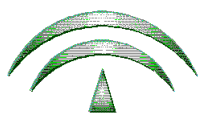


**TEXTO REFUNDIDO DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO Y  
MONTAJE DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA  
PRODUCCION DE ELECTRICIDAD Y LAS MODIFICACIONES DE APLICACION  
EN EL PROGRAMA PROSOL**



**JUNTA DE ANDALUCIA**

Consejería de Trabajo e Industria



Comunidad Económica Europea  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



**V.02. Febrero 2002**

---

## INDICE

1. Objeto.
2. Alcance de las Especificaciones.
3. Definiciones.
4. Clasificación de las Instalaciones.
5. Memoria del Diseño de la Instalación.
6. Selección de la Configuración Básica de la Instalación.
7. Definición de las Cargas de Consumo.
8. Tensión nominal del campo solar.
9. Tensión de Trabajo de la Instalación.
10. Cálculo de la Carga Mensual Necesaria.
11. Cálculo de la Energía Disponible.
12. Dimensionado del Campo de Paneles.
13. Dimensionado del Sistema de Acumulación.
14. Dimensionado del Sistema de Regulación Control.
15. Dimensionado del Convertidor.
16. Cableado.
17. Componentes del la Instalación.
18. Control de la Instalación.
19. Medidas de Seguridad.
20. Mantenimiento y Garantía de la Instalación.
21. Nomenclatura.
22. Referencias.
23. Bibliografía.
24. Anexo I: Memoria de diseño.
25. Anexo II: Tabla de horas de sol-pico.

## **1. OBJETO.**

- 1.1. Fijar las condiciones técnicas y de seguridad mínimas, dentro del marco de actuación de la Junta de Andalucía, que deben cumplir el diseño, los componentes y el montaje de las instalaciones fotovoltaica, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo.

## **2. ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES.**

- 2.1. Las especificaciones podrán aplicarse a las instalaciones fotovoltaicas que cumplan las siguientes condiciones:

- 2.1.1. Instalaciones aisladas de la red.

- 2.1.2. Instalaciones cuya potencia pico de diseño no requiera energía de apoyo durante todo el ciclo anual. Siempre y cuando su tensión de trabajo sea inferior a 440 Voltios (alterna o continua) y su potencia sea inferior a 16 KVA (Kw para continua).

- 2.2. Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red se someterán a lo especificado según normativa vigente.

Las presentes especificaciones serán de aplicación a este tipo de instalaciones, desde la generación fotovoltaica hasta el elemento de separación galvánica. Para el resto de elementos y componentes será de aplicación el documento comentado en el párrafo anterior.

## **3. DEFINICIONES.**

- 3.1. Radiación.

- 3.1.1. Radiación Solar: es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

- 3.1.2. Radiación Solar Directa: es la radiación solar por unidad de tiempo y unidad de área, que sin haber sufrido modificación en su trayectoria, incide sobre una superficie.

- 3.1.3. Radiación Difusa Celeste: es la radiación solar por unidad de tiempo y unidad de área que, procedente de la dispersión de la radiación solar directa por las moléculas de aire, partículas sólidas, vapor de agua en suspensión en la atmósfera, etc., incide directamente sobre una superficie.

- 3.1.4. Radiación Solar Reflejada: es la radiación por unidad de tiempo y unidad de área que, procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y otros objetos, incide sobre una superficie.

- 3.1.5. Radiación Difusa: es la suma de la radiación difusa celeste y la radiación solar reflejada.

- 3.1.6. Radiación Solar Global: es la suma de la radiación directa y difusa.

- 3.1.7. Radiación Solar Media: es la integral de la radiación solar global incidente sobre una superficie en un período de tiempo, dividido por ese período de tiempo.
- 3.1.8. Horas Sol Pico: es el número de horas de sol que con una radiación global de  $1000 \text{ W/m}^2$  proporciona una energía equivalente a la radiación global recibida en un período de tiempo.
- 3.1.9. Albedo o Reflectancia: es la relación entre la radiación reflejada por una superficie la que incide sobre ella.

### 3.2. Paneles Fotovoltaicos.

- 3.2.1. Efecto fotovoltaico: transformación directa de energía luminosa en energía eléctrica.
- 3.2.2. Célula solar: dispositivo unitario correspondiente al elemento semiconductor que presenta el efecto fotovoltaico, ya esté protegido de ambiente exterior o no.
- 3.2.3. Módulo Solar: conjunto de células solares interconectadas y montadas sobre un mismo soporte protector.
- 3.2.4. Tensión de Circuito Abierto: es la diferencia de potencial medido en los bornes de una célula o módulo cuando el circuito está abierto en unas ciertas condiciones de medida.
- 3.2.5. Corriente de Cortocircuito: es el valor de la corriente que proporciona la célula o módulo iluminados bajo condiciones estandar, cuando sus bornes están cortocircuitados.
- 3.2.6. Potencia máxima: es la máxima potencia que en determinadas condiciones de medida pueda proporcionar una célula o módulo solar.

### 3.3. Baterías.

- 3.3.1. Elemento: sistema electroquímico capaz de acumular bajo forma química la energía eléctrica recibida, la cual puede ser restituida a través de la transformación inversa.
- 3.3.2. Batería: dos o más elementos conectados eléctricamente y usados como fuente de energía.
- 3.3.3. Carga de una Batería o Elemento: proceso durante el cual una batería o elemento suministra corriente a un circuito exterior.
- 3.3.4. Descarga de una Batería o Elemento: proceso durante el cual una batería o elemento suministra corriente a un circuito exterior, mediante la transformación de la energía química almacenada en energía eléctrica.

- 3.3.5. Electrolito: fase líquida que contiene iones móviles mediante los cuales se realiza la conducción iónica en la fase.
- 3.3.6. Bornes: pieza destinada a conectar un elemento o una batería a conductores exteriores.
- 3.3.7. Conexión entre elementos: conductores eléctricos destinados a transportar la corriente entre elementos.
- 3.3.8. Capacidad Nominal: carga eléctrica que una batería en estado de plena carga puede suministrar bajo determinadas condiciones, expresada en Amperios hora.
- 3.3.9. Régimen de Descarga: intensidad de corriente a la cual una batería es descargada, expresada en Amperios hora.
- 3.3.10. Régimen de Carga: intensidad de corriente a la cual una batería es cargada, expresada en Amperios hora.
- 3.3.11. Tensión Final: tensión convencional a la cual una descarga se considera finalizada.
- 3.3.12. Densidad Específica del Electrolito: peso del electrolito por unidad de volumen, generalmente expresada en  $\text{g/cm}^3$ .
- 3.3.13. Autodescarga: pérdida de carga eléctrica expresada en tanto por ciento de la capacidad de la batería en un mes, a  $25^{\circ}\text{C}$  en circuito abierto, estando la batería en un estado inicial de plena carga.
- 3.3.14. Ciclo: secuencia de una carga (descarga) seguida de una descarga (carga) bajo determinadas condiciones.
- 3.3.15. Profundidad de Descarga: carga eléctrica que puede ceder la batería en determinadas condiciones. Se expresará en tanto por ciento de la capacidad.

#### 3.4 Sistema de Regulación y Control.

- 3.4.1 Regulador: dispositivo de optimización y control de carga de la batería.
- 3.4.2 Tensión Máxima de Carga: tensión en bornes de la batería a partir de la cual, la corriente eléctrica proveniente del campo de paneles es limitada por el regulador.
- 3.4.3 Tensión de Reconexión: tensión en bornes de la batería a partir de la cual el regulador conecta eléctricamente el campo de paneles con la batería.
- 3.4.4 Potencia Consumida: potencia consumida por el regulador.
- 3.4.5 Intensidad Máxima de Carga: máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.

- 3.4.6 Sistema de Alarma por Baja Tensión: sistema que activa una señal acústica y/o luminosa que indica un estado de bajo voltaje de la batería.
  - 3.4.7 Desconector del Consumo por Baja Tensión: sistema que desconecta la batería del consumo cuando ésta alcanza un nivel de baja carga.
  - 3.4.8 Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.
  - 3.4.9 Contador de Amperios Hora: sistema que contabiliza los Amperios hora suministrados por el campo de paneles y los Amperios hora consumidos en la instalación.
- 3.5 Convertidor.
- 3.5.1 Convertidor de cc/ca: sistema que transforma la corriente eléctrica continua en corriente alterna.
  - 3.5.2 Convertidor de cc/cc: sistema que eleva o reduce el valor de la tensión de una corriente continua.
  - 3.5.3 Tensión de Entrada: es la tensión eléctrica en los bornes de entrada del convertidor.
  - 3.5.4 Tensión de Operación: es la tensión eléctrica de entrada en los bornes de entrada del convertidor que puede ser convertida.
  - 3.5.5 Tensión de salida: es la tensión eléctrica en los bornes de salida del convertidor.
  - 3.5.6 Tensión Nominal de Salida: valor de la tensión de salida utilizado para identificar el convertidor.
  - 3.5.7 Potencia de Entrada: valor de la potencia a la entrada del convertidor.
  - 3.5.8 Potencia de Salida: valor de la potencia de la corriente eléctrica a la salida del convertidor.
  - 3.5.9 Potencia Nominal: potencia de salida que sirve para identificar al convertidor.
  - 3.5.10 Rendimiento: razón expresada en tanto por ciento entre la potencia de salida y la potencia de entrada para una determinada tensión de entrada.
  - 3.5.11 Sobrecarga: valor de la potencia de salida superior a la nominal que el convertidor puede admitir durante un intervalo de tiempo, manteniendo sus características de funcionamiento.
  - 3.5.12 Resistencia al Cortocircuito: tiempo máximo de funcionamiento del convertidor a una determinada potencia de salida correspondiente al cortocircuito.
  - 3.5.13 Frecuencia Nominal: valor de la frecuencia de salida utilizado para identificar el convertidor de cc/ca.

- 3.5.14 Tasa distorsión total: Raíz cuadrada de la suma cuadrática de las tasas de los armónicos componentes del residuo armónico, siendo este la magnitud obtenida al suprimir de una magnitud periódica la componente fundamental.
- 3.5.15 Pérdidas en vacío: potencia disipada por el convertidor en ausencia de carga.
- 3.5.16 Pérdidas en espera: potencia disipada por el convertidor a través del circuito automático de detección de carga.
- 3.6. Campo de Paneles: conjunto de paneles fotovoltaicos conectados entre sí y definido por el número de paneles asociados en serie y el número de series asociados en paralelo.
- 3.7. Tensión de Trabajo de la Instalación: se denomina así a la mayor diferencia de potencial que pueda existir en la instalación. Si no existen convertidores, la tensión de trabajo de la instalación coincide con la diferencia de potencial generada por el campo de paneles en circuito abierto a una radiación de  $1000 \text{ W/m}^2$ , siendo la temperatura de célula de  $25^\circ\text{C}$ . Para tensiones periódicas se medirán por su valor eficaz. Para tensiones continuas por su valor medio.
- 3.8. Tensión nominal del campo solar: se denomina así a la tensión a la que el campo solar funciona normalmente.
- 3.9. Intensidad Máxima de la Instalación: intensidad generada por el campo de paneles con una radiación de  $1000 \text{ W/m}^2$  y una temperatura de célula de  $25^\circ\text{C}$ , en cortocircuito.
- 3.10. Potencia Nominal Pico de la Instalación: máxima potencia proporcionada por un campo de paneles conectado a una carga adaptada cuando recibe una radiación global de  $1000 \text{ W/m}^2$ , siendo la temperatura de célula de  $25^\circ\text{C}$ .
- 3.11. Carga de Consumo: son los Amperios hora requeridos para el funcionamiento de un receptor eléctrico conectado a la instalación.
- 3.12. Coeficiente de Albedo: razón entre la radiación incidente sobre dos caras de una superficie inclinada orientada al Sur y la radiación recibida sobre la cara expuesta al sol.
- 3.13. Días de Autonomía de la Instalación: número de días consecutivos que en ausencia del sol, el sistema de acumulación es capaz de atender a las cargas de consumo sin sobrepasar la profundidad máxima de descarga de la batería.

