 1,60 €            |
| B.4.3      | Item     | Ud.  | Diferencial 63 A, 30 mA                                                                                                                                                                                                   | 2        | 8,45 €     | 16,90 €           |
|            |          |      | Protecciones para la salidas del grupo electrógeno y el inversor.                                                                                                                                                         |          |            |                   |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                           | 0,13     | 30,00 €    | 4,02 €            |
| <b>C</b>   | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                              |          |            |                   |
| <b>C.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Regulador MPPT de 145V, 80A.</b>                                                                                                                                                                                       |          |            | <b>657,60 €</b>   |
| C.1.1      | Item     | Ud.  | Regulador MPPT de 145V, 80A.                                                                                                                                                                                              | 1        | 548,00 €   | 548,00 €          |
|            |          |      | Regulador MPPT que admite una tensión máxima de entrada de 145 V y una corriente de 80 A. Permite un rendimiento superior del campo de captación.                                                                         |          |            |                   |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                           | 3,65     | 30,00 €    | 109,60 €          |
| <b>D</b>   | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE ACUMULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                             |          |            |                   |
| <b>D.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.</b>                                                                                                                                                                       |          |            | <b>1.243,20 €</b> |
| D.1.1      | Item     | Ud.  | Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.                                                                                                                                                                              | 1        | 1.036,00 € | 1.036,00 €        |
|            |          |      | Batería estacionaria OPZS de 12 V que puede ofrecer 670 Ah en ciclos de descarga de 10 horas.                                                                                                                             |          |            |                   |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                           | 6,91     | 30,00 €    | 207,20 €          |
| <b>E</b>   | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE CONVERSIÓN</b>                                                                                                                                                                                              |          |            |                   |
| <b>E.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Inversor – cargador de 5,6KW.</b>                                                                                                                                                                                      |          |            | <b>3.006,00 €</b> |
| E.1.1      | Item     | Ud.  | Inversor – cargador de 5,6KW.                                                                                                                                                                                             | 1        | 2.505,00 € | 2.505,00 €        |
|            |          |      | Inversor que incorpora un módulo cargador de baterías y que ofrece una salida de hasta 5000 VA desde las baterías, permitiendo aumentarlo sumandole la potencia del grupo electrógeno gracias a su relé de transferencia. |          |            |                   |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                           | 16,70    | 30,00 €    | 501,00 €          |
| <b>F</b>   | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR</b>                                                                                                                                                                                     |          |            |                   |
| <b>F.1</b> | Partida  | Ud.  | <b>Grupo electrógeno de 13KVA.</b>                                                                                                                                                                                        |          |            | <b>7.764,00 €</b> |
| F.1.1      | Item     | Ud.  | Grupo electrógeno de 13KVA.                                                                                                                                                                                               | 1        | 6.470,00 € | 6.470,00 €        |
|            |          |      | Grupo electrógeno de apoyo de 13 KVAs en carga continua, pudiendo alcanzar las 14,5 KVAs.                                                                                                                                 |          |            |                   |
| TRA        | Item     | H.   | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                           | 43,13    | 30,00 €    | 1.294,00 €        |

