

**Curso Breve de Sistemas Fotovoltaicos****1- Introducción**

- Que es un sistema de generación eléctrica solar
- Aplicaciones
- Ventajas
- Composición del sistema

**2 - Composición Física y Fabricación de Dispositivos Fotovoltaicos**

- El efecto fotovoltaico
- Tipos de celda
- Proceso de fabricación de los módulos fotovoltaicos
- Ensayos de los módulos

**3 - Conceptos Eléctricos**

- Tensión y corriente
- Conexión en serie
- Conexión en paralelo
- Potencia
- Perdidas de potencia
- Cantidad de energía

**4 - Curvas Características de las Celdas Fotovoltaicas**

- Curva corriente vs. tensión (curva I - V )
- Efecto de factores ambientales sobre la característica de salida del dispositivo
- Combinaciones de celdas y curvas resultantes
- Interacción del dispositivo fotovoltaico con la carga

**5 - Conformación de los Sistemas de Generación**

- Directamente conectados a una carga
- Sistema modulo batería
- Sistema fotovoltaico, batería y regulador
- batería, inversor
- Reguladores de carga de baterías
- baterías
- Interacción entre módulos fotovoltaicos y baterías
- Tipos de baterías
- Baterías selladas

**6 - Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos y Banco de Baterías**

- Datos necesarios para dimensionar un sistema
- Planilla de dimensionamiento
- Cálculo del numero de módulos necesarios
- Cálculo del banco de baterías

**7 - Conexiones y Dimensionamiento de Cables**

- Conexionado
- Dimensionamiento de cables de conexión

**Secciones**[1 Introduccion](#)[2 Fabricacion](#)[3 Conceptos Electricos](#)[4 Curvas Caracteristicas](#)[5 Conformacion](#)[6 Dimensionamiento](#)[7 Conexiones y Cableado](#)

## 8 - Instalación y Mantenimiento

- Ubicación y orientación de los módulos
- Ubicación del resto del equipamiento
- Mantenimiento de los módulos fotovoltaicos
- Mantenimiento de las baterías

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#)

---

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Victeck Internet, S.A. de C.V.](#)

## ¿Qué es un Sistema de Generación Eléctrica Solar?

[Secciones](#)

Es una fuente de energía que a través de la utilización de celdas fotovoltaicas convierte en forma directa la energía lumínica en electricidad.

### **Ventajas fundamentales:**

- No consume combustible
- No produce contaminación ambiental
- Es silencioso
- Tiene una vida útil superior a 20 años
- Es resistente a condiciones climáticas extremas: (granizo, viento, temperatura y humedad)
- No posee partes mecánicas, por lo tanto no requiere mantenimiento, excepto limpieza del módulo fotovoltaico
- Permite aumentar la potencia instalada mediante la incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos.

### **Principales aplicaciones:**

Generalmente es utilizado en zonas ahisladas de la red de distribución eléctrica convencional, pudiendo trabajar en forma independiente o combinada con sistemas de generación eléctrica convencional. Sus principales aplicaciones son:

- Electrificación de inmuebles rurales: luz, TV, telefonía, comunicaciones, bombas de agua
- Electrificación de cercas
- Alumbrado exterior
- Balizado y Señalización
- Protección catódica
- Náutica, Casas Rodantes, etc.

### **Componentes del sistema:**

Corriente continua 12V:

- Paneles o módulos de celdas fotovoltaicas
- El soporte para los mismos
- Regulador de carga de baterías y el Banco de baterías

Corriente alterna 110/220V:

Es necesario instalar además entre las baterías y el consumo un Inversor de corriente de capacidad adecuada (el Inversor convierte la corriente continua o DC del módulo fotovoltaico o generador solar en corriente alterna o AC. Dicha corriente alterna es utilizada típicamente por la mayoría de los equipos eléctricos

domésticos).