#### **4. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

- 4.1. En función de los diferentes objetivos cubiertos por las especificaciones, las instalaciones se clasificarán, atendiendo a los siguientes criterio:
- a) La configuración, definida por sus componentes y la conexión entre los mismos.
  - b) La aplicación a que vaya a ser destinada.

- c) El carácter público, doméstico, industrial o recreativo de la utilización de la instalación.
- d) Tensión de trabajo y potencia de la instalación.

4.2. Clasificación de las instalaciones atendiendo a su configuración básica.

4.2.1. Configuración nº 1: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles acoplados directamente a la carga en cc. (Fig. 1).

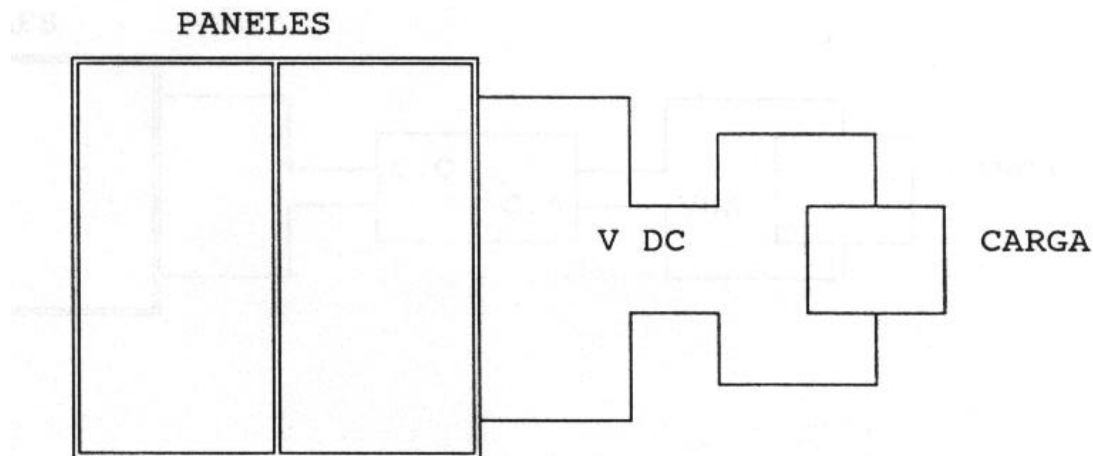


Fig. 1

4.2.2. Configuración nº 2: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles y convertidor c.c./c.c., acoplados directamente a la carga. (Fig. 2).

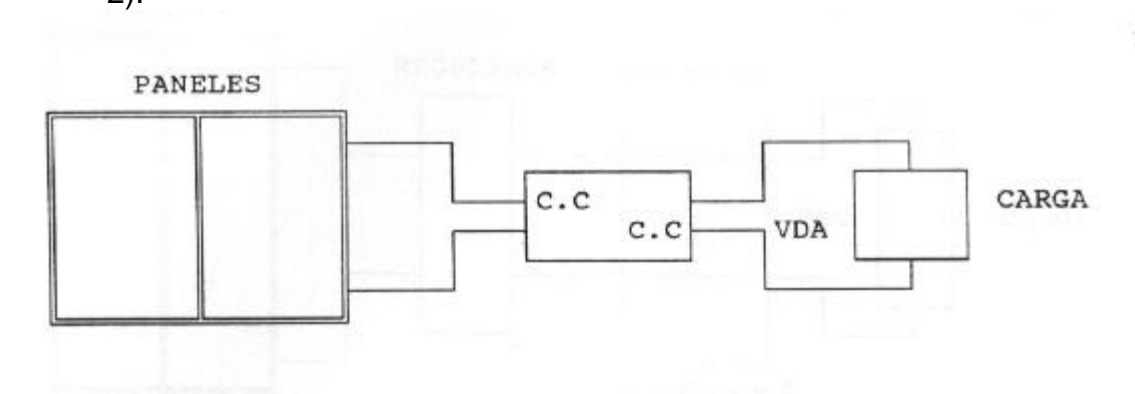


Fig. 2

4.2.3. Configuración nº 3: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles y convertidor c.c./c.a., acoplados directamente a la carga. (Fig. 3).

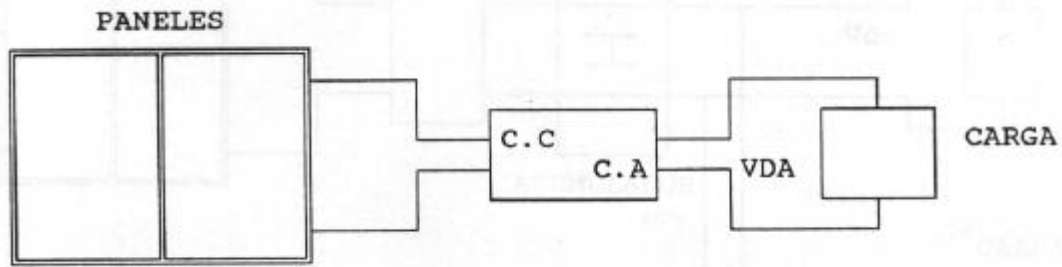


Fig. 3

4.2.4. Configuración nº 4: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles, sistemas de regulación y acumulador, conectados a una carga en c.c. (Fig. 4).

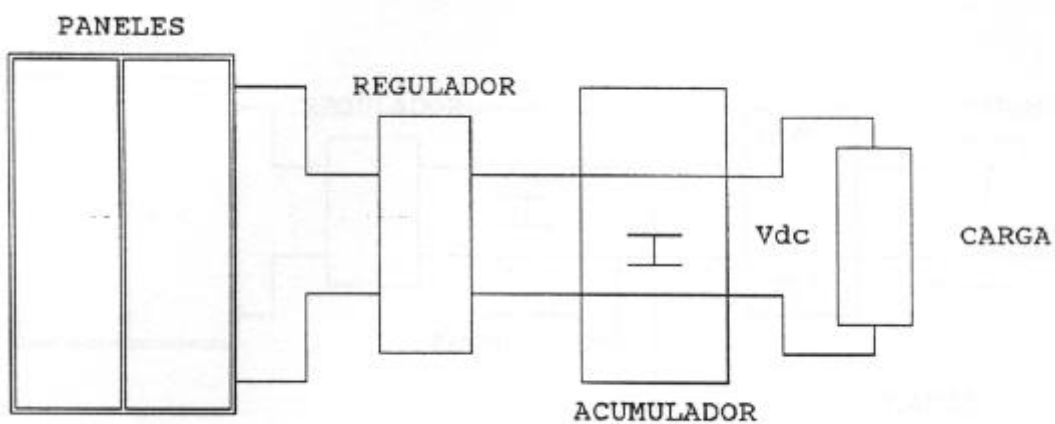


Fig. 4

4.2.5. Configuración nº 5: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles, sistema de regulación, acumulador y convertidor de c.c./c.a., conectados a la carga en c.c. o en c.a. (Fig. 5).

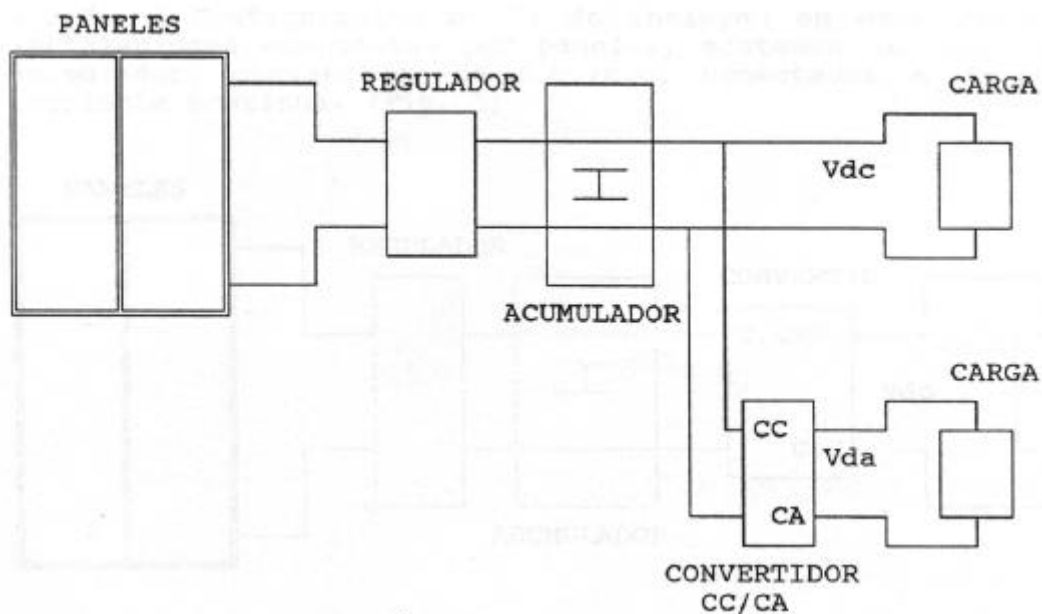


Fig. 5

4.2.6. Configuración nº 6: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles, sistemas de regulación, acumulador, convertidor en c.c./c.c., convertidor de c.c./c.a., conectados a la carga en c.c. o en c.a. (Fig. 6).

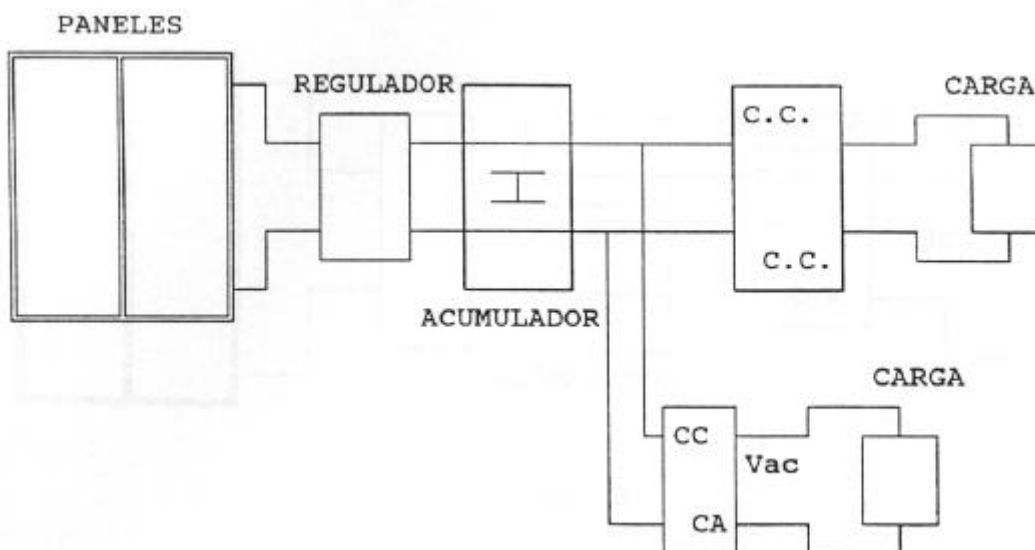


Fig. 6

4.2.7. Configuración nº 7: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles, sistemas de regulación, acumulador, convertidor de c.c./c.c. conectados a cargas en corriente continua. (Fig. 7).