## 2.3 – Lista de precios unitarios.

| Código   | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                                                             | Precio   |
|----------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>A</b> | Capítulo |      | <b>CAMPO DE CAPTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                          |          |
| A.1.1    | Item     | Ud.  | Panel solar de 260 Wp.<br>Panel solar de 260 Wp, intensidad de cc 8,98 A, y una tensión de ca 38,1 V.                                                                                                              | 189,99 € |
| A.1.2    | Item     | Ud.  | Estructura aluminio panel<br>Estructura de soporte para fijar los paneles al techo del edificio.                                                                                                                   | 29,00 €  |
| <b>B</b> | Capítulo |      | <b>CABLEADO Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                                                                     |          |
| B.1.1    | Item     | Ml.  | Cable de 2,5 mm <sup>2</sup> unipolar (paneles)<br>Cableado unipolar de 2,5 mm <sup>2</sup> LSZH para la conexión de los paneles entre si y hasta la caja de conexiones principal.                                 | 0,12 €   |
| B.1.2    | Item     | Ml.  | Cable de 35 mm <sup>2</sup> unipolar (regulador y baterías)<br>Cableado unipolar de 35 mm <sup>2</sup> LSZH para la conexión desde la caja de conexiones hasta el regulador, y de este a las baterías.             | 2,85 €   |
| B.1.3    | Item     | Ml.  | Cable de 95 mm <sup>2</sup> unipolar (inversor)<br>Cableado unipolar de 95 mm <sup>2</sup> LSZH para la conexión desde las baterías hasta el inversor.                                                             | 8,45 €   |
| B.1.4    | Item     | Ml.  | Tubería<br>Tubería de 25 mm de diámetro para proteger los cables.                                                                                                                                                  | 0,51 €   |
| B.1.5    | Item     | Ud.  | Caja de conexiones<br>Caja de conexiones estandar donde se recogerán los cables que vienen de los paneles así como los que salen al regulador, incluirá las protecciones.                                          | 4,56 €   |
| B.2.1    | Item     | Ml.  | Cable de 35 mm <sup>2</sup> de 3 hilos (alterna).<br>Cable de tres hilos de 35 mm <sup>2</sup> LSZH para alterna, conecta el grupo con el inversor y el inversor con la caja de distribución interna del edificio. | 4,25 €   |
| B.3.1    | Item     | Ml.  | Cable de tierra de 35 mm <sup>2</sup><br>Cable de conexión a tierra de 35 mm <sup>2</sup> , para realizar los aterrizajes de los paneles, estructuras y equipos, se conectará a la tierra principal del edificio.  | 2,85 €   |
| B.3.2    | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 10 A                                                                                                                                                                                           | 1,80 €   |
| B.3.3    | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 80 A                                                                                                                                                                                           | 2,60 €   |
| B.3.4    | Item     | Ud.  | Fusible seccionador 300 A<br>Fusibles de protección para las líneas de paneles y las entradas al inversor.                                                                                                         | 8,45 €   |
| B.4.1    | Item     | Ud.  | Magneto-térmico 50 A, curva C                                                                                                                                                                                      | 1,60 €   |
| B.4.2    | Item     | Ud.  | Magneto-térmico 80 A, curva B                                                                                                                                                                                      | 1,60 €   |
| B.4.3    | Item     | Ud.  | Diferencial 63 A, 30 mA<br>Protecciones para la salidas del grupo electrógeno y el inversor.                                                                                                                       | 8,45 €   |

*Instalación solar fotovoltaica en centro de interpretación*

| <b>Código</b> | <b>Tipo</b> | <b>Uds.</b> | <b>Nombre</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Precio</b> |
|---------------|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>C</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| C.1.1         | Item        | Ud.         | Regulador MPPT de 145V, 80A.<br><br>Regulador MPPT que admite una tensión máxima de entrada de 145 V y una corriente de 80 A. Permite un rendimiento superior del campo de captación.                                                                          | 548,00 €      |
| <b>D</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE ACUMULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| D.1.1         | Item        | Ud.         | Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.<br><br>Batería estacionaria OPZS de 12 V que puede ofrecer 670 Ah en ciclos de descarga de 10 horas.                                                                                                              | 1.036,00 €    |
| <b>E</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE CONVERSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| E.1.1         | Item        | Ud.         | Inversor – cargador de 5,6KW.<br><br>Inversor que incorpora un módulo cargador de baterías y que ofrece una salida de hasta 5000 VA desde las baterías, permitiendo aumentarlo sumándole la potencia del grupo electrógeno gracias a su relé de transferencia. | 2.505,00 €    |
| <b>F</b>      | Capítulo    |             | <b>SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR</b>                                                                                                                                                                                                                          |               |
| F.1.1         | Item        | Ud.         | Grupo electrógeno de 13KVA.<br><br>Grupo electrógeno de apoyo de 13 KVAs en carga continua, pudiendo alcanzar las 14,5 KVAs.                                                                                                                                   | 6.470,00 €    |
| TRA           | Item        | H.          | Trabajo de técnico cualificado.                                                                                                                                                                                                                                | 30,00 €       |