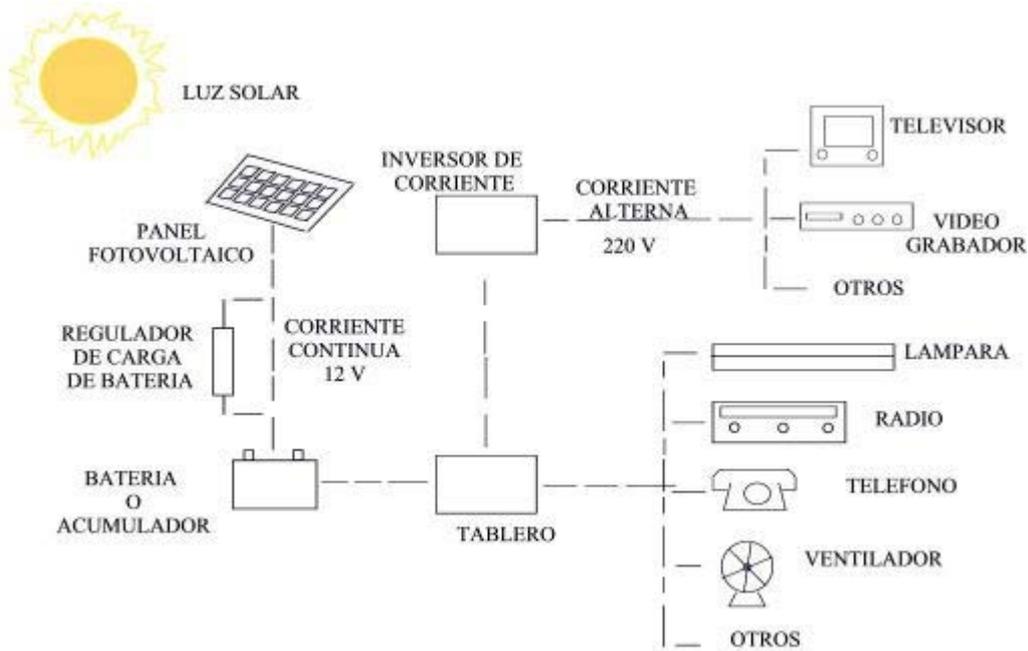


GRAFICO (Fig.1)

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > 1 Introduccion

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Victeck Internet, S.A. de C.V.](#)

## Efecto fotovoltaico



Los módulos se componen de celdas solares de silicio (o fotovoltaicas). Estas son semiconductoras eléctricas debido a que el silicio es un material de características intermedias entre un conductor y un aislante.

Presentado normalmente como arena, mediante sofisticados procesos de manufactura, se obtiene el silicio en su forma pura. El cristal de silicio puro no posee electrones libres y por lo tanto resulta un mal conductor eléctrico. Para cambiar esto se le agregan porcentajes de otros elementos. Este proceso se denomina dopado. Mediante el dopado de silicio con fósforo se obtiene un material con electrones libres o material con portadores de carga negativa (silicio tipo N). Realizando el mismo proceso, pero agregando Boro en lugar de fósforo, se obtiene un material de características inversas; esto es déficit de electrones o material con cargas positivas libres o huecos (silicio tipo P). Cada celda solar se compone de una delgada capa de material tipo N y otra de mayor espesor de material tipo P ( Ver gráfico Fig.2 ).

Ambas capas separadas son eléctricamente neutras, pero al ser unidas, justamente en la unión (P-N), se genera un campo eléctrico debido a los electrones libres del silicio tipo N que ocupan los huecos de la estructura del silicio tipo P.

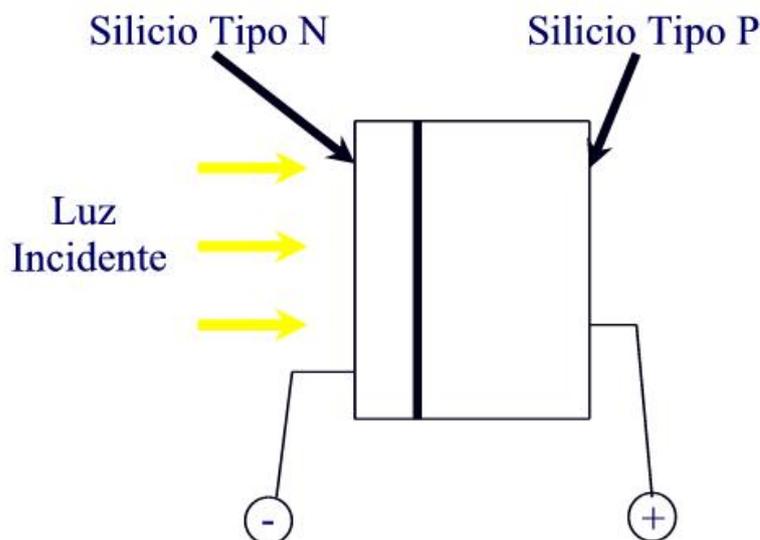


GRAFICO (Fig. 2)

Al incidir la radiación solar sobre la celda fotovoltaica, los fotones que la integran chocan con los electrones de la estructura del silicio dándoles energía y transformándolos en conductores. Debido al campo eléctrico generado en la unión (P-N), los electrones son orientados, fluyendo de la capa "P" a la capa "N". Mediante un conductor externo, se conecta la capa negativa a la positiva, generándose así un flujo de electrones (corriente eléctrica) en la conexión. Mientras la radiación solar siga incidiendo en la celda, el flujo de electrones se mantendrá. La intensidad de la corriente generada, variará proporcionalmente según la intensidad de radiación solar incidente. Cada módulo fotovoltaico se conforma de una determinada cantidad de celdas conectadas en serie. Como

vimos anteriormente, al unirse la capa negativa de una celda a la positiva de la siguiente, los electrones fluyen a través de los conductores de una celda a la otra. Este flujo se repite hasta llegar a la última celda del módulo, de la cual fluyen hacia el acumulador o batería. Cada electrón que abandona el módulo es reemplazado por otro que regresa del acumulador o batería. El cable de la interconexión entre módulo y batería contiene el flujo, de manera tal que cuando un electrón abandona la última celda del módulo y se dirige hacia la batería, otro electrón ingresa a la primera celda desde la batería. Es por esto que se considera inagotable a un dispositivo fotovoltaico. Produce energía eléctrica como respuesta a la energía lumínica que ingresa en el mismo. Cabe aclarar que una celda fotovoltaica no puede almacenar energía eléctrica.