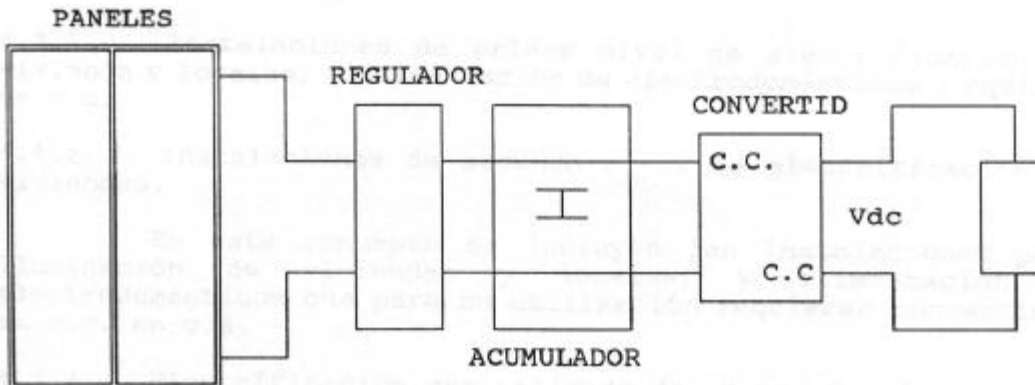


Fig. 7

4.2.8. Configuración nº 8: se incluyen en este grupo las instalaciones compuestas por paneles, sistemas de regulación, acumulador, convertidor de c.c./c.a., conectados a cargas de corriente alterna. (Fig. 8).

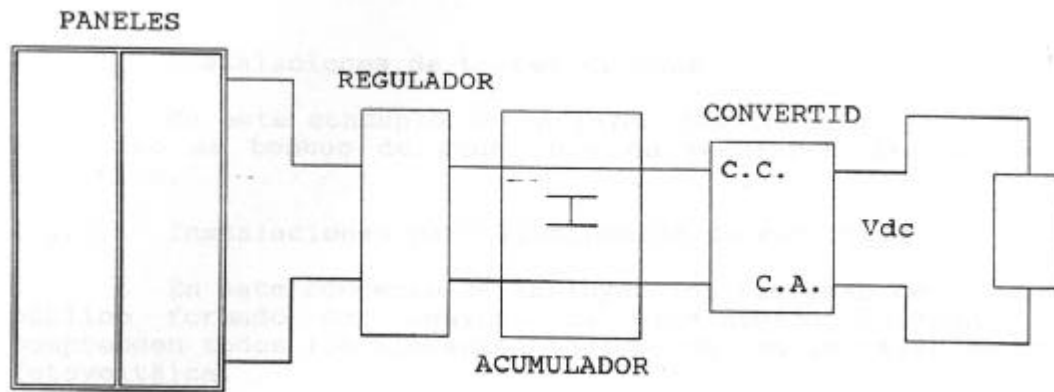


Fig. 8

4.2.9. Configuración n° 9: toda aquella en la que el sistema de generación de energía este compuesto por un campo fotovoltaico y alguna otra fuente de energía distinta, utilizando ambos el mismo sistema de acumulación. Esta configuración se subdivide a la vez en las 5 configuraciones anteriores.

4.2.10. También es permisible el utilizar combinaciones de las anteriores.

4.3. Clasificación de las instalaciones por su aplicación.

4.3.1. Instalaciones de primer nivel de electrificación de vivienda y locales, y alimentación de electrodomésticos y equipos en c.c.

4.3.2. Instalaciones de segundo nivel de electrificación de viviendas.

En este concepto se incluyen las instalaciones para iluminación de viviendas y locales, y alimentación de electrodomésticos que para su utilización requieren convertidor de c.c. en c.a.

4.3.3. Electrificación centralizada de grupos de viviendas.

4.3.4. Electrificación de explotaciones agrícolas y ganaderas.

En este concepto se incluyen las instalaciones para la iluminación y accionamiento de equipos en c.c. y en c.a., para uso agrícola y ganadero.

Se excluyen de este grupo las instalaciones para uso exclusivo de bombeo de agua que no requieren acumulador eléctrico.

4.3.5. Instalaciones de bombeo de agua.

En este concepto se incluyen las instalaciones de uso exclusivo de bombeo de agua, que no requieren de acumulador eléctrico.

4.3.6. Instalaciones para iluminación de exteriores.

En este concepto se incluyen los sistemas de alumbrado público formado por equipos de iluminación autónomos que comprenden todos los elementos básicos de una instalación solar fotovoltaica.

#### 4.3.7. Instalaciones para señalización.

En este concepto se incluyen las instalaciones para alimentación de faros, balizas y boyas.

#### 4.3.8. Instalaciones para telecomunicaciones.

En este concepto se incluyen las instalaciones para alimentación de repetidores y reemisores de radio y T.V., equipos de radio y amplificadores-repetidores.

#### 4.3.9. Instalaciones de telemetría y telecontrol.

En este concepto se incluyen las instalaciones para alimentación de equipos de medida y control en instalaciones remotas.

#### 4.3.10. Instalaciones para aplicaciones industriales.

En este concepto se incluyen las instalaciones para alimentación de equipos industriales, no incluidos en los conceptos anteriores.

#### 4.3.11. Instalaciones recreativas.

En este concepto se incluyen las instalaciones para alimentación de pequeños equipos de uso recreativo.

### 4.4. Clasificación de las instalaciones según su utilización.

#### 4.4.1. Instalaciones de uso doméstico.

#### 4.4.2. Instalaciones de uso público.

#### 4.4.3. Instalaciones de uso industrial.

#### 4.4.4. Instalaciones de uso recreativo.

### 4.5. Clasificación por la tensión de trabajo y potencia de la instalación.

4.5.1. Instalación tipo A: la tensión de trabajo es menor de 440 voltios (alterna o continua) y su potencia inferior a 16 KVA.

4.5.2. Instalación tipo B: la tensión de trabajo es superior a los 440 V (en c.a. o en c.c.), o su potencia superior a los 10 KVA.

## **5. MEMORIA DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.**

- 5.1. El diseño de la instalación se presentará en una Memoria que cubrirá como mínimo los siguientes conceptos:
- Selección de la Configuración Básica de la Instalación.
  - Definición de la Carga de Consumo.
  - Tensión de Trabajo de la Instalación.
  - Tensión Nominal del Campo Solar.
  - Cálculo de la Carga Mensual Necesaria.
  - Cálculo de la Energía Disponible.
  - Dimensionado del Campo de paneles.
  - Dimensionado del Sistema de Acumulación.
  - Dimensionado del Sistema de Regulación y Control.
  - Dimensionado del Convertidor.
  - Cableado.
  - Medidas de Seguridad.

## **6. SELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN.**

- 6.1. La configuración de la instalación fotovoltaica se seleccionará en función de su aplicación. De forma orientativa, se pueden seguir las recomendaciones de los puntos 6.2 al 6.10.
- 6.2. Primer nivel de electrificación de viviendas y locales: Configuración nº 3.
- 6.3. Segundo nivel de electrificación de viviendas: Configuración nº 4 y Configuración nº 5.
- 6.4. Electrificación centralizada de grupos de viviendas: Configuración nº 7.
- 6.5. Electrificación de Explotaciones agrícolas y ganaderas: Configuración nº 4, Configuración nº 5 y Configuración 7.
- 6.6. Bombeo de agua: Configuración nº 1.
- 6.7. Iluminación de exteriores: Configuraciones nº 3.
- 6.8. Señalizaciones: Configuración nº 4, Configuración nº 5 y Configuraciones nº 6 y nº 3.

- 6.9. Telecomunicaciones: Configuración nº 4, Configuración nº 5 y Configuraciones nº 6 y nº 3.
- 6.10. Telemetría y telecontrol: Configuración nº 4, Configuración nº 5 y Configuraciones nº 6 y nº 3.

## 7. DEFINICIÓN DE LAS CARGAS DE CONSUMO.

- 7.1. La Memoria de Diseño especificará las cargas de consumo previstas, con indicación del tipo de carga, potencia nominal, tensión de trabajo de la instalación, tensión nominal del campo solar y tiempo de utilización.
- 7.2. Para el dimensionado de las cargas de consumo, se seguirá en los casos afectados los datos de las tablas de los puntos 7.3. al 7.9., quedando en todo lo demás, a juicio del proyectista.
- 7.3. En las instalaciones fotovoltaicas de iluminación de viviendas y locales, se seguirán los valores presentados en la TABLA I. Deberán utilizarse sistemas fluorescentes o de alta eficiencia y bajo consumo, excluyéndose las lámparas de incandescencia.

Tabla I	
DEPENDENCIAS	POTENCIA MÍNIMA NECESARIA
Cuarto de estar	18 W
Comedor	18 W
Dormitorio	8 W
Aseos	18 W
Cocina	18 W
TV Blanco y negro	24 W
TV Color	60 W

- 7.4. En la iluminación de viviendas y locales, se seguirán los tiempos de consumo presentados en la Tabla II.

Tabla II	
DEPENDENCIAS	TIEMPO MÍNIMO DE UTILIZACIÓN
Cuarto de estar-comedor	4.5 horas/día
Dormitorio	0.5 h/d
Aseos	1.0 h/d
Cocina	2.0 h/d
TV Blanco y negro	4.0 h/d
TV Color	4.0 h/d

- 7.5. En instalaciones fotovoltaicas de uso doméstico, la memoria especificará la potencia de los electrodomésticos y equipos previstos, así como las horas de funcionamiento para cada uno de ellos.
- 7.6. En instalaciones fotovoltaicas de primer nivel de electrificación de viviendas, el consumo total previsto no será inferior a 250 W h/día.

7.7. La Memoria de Diseño de las instalaciones de alumbrado público especificará la potencia prevista para cada punto de luz, así como los tiempos de encendido, no debiendo éstos ser inferiores a seis horas en invierno. Sé prohíben los puntos de luz de incandescencia.

7.8. En las instalaciones fotovoltaicas de bombeo de agua, la Memoria de Diseño incluirá el cálculo de la potencia de la bomba, así como el tiempo estimado de funcionamiento.

7.9. La potencia de la bomba se calculará mediante la expresión:

$$P=9.8*[(Q*h) / \eta]$$

Siendo:

P: Potencia de la bomba expresada en Watios.

Q: Caudal de la bomba expresada en l/sg.

h: Altura de bombeo del agua expresada en m.