## 2.4 – Presupuestos parciales.

| Código   | Tipo     | Uds. | Nombre                                                                                                                                                                                                                                                     | Cantidad | Precio     | Total             |
|----------|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------------|
| <b>A</b> | Capítulo |      | <b>CAMPO DE CAPTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                  |          |            | <b>3.153,46 €</b> |
| A.1      | Partida  | Ud.  | Panel solar de 260 Wp.<br>Panel solar de 260 Wp, intensidad de cc 8,98 A, y una tensión de ca 38,1 V, sobre estructura fijada al techo.                                                                                                                    | 12       | 262,79 €   | 3.153,46 €        |
| <b>B</b> | Capítulo |      | <b>CABLEADO Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                                                                                                             |          |            | <b>589,07 €</b>   |
| B.1      | Partida  | Ud.  | Cableado en c. Continua.<br>Cableado unipolar LSZH para la conexión entre paneles, regulador, baterías e inversor. Incluye tubería y caja de conexiones.                                                                                                   | 1        | 285,95 €   | 285,95 €          |
| B.2      | Partida  | Ml.  | Cableado en c. Alterna.<br>Cable de tres hilos de 35 mm <sup>2</sup> LSZH para conectar el grupo con el inversor y el inversor con la CGD del edificio. Incluye tubería.                                                                                   | 20       | 5,71 €     | 114,24 €          |
| B.3      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Continua.<br>Fusibles de protección para las líneas de paneles y las entradas al inversor y cableado de aterrizaje.                                                                                                                     | 1        | 164,76 €   | 164,76 €          |
| B.4      | Partida  | Ud.  | Protecciones en c. Alterna.<br>Protecciones para la salidas del grupo electrógeno y el inversor.                                                                                                                                                           | 1        | 24,12 €    | 24,12 €           |
| <b>C</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                               |          |            | <b>657,60 €</b>   |
| C.1      | Partida  | Ud.  | Regulador MPPT de 145V, 80A.<br>Regulador MPPT que admite una tensión máxima de entrada de 145 V y una corriente de 80 A. Permite un rendimiento superior del campo de captación.                                                                          | 1        | 657,60 €   | 657,60 €          |
| <b>D</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE ACUMULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                              |          |            | <b>4.972,80 €</b> |
| D.1      | Partida  | Ud.  | Batería estacionaria OPzS de 12V, 670Ah C10.<br>Batería estacionaria OPZS de 12 V que puede ofrecer 670 Ah en ciclos de descarga de 10 horas.                                                                                                              | 4        | 1.243,20 € | 4.972,80 €        |
| <b>E</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE CONVERSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                               |          |            | <b>3.006,00 €</b> |
| E.1      | Partida  | Ud.  | Inversor – cargador de 5,6KW.<br>Inversor que incorpora un módulo cargador de baterías y que ofrece una salida de hasta 5000 VA desde las baterías, permitiendo aumentarlo sumándole la potencia del grupo electrógeno gracias a su relé de transferencia. | 1        | 3.006,00 € | 3.006,00 €        |
| <b>F</b> | Capítulo |      | <b>SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR</b>                                                                                                                                                                                                                      |          |            | <b>7.764,00 €</b> |
| F.1      | Partida  | Ud.  | Grupo electrógeno de 13KVA.<br>Grupo electrógeno de apoyo de 13 KVAs en carga continua, pudiendo alcanzar las 14,5 KVAs.                                                                                                                                   | 1        | 7.764,00 € | 7.764,00 €        |

## 2.5 – Resumen del presupuesto.

Con los precios de los diferentes capítulos se calculan los gastos generales, el beneficio industrial y los impuestos a pagar, obteniendo el siguiente resumen del presupuesto:

| <b>Código</b>                             | <b>Nombre</b>                  | <b>Total</b>       |
|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| A                                         | CAMPO DE CAPTACIÓN             | 3.153,46 €         |
| B                                         | CABLEADO Y PROTECCIONES        | 589,07 €           |
| C                                         | SISTEMA DE REGULACIÓN          | 657,60 €           |
| D                                         | SISTEMA DE ACUMULACIÓN         | 4.972,80 €         |
| E                                         | SISTEMA DE CONVERSIÓN          | 3.006,00 €         |
| F                                         | SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR | 7.764,00 €         |
| <b>Presupuesto ejecución material</b>     |                                | <b>20.142,92 €</b> |
| G                                         | GASTOS GENERALES (13%)         | 2.618,58 €         |
| H                                         | BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)      | 1.208,58 €         |
| <b>Presupuesto ejecución por contrata</b> |                                | <b>23.970,08 €</b> |
| I                                         | IMPUESTOS (21%)                | 5.033,72 €         |
| <b>TOTAL</b>                              |                                | <b>29.003,80 €</b> |

El presupuesto total del proyecto asciende a **VEINTINUEVE MIL TRES EUROS CON OCHENTA CENTIMOS (29.003,80 €)**.

Soria, a 30 de Julio del 2015.

Fdo.: Diego Rodríguez García.