$\eta$ : rendimiento medio en la zona de funcionamiento del grupo moto-bomba.

7.10. En instalaciones fotovoltaicas que incluyen convertidores, se calculará la carga de consumo del convertidor en funcionamiento según el punto 15 de estas especificaciones y la carga de consumo del convertidor en espera.

7.11. Cuando la instalación, según su tensión de trabajo, sea de tipo B, se incluirá obligatoriamente en la Memoria de Diseño las medidas de seguridad que se prevean. Antes de la ejecución de las obras se solicitará su autorización a la delegación de industria correspondiente. Para ello se necesitará un proyecto redactado por técnico competente visado por el colegio correspondiente. Corresponderá a la delegación de industria la aprobación de las medidas de seguridad correspondientes a ese proyecto.

## **8. TENSIÓN NOMINAL DEL CAMPO SOLAR.**

8.1. La Memoria de Diseño indicará la tensión nominal del campo solar, especificando el criterio seguido. Al seleccionar la tensión nominal del campo solar se tendrá en cuenta el punto 8.2. de las especificaciones.

8.2. En las instalaciones fotovoltaicas en las que la carga de consumo esté conectada directamente a los paneles fotovoltaicos, la tensión nominal del campo solar será igual a la tensión nominal de la carga.

## 9. TENSIÓN DE TRABAJO DE LA INSTALACIÓN.

- 9.1. Cuando existan convertidores de tensión en la instalación fotovoltaica, se considerará como tensión de trabajo de la instalación la mayor de ellas.

## 10. CÁLCULO DE LA ENERGÍA MENSUAL NECESARIA.

- 10.1. La Memoria de Diseño especificará la energía mensual necesaria que debe suministrar la instalación, atendiendo a los siguientes criterios:
- 10.2. La energía mensual necesaria se calculará sumando los consumos mensuales estimados para cada carga.
- 10.3. La energía mensual necesaria para un equipo, se calculará mediante la expresión:

$$C_M = (W/V) * N * d$$

Siendo:

- $C_M$ : Energía mensual necesaria en Amperios hora/mes.
- $W$ : Potencia nominal de la carga en Watios.
- $V$ : Tensión nominal de la carga.
- $N$ : Número de horas de funcionamiento de la carga al día.
- $d$ : Número de días de funcionamiento de la carga al mes.

- 10.4. En las instalaciones que incluyan convertidores el cálculo de la energía tendrá en cuenta el rendimiento del convertidor.
- 10.5. Los resultados obtenidos se presentarán en Ah/día y Amperios hora/mes para el ciclo anual.

## 11. CÁLCULO DE LA ENERGÍA DISPONIBLE.

- 11.1. La Memoria de Diseño incluirá el cálculo de la energía disponible atendiendo los siguientes criterios:
- 11.2. Al objeto de las especificaciones, la inclinación de los paneles fotovoltaicos respecto del plano horizontal, se fijará de acuerdo con los puntos 11.3. y 11.4.
- 11.3. La inclinación de los paneles fotovoltaicos respecto del plano horizontal, será de 50°, o superior en invierno, si el perfil de consumo es uniforme a lo largo del ciclo anual. Cualquier otra inclinación deberá ser justificada.

- 11.4. Si el perfil de consumo anual presenta una demanda de energía superior durante los meses de verano, la inclinación de los paneles fotovoltaicos podrá ser de 15° para este período.
- 11.5. En las Tablas de Radiación se buscará el valor de la radiación global mensual diaria sobre superficie inclinada, para la inclinación fijada y para el lugar geográfico más próximo al punto donde vaya a estar situada la instalación fotovoltaica.
- 11.6. El cálculo de la energía disponible se realizará mediante la expresión:
- $$E = H*d$$
- Siendo:
- E: Energía mensual disponible en KJ/m<sup>2</sup>
- H: Radiación global media mensual diaria sobre superficie inclinada en KJ/m<sup>2</sup> día.
- d: Número de días del mes.
- 11.7. Los resultados obtenidos se presentarán en KJ/m<sup>2</sup> mes para el ciclo anual.
- 11.8. Al objeto de estas especificaciones deberán utilizarse las tablas de "Radiación Solar y Temperatura Ambiente para Andalucía" incluidas en la Referencia 1.

## **12. DIMENSIONADO DEL CAMPO DE PANELES.**

- 12.1. La Memoria de Diseño de la instalación fotovoltaica incluirá el dimensionado del campo de paneles, especificando el panel seleccionado, sus características eléctricas, el número de paneles en serie y el número de paneles en paralelo.
- 12.2. El panel fotovoltaico seleccionado deberá estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía, de acuerdo con el Real Decreto 2313/1985 de 8 de noviembre de 1985.
- 12.3. Los paneles fotovoltaicos llevarán incorporados diodos de derivación.
- 12.4. El número de paneles fotovoltaicos en serie se obtendrá dividiendo la tensión nominal del campo solar por la tensión nominal del panel seleccionado.
- 12.5. El número de paneles fotovoltaicos en paralelo se fijará tomando el número entero inmediatamente superior al valor obtenido de la expresión:

$$N_{pp} = (C_d * F) / (HSP * i_p)$$

Siendo:

$C_d$ : Energía de consumo diaria en Amperios hora/día.

HSP: Horas sol pico/día expresado en horas.

$i_p$ : Intensidad pico del panel en Amperios.

F: Factor de seguridad del dimensionado del campo de paneles.

12.6. El cálculo de las horas sol pico y de la carga de consumo diaria, tendrá en cuenta lo expuesto en los puntos 12.7. al 12.12. de estas especificaciones.

12.7. Las horas sol pico para un período de tiempo se calcularán por la expresión:

$$HSP = 2.78^{-4} * H$$

Siendo:

H: Radiación Solar global disponible en el período de tiempo considerado en  $KJ/m^2$ .

12.8. En las instalaciones de electrificación de viviendas de uso permanente, el dimensionado del campo de paneles se referirá al valor medio de la HSP de los tres meses peores del año, entendiéndose por “mes peor” aquel en que la razón entre la energía consumida y la radiación recibida es la máxima anual.

12.9. En instalaciones de electrificación de viviendas de uso esporádico, en las que le período de utilización se especifique en el proyecto, el valor de la carga de consumo diario y de las horas sol pico/día, podrá ajustarse al mes peor del período de utilización previsto.

12.10. En todas aquellas instalaciones industriales o de electrificación de locales, en los que el criterio de utilización prioritario sea la seguridad en la continuidad del servicio, la carga de consumo diaria y las horas sol pico se calcularán para el mes peor del año.

12.11. En ningún caso la intensidad pico total de la instalación será inferior a la obtenida dividiendo el consumo total anual por las HSP anuales.

12.12. El factor de seguridad del dimensionado del campo de paneles, deberá tener en cuenta los efectos que incrementan el valor de la carga de consumo y reducen la radiación absorbida, en particular los siguientes:

- Desviación de los valores de radiación esperados.
- Consumo de los equipos de regulación y control y auxiliares.
- Pérdidas de los conductores.
- Rendimiento de los procesos de carga y descarga de los acumuladores.
- Reducción de la radiación absorbida por el panel por efecto de acumulación de suciedad sobre el mismo.

A falta de valores más preciso, el valor adoptado para F no será inferior a 1.20.

- 12.13. Si los paneles utilizados en la instalación son bifaciales, la potencia pico de ésta se incrementará en un 20%, por las pérdidas del rendimiento en el sistema de albedo.
- 12.14. El número total de paneles comprendidos en el campo de paneles, será el producto del número de paneles en serie por el número de paneles en paralelo.
- 12.15. Al objeto de simplificar los cálculos, en el ANEXO I se incluyen los valores de las Horas Sol Pico para superficies orientadas al Sur e inclinadas 15° y 60°, calculadas a partir de los datos de radiación de la Ref. 1.
- 12.16. Si el dimensionado del campo de paneles se ha realizado según los puntos 12.9 y 12.10, se realizará el cálculo del exceso de energía disponible siguiendo lo especificado en los puntos 12.17 y 12.18.
- 12.17. Se obtendrá los Amperios hora disponibles cada mes mediante la expresión:

$$C_D = N_{pp} * I_p * HSP * d$$

Siendo:

$C_D$ : Amperios hora/mes disponibles.

$N_{pp}$ : Número de paneles en paralelo.

$I_p$ : Intensidad del panel.

HSP: Horas sol pico/día para el mes referenciado.

D: Número de días del mes referenciado.

- 12.18. Se calculará la diferencia del valor obtenido de la energía mensual necesaria en el punto 10.5. y el valor obtenido en el punto 12.17. para cada mes del año.
- 12.19. Los Amperios hora/mes residuales obtenidos en el punto 12.17, podrán utilizarse incrementando el consumo previsto o bien las horas de utilización de las cargas previstas.

### **13. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN.**

- 13.1. La memoria de Diseño incluirá el dimensionado de la capacidad de acumulación especificando el tipo de electrolito y neutralizante a utilizar en su caso, número, tipo y características eléctricas de las baterías seleccionadas.

- 13.2. El tipo de batería seleccionado cumplirá con las especificaciones del punto 17.2.
- 13.3. Todas las baterías del sistema de acumulación tendrán las mismas características eléctricas.
- 13.4. El número de elementos de la batería en serie se obtendrá dividiendo la tensión nominal del campo solar por la tensión nominal del elemento de la batería elegida, salvo en el caso de utilización de reguladores con posibilidad de conversión en c.c./c.a.
- 13.5. A efectos de estas especificaciones queda prohibido el uso de baterías en paralelo. Salvo justificación.
- 13.6. La capacidad de acumulación de la instalación se determinará mediante la expresión:

$$C = F_t * (C_d * n + B) / P_f$$

Donde:

- C: Capacidad de acumulación de Ah.
- $C_d$ : Carga de consumo diario en Ah/día.
- B: Suma de los balances negativos mensuales de energía expresados en Ah, que se produzcan en períodos consecutivos en el caso de instalaciones que se hayan realizado según en el apartado 11.8. En los demás casos  $B = 0$ .
- $P_f$ : Profundidad de descarga de la batería.
- $F_t$ : Factor de corrección de la capacidad por temperatura.
- n: Número de días de autonomía.

- 13.7. Para instalaciones en las que se prevean bajas temperaturas, el factor de seguridad  $F_t$ , será igual al coeficiente de reducción de la capacidad de la batería, en función de la temperatura, proporcionado por el fabricante.
- 13.8. La capacidad determinada en el punto 13.6. se referirá a un régimen medio de descarga definido por la expresión:

$$I_M = C_d / N_M$$

Siendo:

- $I_M$ : Intensidad o régimen medio de descarga en Amperios.
- $C_d$ : Carga de consumo diario en Ah/día.
- $N_M$ : Tiempo medio diario de conexión de la carga de consumo en horas.

- 13.9. En instalaciones de electrificación de viviendas se tomará para el tiempo medio diario de conexión de la carga de consumo, las horas de funcionamiento estimadas para la carga de mayor tiempo de utilización.
- 13.10. En instalaciones en las que la utilización defina el perfil de la carga de consumo y el régimen de descarga, se tomarán estos valores.
- 13.11. El número de días de autonomía previsto para el dimensionado de la capacidad de acumulación de instalaciones fotovoltaicas en la Comunidad Autónoma en Andalucía, estará comprendido entre los valores indicados en la Tabla III.

Tabla III		
Tipo de instalación	Nº mínimo días de autonomía	Nº máximo días autonomía
Electrificación viviendas uso permanente.	5	10
Instalación para telecomunicación.	10	-
Instalación de iluminación de exteriores.	5	10
Instalaciones agrícolas y ganaderas	5	10
Instalaciones para señalización	10	-

- 13.12. La capacidad para baterías de ciclo superficial, calculada como el cociente entre la carga de consumo diario y la profundidad de ciclado diario, no será inferior a la calculada según lo especificado en el punto 13.6. En caso contrario, se utilizará este valor.
- 13.13. La Memoria de Diseño referirá la capacidad del sistema de acumulación calculado para el régimen medio de descarga en la instalación a la capacidad para un tiempo de descarga normalizado por el fabricante.

#### **14. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL.**

- 14.1. La Memoria de Diseño de la instalación fotovoltaica incluirá las características eléctricas y funcionales del Sistema de Regulación y Control seleccionado junto con los cálculos del dimensionado.
- 14.2. El Sistema de Regulación y Control seleccionado cumplirá con las especificaciones incluidas en el punto 17.3.
- 14.3. El Sistema de Regulación y Control seleccionado cubrirá como mínimo las siguientes funciones:
1. Protección de la batería contra sobrecarga.

2. Protección de la batería contra descargas excesivas mediante desconexión automática de la carga.
3. Reconexión automática o manual.
4. Sistema de alarma por baja carga de la batería.
5. Desconectador manual de alarma, que se conecte automáticamente al subir de nuevo la carga de la batería por encima de un valor prefijado.
6. Sensor de temperatura.

Se sugiere además que, en el caso de baterías con un número elevado de elementos, se incluya en el sistema de regulación y control un sistema de supervisión de la tensión cada cierto número de elementos de forma que pueda detectar cuándo falla algún elemento en uno de estos bloques, emitiendo una alarma en este caso.

- 14.4. Se recomienda que la desconexión automática de la carga de consumo se producirá al alcanzar la tensión de la batería el valor correspondiente al 70% de la profundidad de descarga, referida a la capacidad  $C^{100}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , y el aviso de alarma al 50%.
- 14.5. La tensión de rearme será superior a la tensión nominal de la batería.
- 14.6. El sistema de regulación llevará incorporado un sensor de temperatura cuya función es la de regular los aportes del campo de paneles al sistema de acumulación en función de la temperatura.
- 14.7. El dimensionado del Sistema de Regulación se realizará con un factor de seguridad entre la potencia máxima producida por el campo de paneles y la potencia máxima del regulador en un 10%.
- 14.8. El número de reguladores de la instalación fotovoltaica será el mínimo posible.
- 14.9. Si fuera necesario más de un regulador, se instalarán estos en grupos formados por paneles y reguladores independientes y conectados todos los grupos al mismo sistema de acumulación, obteniéndose el número de grupos mediante la expresión:

$$N_R = (N_{pp} * I_p) / I_R$$

Siendo:

$N_R$ : Número de grupos

$N_{pp}$ : Número de paneles en paralelo del campo de paneles de la instalación.

$I_p$ : Intensidad pico del panel seleccionado.

$I_R$ : Intensidad máxima que es capaz de disipar el regulador seleccionado.

- 14.10. Si el número obtenido en el punto 14.9 no es un número entero, se aproximará al número entero inmediato superior.
- 14.11. Todos los reguladores de la instalación tendrán las mismas características eléctricas.

## **15. DIMENSIONADO DEL CONVERTIDOR.**

- 15.1. La Memoria de Diseño de la instalación fotovoltaica cuya configuración incluya convertidores especificará el convertidor seleccionado, así como sus características eléctricas.
- 15.2. Al objeto de estas especificaciones, la eficiencia del convertidor, conectado a una carga entre el 30 y el 100% de su carga máxima, será como mínimo del 70%.
- 15.3. El convertidor seleccionado estará dotado de un sistema de stand-by. El consumo máximo en este estado será de un 0.5% de la potencia nominal.
- 15.4. La potencia de entrada del convertidor se calculará mediante la expresión:  
$$P_e = P_s / \eta$$

Siendo:

$P_e$ : Potencia de entrada del convertidor.

$P_s$ : Potencia de salida del convertidor

$\eta$ : Eficiencia del convertidor referida a la potencia de salida.

- 15.5. La carga de consumo diario del convertidor se obtendrá mediante la expresión:

$$C_d = (P_e * N_D) / V$$

Siendo:

$P_e$ : Potencia de entrada obtenida en el punto 15.4.

$V$ : Tensión de funcionamiento.

$N_D$ : Número de horas de funcionamiento diarias.

## **16. CABLEADO.**

- 16.1. La Memoria de Diseño de la instalación, incluirá el dimensionado del cableado, especificando la sección, longitud y elementos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas, así como los elementos conectados.

- 16.2. El cableado de una instalación fotovoltaica cumplirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- 16.3. Al objeto de estas especificaciones, en adición al punto 15.2, el cableado de la instalación fotovoltaica cumplirá lo especificado en los puntos 16.4 y 16.5.
- 16.4. Si se utilizan conductores de cobre, la sección de los cables se calculará mediante la expresión:

$$S = (2 * L * I) / 56 * (V_a - V_b)$$

Siendo:

- S: Sección en mm<sup>2</sup>.
- L: Longitud en m.
- I: Intensidad en Amperios.
- V<sub>a</sub>-V<sub>b</sub>: Caída de tensión en voltios.

- 16.5. La sección de los cables calculada según el punto 16.4. debe ser tal que las máximas caídas de tensión en ello, comparada con la tensión a la que estén trabajando esté por debajo de los límites expresados en la Tabla IV.

Tabla IV	
Campo de Paneles-Acumulador	3%
Acumulador-Inversor	1%
Línea Principal	3%
Línea Principal-Iluminación	3%
Línea Principal-Equipos	5%
Campo paneles-carga DC	5%

## 17. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

### 17.1 Paneles Fotovoltaicos.

17.1.1. Los paneles fotovoltaicos podrán ser: monofaciales, bifaciales o autoregulables.

17.1.2. A efectos de estas especificaciones, si los paneles fotovoltaicos son bifaciales se construirá la configuración de albedo ajustándose a los puntos 17.1.3. y 17.1.4.

17.1.3. Si los paneles bifaciales están situados sobre el suelo, la configuración será la mostrada en la Fig. 9.

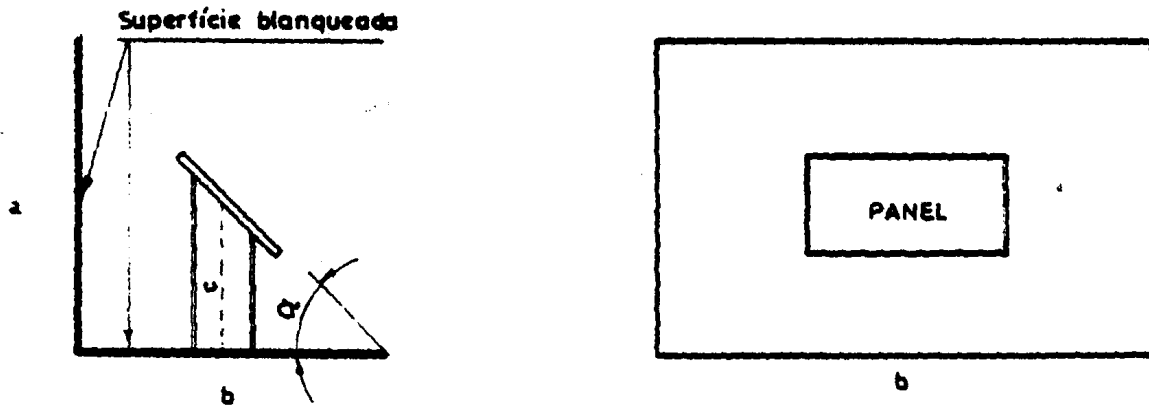


Fig. 9 Configuración del entorno de paneles bifaciales situados sobre el suelo.

17.1.4. Si los paneles bifaciales están situados sobre un tejado, la configuración será la mostrada en la Fig. 10.

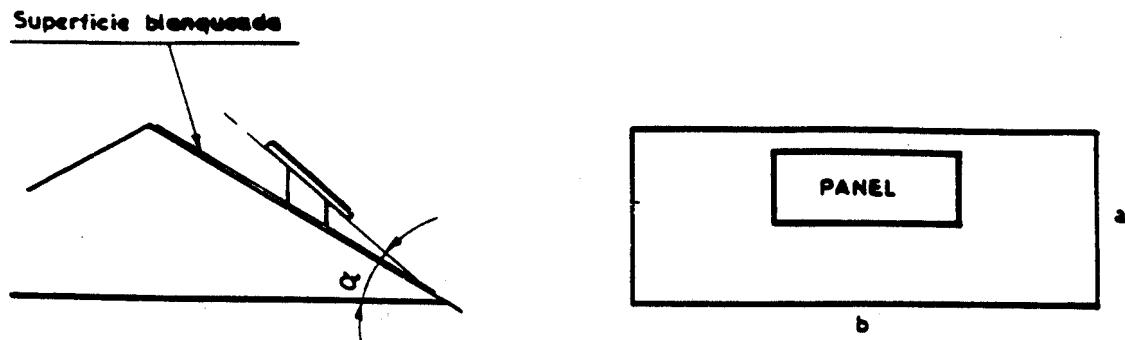


Fig. 10: Configuración del entorno de paneles bifaciales situados en tejados.

17.1.5. A efectos de dimensionado no se considerarán coeficientes de albedo superiores a 1.5.

17.1.6. En el dimensionado, el valor considerado del coeficiente de albedo será la razón entre el valor medio de la energía total colectada y la radiación total interceptada por la superficie tratada.

17.1.7. Las dimensiones de la configuración del entorno blanqueado de los paneles bifaciales y el valor de la reflectividad de la superficie, serán tales que aseguren el valor utilizado para el coeficiente de albedo en el dimensionado de la instalación. En todo caso la superficie blanqueada no será inferior a 10 veces el área de los paneles y el valor del albedo no será inferior a 1.5.

17.1. Baterías.

17.2.1. Las baterías cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Baterías para Sistemas Fotovoltaicos publicadas por la Junta de Andalucía.

17.2.2 Las características de funcionamiento de las baterías estarán referidas en unas especificaciones facilitadas por el fabricante. Los valores indicados cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Baterías para Sistemas Fotovoltáicos.

17.2.3. Las especificaciones facilitadas por el fabricante incluirán como mínimo los siguientes puntos:

- a) Tipo de batería.
- b) Tensión nominal.
- c) Capacidad en Ah para regímenes de descarga de 20 h, 50 h y 100 h, a una temperatura de 25°C y tensiones de corte correspondientes.
- d) Rango de temperaturas de funcionamiento.
- e) Profundidad máxima de descarga.
- f) Régimen de pérdida de capacidad por autodescarga.
- g) Voltajes finales en función del régimen de descarga.
- h) Voltaje máximo de carga en función de la temperatura del electrolito y del régimen de carga.
- i) Temperaturas de congelación del electrolito.
- j) Dimensiones.
- k) Peso.
- l) Densidad.
- m) Tipo de placa (plana, tubular).
- n) Neutralizante del electrolito.

17.2.4. Las baterías o elementos llevarán indicado de forma indeleble el polo positivo o negativo mediante los signos + y -.

17.2.5. Las baterías o elementos llevarán una indicación con las siguientes características:

- a) Tipo de batería.
- b) Tensión nominal.
- c) Capacidad nominal en 100 h a 25°C.
- d) Fecha de inicio del período de garantía.

## 17.2. Sistema de Regulación y Control.

17.3.1.El Regulador cumplirá con las Especificaciones Técnicas de Reguladores para Sistemas Fotovoltáicos publicadas por la Junta de Andalucía.

17.3.2.Las características de funcionamiento de los Reguladores estarán referidas en unas especificaciones facilitadas por el fabricante. Los valores indicados cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Reguladores para Sistemas Fotovoltáicos.

17.3.3.Las Especificaciones facilitadas por el fabricante incluirán como mínimo los siguientes puntos:

- a) Tipo de regulador.
- b) Tensión de alimentación nominal y máxima.
- c) Intensidad máxima de carga.
- d) Tensión máxima de cara.
- e) Rango de temperatura de actuación.
- f) Potencia consumida.
- g) Tensión de reconexión.
- h) Compensación de temperatura.

17.3.4.El sistema de regulación y control de una instalación fotovoltaica tendrá un sistema de protección.

- a) En la entrada de corriente. Puede ser independiente del regulador.
- b) En la salida de corriente.

## 17.3. Convertidor.

17.3.1.El convertidor cumplirá con la Especificaciones Técnicas de Convertidores para Sistemas Fotovoltáicos publicados por la Junta de Andalucía.

17.3.2.Las características de funcionamiento del convertidor estarán referidas en unas especificaciones facilitadas por el fabricante. Los valores indicados cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Convertidores para Sistemas Fotovoltáicos.

17.3.3.Las especificaciones facilitadas por el fabricante referidas a convertidores de cc.ca, incluirán como mínimo los siguientes puntos:

- a) Tensión de entrada nominal.

- b) Tensión de entrada de operación.
- c) Tensión de salida nominal.
- d) Tensión de salida.
- e) Potencia nominal.
- f) Frecuencia nominal.
- g) Factor de distorsión.
- h) Forma de onda.
- i) Rango de temperaturas de actuación.
- j) Rendimiento en función de la carga.
- k) Sobrecarga admisible.
- l) Resistencia a cortocircuito.
- m) Factor de potencia.

17.3.4. Los convertidores utilizados en instalaciones fotovoltaicas estarán protegidos contra:

- a) Cortocircuitos.
- b) Sobrecargas.
- c) Inversión de polaridad en alimentación.

17.3.5. Se recomienda que los convertidores utilizados en instalaciones fotovoltaicas incorporen un automatismo de desconexión por baja tensión de baja batería.

17.3.6. En instalaciones que incluyan acumuladores la variación admisible en la tensión de entrada de operación será +40%, -15% de la tensión nominal de entrada del convertidor, que debe coincidir con la tensión nominal de la batería.

17.3.7. La variación de la tensión de salida no será superior a  $\pm 5\%$  de la tensión nominal de salida para convertidores de onda senoidal y  $\pm 10\%$  para convertidores de onda cuadrada.

17.3.8. La variación de la frecuencia de salida será como máximo un  $\pm 3\%$  de la frecuencia nominal de salida.

17.3.9. El factor de distorsión en convertidores de onda senoidal no será superior al 5% en todo el rango de cargas de salida para factores de potencia comprendidos entre 0.8 y 0.9.

17.3.10.El factor de distorsión en convertidores de onda cuadrada no será superior al 33% en todo el rango de potencias de salida.

17.3.11.El rango de temperaturas de funcionamiento del convertidor será de -5°C a 40°C.

17.3.12.La eficiencia de los inversores en función de la carga tendrá como mínimo los valores representados en la Tabla VI para factores de potencia comprendidos entre 0.8 y 0.9.

Carga en % de potencia nominal	Eficiencia
10	55
20	65
30	70
40	80
>40	85

17.3.13.La sobrecarga admisible del convertidor será tal que garantice el funcionamiento de la instalación.

17.3.14.La resistencia al cortocircuito del convertidor será tal que garantice su desconexión automática.

17.3.15.El convertidor incluirá un señalizador luminoso que indicará la existencia de cortocircuito.

17.3.16.El tipo de convertidor seleccionado será compatible en cuanto a potencia nominal, forma de onda y factor de distorsión con los equipos a los que vaya a conectarse.

17.3.17.El catálogo editado por el fabricante de convertidores de cc/cc incluirá como mínimo las siguientes características:

- a) Tensión de entrada nominal.
- b) Tensión de salida nominal.
- c) Rendimiento.
- d) Sobrecarga admisible.
- e) Resistencia a cortocircuito.

17.3.18.Se recomiendan que los convertidores cc/ca de potencia superior a 500 VA sean de onda senoidal, salvo que se contemple que las cargas que se van a conectar al mismo no sufren merma apreciable en su rendimiento por causa de la distorsión.

## 18. CONTROL DE LA INSTALACIÓN.

## 18.1. Campo de paneles.

18.1.1. Los paneles fotovoltaicos estarán orientados al Sur, con una desviación no superior a  $\pm 10^\circ$ , salvo integración arquitectónica. Los paneles se situarán sobre unas estructuras o soportes que permitan formar un ángulo respecto del plano horizontal, según lo indicado en los puntos 11.3. y 11.4, salvo integración arquitectónica.

18.1.2. Los paneles se situarán en un lugar en el que en ningún momento del día haya sombra. De no ser posible, y previa justificación, la pérdida de energía debida a las sombras no será superior al 10%. Salvo justificación.

18.1.3. Si el campo de paneles requiere más de una fila, situadas sobre la misma horizontal, la separación entre éstas deberá ser como mínimo dos veces la distancia vertical entre la parte superior e inferior de los paneles.

18.1.4. Las estructuras y soportes serán de aluminio anodizado, acero inoxidable o hierro galvanizado, la tornillería de acero inoxidable. El espesor de la capa de galvanizado no será inferior a 100 micras. Podrán ser de cualquier material adecuado para trabajo en la intemperie.

18.1.5. Se evitará la formación de pares galvánicos entre las estructuras y el marco del panel fotovoltaico.

18.1.6. En terrazas o suelos, las estructuras deben permitir una altura de panel como mínimo de 30 cm. En instalaciones aisladas de montaña la altura mínima del panel sobre el suelo tendrá en cuenta los datos estadísticos de precipitaciones de nieve en la zona.

18.1.7. El anclaje de las estructuras deberá ser calculado para soportar los efectos del viento máximo esperado de la zona sobre los paneles. En cualquier caso la estructura se calculará para soportar vientos no menores a 150 km/hora.

18.1.8. Si los paneles fotovoltaicos son bifaciales, su entorno se ajustará a los especificados en los puntos 16.1.4 y 16.1.5.

18.1.9. Las conexiones eléctricas serán siempre imbornadas.

18.1.10. El conexionado entre paneles tendrá un grado de protección IP.535 (Norma UNE 20-324).

18.1.11. Los paneles fotovoltaicos de una misma serie serán siempre de la misma marca y modelo. Para conexión en paralelo de las distintas series, la máxima diferencia en la tensión a circuito abierto será de un 5%.

## 18.2. Sistema de acumulación.

18.2.1. La batería debe situarse lo más cerca posible del campo de paneles, al objeto de minimizar la caída de tensión y la sección de los cables de conexión.

- 18.2.2. La batería deberá estar eléctricamente aislada del suelo mediante un sistema resistente al electrolito.
- 18.2.3. Cuando se empleen cables de conexionado entre elementos o baterías estos irán provistos de terminales.
- 18.2.4. La batería debe situarse en un lugar fresco y ventilado y lejos de cualquier llama u objeto incandescente. La abertura de ventilación del local se situará en la parte superior del mismo.
- 18.2.5. El acondicionamiento del lugar de situación de la batería, asegurará que el factor de corrección de la capacidad de la batería utilizado para el dimensionado de la misma, esté en relación con la temperatura prevista en el local.
- 18.2.6. La batería llevará un sistema de protección de los bornes y conexiones que evite los contactos con objetos extraños.
- 18.2.7. En una misma instalación las baterías utilizadas tendrán el mismo período de garantía.
- 18.2.8. No se extraerán tensiones parciales del sistema de acumulación para elementos o equipos en varias tensiones, debiéndose utilizar en este caso convertidores de cc/cc.

## **19. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

- 19.1. La instalación cumplirá con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de baja tensión, en particular con las instrucciones BT 017, BT 020.
- 19.2. Las conexiones, cableados, equipos y mecanismos de la instalación situados en intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP.535 (Norma UNE 20-324).
- 19.3. Los enchufes y tomas de corriente serán tales que no puedan producirse confusiones entre los polos positivo y negativo en cc.
- 19.4. Los equipos electrónicos y aparatos incluidos en la instalación cumplirá las condiciones de seguridad de la Norma UNE 20-5141, que le sean aplicables.
- 19.5. Los convertidores cc/ca se instalarán lo más cerca posible de la batería.
- 19.6. Los convertidores cc/cc se instalarán de forma que la línea de menor tensión sea lo más reducida posible.
- 19.7. Cuando la instalación fotovoltaica incluya paneles conexionados en serie, se instalarán diodos de derivación.
- 19.8. Se tomarán las siguientes medidas, según el tipo y configuración de la instalación seleccionada:

### 19.8.1.Instalaciones tipo A:

#### a) Configuraciones nº 1, 2 y 3:

- El campo solar llevará varistones instalados para protección de sobretensiones.

#### b) Configuraciones nº 4, 5, 6, 7 y 8.

- El campo solar llevará varistores instalados para protección de sobretensiones.
- La salida de la batería estará protegida por un interruptor magnetotérmico.
- Se señalizará la zona de baterías con las señales de:
  - Prohibido fumar.
  - Presencia de ácido.
  - Riesgo eléctrico.
  - Riesgo de explosión.

### 19.8.2.Instalaciones tipo B:

Las medidas de seguridad de este tipo de instalaciones serán redactadas por técnico competente y visadas por el correspondiente colegio. Corresponderá a la delegación de industria correspondiente la supervisión y autorización de dichas instalaciones.

### 19.9. Instalación de las baterías.

Las medidas que se tomarán en cuenta en el diseño de las instalaciones de baterías son las siguientes:

19.9.1.Se consultará con el proveedor la necesidad de vibración para las baterías.

19.9.2.Se procurará que las baterías estén lo más cerca posible del campo de paneles solares, carga y equipos acondicionadores de potencia.

19.9.3.Las baterías se instalarán de forma que sea fácil realizar el mantenimiento.

19.9.4.Se aconseja la instalación de baterías en locales no habitados y donde no pudieran existir focos calientes o chispas.

19.9.5.Las baterías deben estar separadas unas de otras, al menos, 10 mm.

19.9.6.Las hileras de baterías serán accesibles, al menos, por un lado.

19.9.7.Se procurará, en general, que sean inaccesibles los dos bornes (positivo y negativo) simultáneamente.

19.9.8. Se aislarán adecuadamente las estructuras soporte de las baterías. No se recomienda el uso de estructuras soporte de cobre, aluminio y/o acero galvanizado por ser atacados por el electrolito.

19.9.9. La iluminación de las mismas se realizará mediante lámparas fluorescentes o halógenas.

19.9.10. Se separarán físicamente las baterías de plomo y las de níquel-cadmio.

19.9.11. Es recomendable que las paredes sean lisas. Es recomendable el uso de materiales cerámicos o pinturas adecuadas.

19.9.12. El suelo será llano y resistente al electrolito.

19.9.13. No se requieren necesariamente ventanas. Si existieran se impedirá que las baterías reciban radiación directamente sobre ellas. Si son accesibles desde fuera se protegerá con malla fina menor o igual de 10\*10 mm.

19.9.14. Las estanterías de las baterías deben estar aisladas del suelo mediante material aislante.

19.9.15. Las salas donde se encuentran las baterías de plomo tendrán una renovación del aire, como mínimo, la indicada por la expresión:

$$Q_r = 6 * V_f * I_f$$

Siendo:

$Q_r$  Caudal de aire mínimo (litros/h).

$V_f$  Tensión máxima de la batería (V).

$I_f$  Intensidad de fin de carga de la batería (A).

19.9.16. Las salas donde se encuentren baterías de níquel-cadmio tendrán una renovación del aire, como mínimo, la indicada por la expresión:

$$Q_r = 0.5 * I * N$$

Siendo:

$Q_r$  Caudal de aire mínimo (litros/h)

$I$  Intensidad de carga (A).

$N$  Número de elementos.

19.9.17. En caso de renovación del aire de forma natural, el área de la superficie de entrada y salida del aire  $S$  será, como mínimo, para cada una de ellas, de:

$$S \text{ (cm}^2\text{)} = 28 * Q_r / 1000$$

19.9.18.El aire de renovación debe entrar desde un nivel lo más cerca del suelo, circular a través de las baterías y salir, lo más alto posible, por la parte opuesta al lugar de entrada del aire en la habitación.

19.9.19.La temperatura ambiente en la zona donde se instalen las baterías debe oscilar entre +5°C y 35°C. A pesar de lo indicado aquí como referencia, los niveles máximos y mínimos de temperatura en la sala de baterías vendrán dados por el fabricante de las baterías a instalar.

## 19.10. OPERACIONES DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO.

19.10.1.Durante el montaje de la instalación fotovoltaica se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales".
- b) Los instaladores estarán en posesión del carnet de instalador de instalaciones solares fotovoltaicas.
- c) Seguridad en el trabajo:

El contratista está obligado a cumplir la siguiente reglamentación:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1073 de septiembre (BOE nº 242 de 9.10.73) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 9.03.71 del Ministerio de Trabajo.
- Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

- d) Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión, o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.
- e) El personal de la contrata viene obligado a usar todas las disposiciones y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, etc., pudiendo el director de la obra suspender los trabajos,

si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

- f) El director de obra podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física, la de sus compañeros o la de los bienes materiales.

El director de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

- g) Seguridad Pública:

El contratista deberá tomar todas las precauciones en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que tales accidentes ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades de daños, civil, etc., en que uno y otro pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

- h) Indicaciones de montaje y mantenimiento:

Se prestará especial interés a las siguientes indicaciones:

- h.1. Se prohibirá fumar siempre que durante el montaje se prevea la instalación de baterías y siempre en la sala de baterías.
- h.2. Las baterías se mantendrán alejadas de cualquier chispa o foco caliente.
- h.3. Se usarán carretillas para el transporte de las baterías, estando las celdillas cerradas y preferiblemente vacías.
- h.4. No instalar en un mismo local baterías alcalinas y de plomo.
- h.5. No realizar trabajos de soldadura cerca de baterías si antes no se han tomado las siguientes precauciones:
  - h.5.1. No iniciar el trabajo al menos antes de cuatro horas del final de la última carga.
  - h.5.2. Asegurarse de que la concentración de hidrógeno no sobrepasa el 2% en la atmósfera del local en que estén las baterías.
  - h.5.3. Aislar eléctricamente la batería.

- h.5.4. Quitar los tapones de los vasos y ventilar ligeramente el interior de éstos, asegurándose de que es mínimo el desprendimiento gaseoso.
- h.5.5. Proteger la batería con pantallas convenientes contra proyecciones.
- h.6.No deben dejarse herramientas ni objetos metálicos encima de la batería.
- h.7.Para evitar chispas estáticas debe tocarse un metal puesto a tierra antes de trabajar en la batería.
- h.8.No debe realizarse trabajo alguno que implique desprendimiento de partículas metálicas cerca de la batería.
- h.9.Nunca debe añadirse ácido sulfúrico puro al electrolito.
- h.10.Nunca debe verterse agua sobre el ácido para diluirlo.
- h.11.Es conveniente el uso de herramientas antichispa (de bronce, berilio, etc.).
- h.12.El soporte de la batería, con fondo de material aislante, deberá estar pintado o protegido para ser inatacable por el ácido. La batería estará asentada perfectamente en su alojamiento.
- h.13.Cuando se maneje ácido o se manipula una batería, se deben utilizar las prendas de protección siguientes:
- Gafas o pantallas incoloras, clase D-747.
  - Guantes, botas y delantal de goma.
  - Manguitos de nylon.
  - Ropa antiácido, que no desarrolle cargas estáticas.
- Sería excesivo recomendar todas estas prendas para cualquier operación en las baterías, por lo tanto se utilizarán las más idóneas al tipo de trabajo, pero siempre protección visual.
- h.14.No se debe tomar alimentos, ni fumar, si las manos han tocado cualquier sustancia de plomo, sin antes efectuar un completo lavado de ellas.
- h.15.El llenado inicial de una batería nueva debe realizarse progresivamente y no de una manera brusca.
- h.16.Deberá existir agua limpia disponible para poder usar inmediatamente en caso de accidente con la batería.
- h.17.Es recomendable no llevar objetos metálicos personales (reloj, pulsera, etc.) al manipular ácido o batería.

- h.18. Desconectar las fuentes de carga de baterías (Campo solar) y las de descarga (Consumo) antes de desconectar o conectar los bornes de la batería.
- h.19. Está prohibido el uso de aerómetros y termómetros usados en baterías de plomo para usarlos en baterías de níquel-cadmio.
- h.20. Cubrir las caras frontales de los paneles con un material opaco antes de realizar las conexiones eléctricas o abrir la caja de terminales.
- h.21. Durante el montaje del campo solar se mantendrán los seccionadores abiertos (si fuese necesario su instalación).

## **20. MANTENIMIENTO Y GARANTÍA DE LA INSTALACIÓN.**

- 20.1. El instalador garantizará el conjunto de la instalación y los equipos por un período de un año.
- 20.2. El instalador formará al cliente para el mantenimiento de la instalación.
- 20.3. Por el mismo tiempo de la garantía, el instalador realizará una revisión de la instalación tras la llamada del cliente. El cliente está obligado a cumplir el manual de mantenimiento de la instalación.
- 20.4. Las operaciones de mantenimiento se reflejarán en un Libro de Mantenimiento de la Instalación, con indicación de las fechas y horas.
- 20.5. Las revisiones incluirán como mínimo las operaciones referidas a los puntos 20.6, 20.7, 20.9, 20.10, 20.11 y 20.12.
- 20.6. Comprobación del conexionado del Campo de paneles, repasando el apriete de las conexiones.
- 20.7. Comprobación del conexionado del Sistema de Acumulación, repasando el apriete de las conexiones.
- 20.8. Comprobación del nivel del electrolito en los elementos de la batería, rellenando éstos con agua destilada si se observa un nivel inferior al marcado por el fabricante.
- 20.9. Si se observara una disminución anormal en el nivel del electrolito, se comprobará el valor asignado a la tensión de ajuste del regulador.
- 20.10. Comprobación del conexionado del Sistema de Regulación y Control, repasando el apriete de las conexiones.
- 20.11. Comprobación del tarado de la tensión de ajuste del regulador a la temperatura de comprobación.
- 20.12. Comprobación y registro de la densidad del electrolito del sistema de acumulación.

20.13. Con independencia de las operaciones anteriores, en las instalaciones de paneles bifaciales, anualmente se repintará el entorno del campo de paneles con objeto de mantener el valor de coeficiente de albedo.

20.14. El instalador suministrará al usuario un manual de mantenimiento de la instalación.

## 21. NOMENCLATURA.

- C: Capacidad de la batería (Ah).
- $C_d$ : Carga de consumo diaria (Ah/día).
- $C_D$ : Amperios hora/mes suministrados por el campo de paneles.
- $C_M$ : Carga de consumo mensual (Ah/mes).
- E: Energía mensual disponible ( $\text{KJ/m}^2$  mes).
- d: Número de días del mes.
- F: Factor de seguridad del dimensionado del campo de paneles.
- FT: Factor de seguridad del dimensionado del sistema de acumulación.
- H: Radiación global media mensual ( $\text{KJ/m}^2$  mes).
- HSP: Horas Sol Pico.
- h: Altura de bombeo de agua (m).
- I: Intensidad de corriente (A).
- $I_p$ : Intensidad pico del panel fotovoltaico (A).
- $I_M$ : Intensidad de régimen de descarga de la batería (A).
- $I_R$ : Intensidad del regulador (A).
- L: Longitud del cableado (m).
- n: Número de días de autonomía (días).
- N: Número de horas de funcionamiento de las cargas (horas).
- $N_M$ : Tiempo medio diario de conexión de la carga de consumo (horas).
- $N_{pp}$ : Número de paneles fotovoltaicos en paralelo.
- $N_C$ : Número de horas de funcionamiento del convertidor (horas).
- $N_R$ : Número de reguladores.

- P: Potencia de la bomba (wattios).
- PF: Profundidad de descarga de la batería.
- $P_e$ : Potencia de entrada del convertidor (w).
- $P_s$ : Potencia de salida del convertidor (W).
- Q: Caudal (1/sg).
- S: Sección del cableado ( $\text{mm}^2$ ).
- $V_A$ - $V_B$ : Caída de tensión en el conexionado (V).
- V: Tensión nominal de la carga (V).
- W: Potencia de la carga de consumo (W).
- n: Rendimiento.

## 22. REFERENCIAS.

1. Radiación Solar y Temperatura Ambiente en Andalucía. Publicación de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Sevilla. Diciembre, 1985.
2. Especificaciones Técnicas de Baterías, Reguladores e Inversores. Publicación de la Junta de Andalucía.
3. Instalaciones Fotovoltaicas: Condiciones Técnicas de Conexión a la Red de Baja Tensión. Normas Particulares de Sevillana de Electricidad.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Grupos Electrógenos. Protección contra contactos eléctricos indirectos. Josep Mestre Rovira. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP-142.
2. Capacidad de excitabilidad y peligro relativo para el hombre a causa de las distintas clases de corrientes eléctricas. N. P. Korenev y K. I. Shkirpa. Instituto Politécnico de Irkutsk. U.R.S.S.
3. El riesgo eléctrico y su protección. Ministerio de Trabajo. Dirección General de Seguridad Social.
4. Baterías de Arranque. Riesgos de accidentes durante su manejo. Fernando Delgado Benavides. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP-97.
5. El acoplamiento de protección de corriente de defecto. R. Troxier. Cahiers suisses de la sécurité du travail. N° 103.
6. Medios de protección de accidentes eléctricos en baja tensión. Compañía Sevillana de Electricidad.
7. Proyecto de Instalación Fotovoltaica en Pabellón de España en EXPO'92. Valeriano Ruiz Hernández e Isidoro Lillo Bravo. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla. 1992.
8. Instalaciones eléctricas en zonas con riesgo de incendio o explosión. Salvador del Pin Martínez. Montaje e Instalaciones. Enero 1992.
9. IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems. ANSI/IEEE. Std. 937/1990.
10. IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems. ANSI/IEEE. Std. 1145/1990.
11. Especificaciones Técnicas de diseño y montaje de Instalaciones Fotovoltaicas. Consejería de Fomento y Trabajo. Junta de Andalucía. 1988.
12. Los riesgos de accidentes debidos a acumuladores eléctricos. M. Chevalier. "Cahiers de Notes Documentaires". N° 590-51-68.

# MEMORIA DE DISEÑO

INSTALACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
MEMORIA DE DISEÑO

USUARIO:

- \* **Nombre:**
- \* **Domicilio:**
- \* **Localidad:**
- \* **Teléfono:**
- \* **Fax:**
- \* **Representante:**

LOCALIZACION:

- \* **Nombre:**
- \* **Domicilio:**
- \* **Localidad:**
- \* **Teléfono:**
- \* **Fax:**
- \* **Persona de contacto:**

DATOS GENERALES:

- \* **Aplicación de la instalación:**
- \* **Uso de la instalación**  
**(Particular/Público/Industrial/Recreativo):**
- \* **Rehabilitación/Instalación nueva:**

## CONFIGURACION GENERAL DE LA INSTALACION:

### 1.- CONFIGURACION BASICA TIPO:

**1 2 3 4 5 6 7 8 9 Otra**

### 2.- ESQUEMA CONFIGURACION:

### 3.- CALCULO DE LA CARGA DE CONSUMO Y LA ENERGIA DISPONIBLE:

**\* Consumos mensuales  $C_M$  de los receptores eléctricos conectados a la instalación, expresados en Amperios hora/mes (Tabla 1):**

**\* Valores mensuales totales de los consumos previstos (Tabla 2):**

**\* Media diaria  $C_d$  de los valores anteriores (Tabla 3):**

**\* Valores medios mensuales de las horas sol pico H.S.P. esperadas en el lugar de situación de la instalación (Tabla 4):**

#### 4.- SISTEMA DE CAPTACION:

- \* **Marca y modelo del panel fotovoltaico:**
- \* **Potencia máxima: W**
- \* **Corriente de cortocircuito: A**
- \* **Corriente punto máxima potencia. A**
- \* **Tensión de circuito abierto: V**
- \* **Orientación:**
- \* **Inclinación:**
- \* **Ubicación:**
- \* **Separación entre filas:**
- \* **Sombras/obstáculos:**

#### 5.- TENSIONES DE TRABAJO:

- \* **Tensión salida campo de paneles  $V_{AD}$ : Voltios**
- Criterios de selección:**
- \* **Número total de paneles  $N_p = N_{ps} \cdot N_{pp}$ :**

#### 6.- DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACION:

- \* **Criterio de diseño:**
  - \* **Número de Días de Autonomía n:**
  - \* **Tiempo Medio Diario de conexión de la Carga de Consumo**
  - $N_M$ : horas**
  - Criterio de cálculo:**
  - \* **Balance Mensual Carga de Consumo/Aporte Solar (Tabla 5)**
- Balance mensual =  $C_M - H.S.P. I_p N_{pp} d$ :**

**\* Características Técnicas de la Batería:**

**Criterio de selección:**

**Modelo:**

**Fabricante:**

**Capacidad en 100 h: Ah**

**Profundidad máxima de descarga  $P_f$ : %**

**Número de elementos:**

**Capacidad total: Ah**

**7.- SISTEMA DE REGULACION Y CONTROL:**

**\* Fabricante:**

**\* Modelo:**

**\* Características de funcionamiento:**

- **Tipo:**

- **Tensión de alimentación nominal:**

- **Intensidad nominal de carga:**

- **Tensión máxima de carga:**

- **Rango de temperatura de actuación:**

- **Potencia consumida:**

- **Tensión de reconexión:**

- **Compensación de temperatura:**

**\* Número de Reguladores  $N_R$ :**

**\* Sistema de protección para el sistema de regulación y control:**

- **En la entrada de corriente: SI/NO**

- **En la salida de corriente: SI/NO**

## 8.- CONVERTIDORES:

- \* **Criterios de selección:**

- \* **Convertidor cc/ca:**

  - Modelo:**

  - Fabricante:**

  - Tensión de entrada:**

  - Tensión de salida:**

  - Potencia nominal:**

  - Tipo de onda:**

- \* **Convertidor cc/cc:**

  - Modelo:**

  - Fabricante:**

  - Tensión de entrada:**

  - Tensión de salida:**

  - Potencia nominal:**

- \* **Otros equipos:**

## 9.- CABLEADO:

- \* **Características de los cables utilizados en la instalación (Tabla 6):**

## 10.- ESTRUCTURAS DE FIJACION:

- \* **Material estructuras:**

- \* **Tratamiento de protección:**

- \* **Material espárragos fijación:**

- \* **Toma de tierra:**

## 11.- INFORMACION ADJUNTA:

- \* **Método de cálculo (Cálculos de la instalación):**
- \* **Catálogo características técnicas Paneles:**
- \* **Catálogo características técnicas Baterías:**
- \* **Catálogo características técnicas Regulador:**
- \* **Catálogo características técnicas Convertidores:**

12.- ESQUEMA UNIFILAR:

### 13.- ESQUEMA DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS:

Tabla 1. Consumos Mensuales Previstos de los Receptores Conectados a la Instalación

MES						
Definición de la Carga	Número Equipos N	Tensión Nominal $V_{DC}$	Potencia Equipo W	Amperaje Equipo $I = W/V$	Horas Mensuales Utilización Equipo $H_M$	Consumo Equipo Amp. hora/mes
$C_M =$ Consumo Total Amperios hora/mes =						

NOTA: Para las cargas en ca se utilizará la misma tabla substituyendo  $V_{DC}$  por  $h_{70} \cdot V_{DC}$

Tabla 2. Cargas Mensuales Previstas en Amperios Hora/Mes

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$C_M$												

Tabla 3. Cargas Medias Diarias Previstas en Amperios Hora/Día

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$C_d$												

Tabla 4. Valores Medios Diarios de las Horas Sol Pico

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
H.S.P.												

Tabla 5. Balance Mensual: Carga de Consumo/Aporte Solar

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Amp. h/mes												

Tabla 6. Características del Cableado

LINEA	Longitud Aproximada	Caída Tensión	Sección mínima	Tipo y Fabricante
-------	---------------------	---------------	----------------	-------------------

	m	V%	mm <sup>2</sup>	

Tabla 7. Especificaciones de componentes

Componente	Núm	Marca/modelo	Tamaño	Código
Panel fotovoltaico			Wp	PF
Batería			Ah	BA
Regulador			A	RE
Convertidor cc/cc			V/V (W)	CCC
Convertidor cc/ca			V/V (W)	CCA
Interruptor magnetotérmico			A	IM
Luminaria			W	LU

## ANEXO II

### SEVILLA (CAPITAL)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
HSP fijas a 15º	2,89	3,72	5,07	5,72	6,55	6,84	6,98	6,56	5,65	4,28	3,38	2,63
HSP fijas a 60º	3,64	4,21	5,04	4,82	4,89	4,8	4,98	5,17	5,19	4,56	4,12	3,39

### SEVILLA (AZNALCAZAR)

HSP fijas a 15º	2,74	3,43	4,67	5,53	6,14	6,67	6,77	6,44	5,61	4,22	3,33	2,64
HSP fijas a 60º	3,38	3,78	4,55	4,67	4,6	4,69	4,84	5,08	5,13	4,47	4,03	3,39

### SEVILLA (MORON)

HSP fijas a 15º	2,75	3,59	4,98	5,68	6,71	7,08	7,23	6,73	5,33	4,17	3,53	2,46
HSP fijas a 60º	3,39	4,01	4,91	4,77	4,98	4,92	5,11	5,29	4,85	4,41	4,34	3,1

### HUELVA (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	3,12	3,81	5,56	6,42	6,96	7,21	7,32	6,95	6,16	4,65	3,99	2,87
HSP fijas a 60º	3,99	4,3	5,6	5,42	5,15	4,99	5,17	5,44	5,69	5,02	5,05	3,77

### JAEN (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	2,58	3,43	5,13	5,57	6,42	6,84	7,03	6,43	5,87	4,61	3,41	2,45
HSP fijas a 60º	3,18	3,83	5,13	4,72	4,81	4,82	5,03	5,11	5,45	5,01	4,21	3,12

### MALAGA (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	2,82	3,83	5,35	5,78	6,65	7,1	7,2	6,63	5,76	4,36	3,66	2,58
HSP fijas a 60º	3,47	4,31	5,31	4,85	4,91	4,91	5,08	5,18	5,25	4,61	4,5	3,25

### ALMERIA (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	3,22	4,12	5,38	5,97	6,49	6,71	6,82	6,42	5,7	4,7	3,71	2,94
HSP fijas a 60º	4,11	4,72	5,34	5,02	4,83	4,7	4,86	5,04	5,21	5,06	4,58	3,85

### CADIZ (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	3,43	4,03	5,82	6,05	6,71	7,04	7,41	6,89	6,42	5,19	4,2	2,9
HSP fijas a 60º	4,43	4,56	5,85	5,08	4,95	4,87	5,19	5,37	5,92	5,68	5,33	3,77

### CADIZ (JEREZ)

HSP fijas a 15º	3,04	3,8	5,4	6,42	6,96	7,39	7,7	6,95	6,2	5,09	4	2,72
HSP fijas a 60º	3,83	4,26	5,37	5,41	5,13	5,07	5,36	5,44	5,7	5,56	5,03	3,49

### CADIZ (TARIFA)

HSP fijas a 15º	3,4	4,57	5,8	6,03	6,94	7,37	7,4	7,11	6,06	5,01	4,26	3,39
HSP fijas a 60º	4,33	5,28	5,8	5,04	5,07	5,03	5,16	5,51	5,54	5,42	5,37	4,55

### CORDOBA (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	2,91	3,46	5,23	5,27	6,45	6,89	7,07	6,64	5,87	4,45	3,43	2,52
HSP fijas a 60º	3,71	3,88	5,25	4,46	4,84	4,85	5,06	5,25	5,45	4,81	4,24	3,25

### GRANADA (CAPITAL)

HSP fijas a 15º	3,54	4,14	5,59	5,68	6,55	7,03	7,28	6,73	6,05	4,75	3,89	2,95
HSP fijas a 60º	4,68	4,78	5,65	4,78	4,88	4,9	5,15	5,29	5,59	5,14	4,9	3,9