### **Tipos de Celdas:**

Existen tres tipos de celdas; dependiendo su diferenciación según el método de fabricación.

#### **- Silicio Monocristalino:**

Estas celdas se obtienen a partir de barras cilíndricas de silicio Monocristalino producidas en hornos especiales.

Las celdas se obtienen por cortado de las barras en forma de obleas cuadradas delgadas (0,4-0,5 mm de espesor). Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es superior al 12%.

#### **- Silicio Policristalino:**

Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio obtenidos por fusión de trozos de silicio puro en moldes especiales.

En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal. Se forma una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales.

Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es algo menor a las de silicio Monocristalino.

#### **- Silicio Amorfo:**

Estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de silicio sobre superficies de vidrio o metal.

Su eficiencia en conversión de radiación solar en electricidad varía entre un 5 y un 7%.

### **Fabricación de los módulos fotovoltaicos:**

El módulo fotovoltaico está compuesto por celdas individuales conectadas en serie. Este tipo de conexión permite adicionar tensiones (voltajes). La tensión nominal del módulo será igual al producto del número de celdas que lo componen por la tensión de cada celda (aprox. 0,5 Volts). Generalmente se producen módulos formados por 30, 32, 33 y 36 celdas en serie, según la aplicación requerida.

Se busca proporcionarle al módulo rigidez en su estructura, aislamiento eléctrico y resistencia a los agentes climáticos. Por esto, las celdas conectadas en serie son encapsuladas en un plástico elástico (Etilvinilacetato) que hace las veces de aislante eléctrico, un vidrio templado de bajo contenido de hierro, en la cara que mira al sol, y una lámina plástica multicapa (Poliéster) en la cara posterior. En algunos casos el vidrio es reemplazado por una lámina de material plástico transparente.

El módulo tiene un marco que se compone de aluminio o de poliuretano y cajas de conexiones a las cuales llegan las terminales positivo y negativo de la

serie de celdas. En las terminales de las cajas de conexión se conectan los cables que interconectan el módulo al sistema.

#### **Etapas del proceso de fabricación del módulo:**

- Prueba eléctrica y clasificación de las celdas
- Interconexión eléctrica de las celdas entre sí
- Ensamble del conjunto. Colocación de las celdas soldadas entre capas de plástico encapsulante y láminas de vidrio y plástico.
- Laminación del módulo. El conjunto se procesa en una máquina semiautomática a alto vacío que, por un proceso de calentamiento y presión mecánica, conforma el laminado.
- Curado. El laminado es procesado en un horno de temperatura controlada en el cual se completa la polimerización de plástico encapsulante y se logra la perfecta adhesión de los distintos componentes. El conjunto, después del curado forma una sola pieza
- Enmarcado. Se coloca primero un sellador elástico en todo el perímetro del laminado y luego los perfiles de aluminio que forman el marco. Se usan máquinas neumáticas para lograr la presión adecuada. Los marcos de poliuretano se colocan utilizando máquinas de inyección.
- Colocación de terminales, diodos y cajas de conexiones
- Prueba final

#### **Pruebas de los módulos fotovoltaicos :**

Sobre los módulos debe medirse y observarse:

- Características eléctricas operativas
- Aislamiento eléctrico (a 3000 Volt de C.C.)
- Aspectos físicos, defectos de terminación, etc.
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la tracción de las conexiones
- Resistencia a la niebla salina y a la humedad ambiente
- Comportamiento a temperaturas elevadas por tiempos prolongados (100 grados centígrados durante 20 días)
- Estabilidad al ciclado térmico (- 40 grados C a + 90 grados C) en ciclos sucesivos.

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > **2 Fabricacion**

---

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©  
All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados  
This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:  
[Victeck Internet, S.A. de C.V.](#)



## Tensión y Corriente

La electricidad es el flujo de partículas cargadas (electrones) que circulan a través de materiales conductores (por ejemplo cables o barras de cobre). Estas partículas ganan energía en una **fuentes** (generador, módulo fotovoltaico, batería, etc) y transfieren esta energía a una **carga** (lámpara, motor, equipo de comunicaciones, etc.) y luego retornan a la fuente para repetir el ciclo.

Si se supone un círculo básico como es una batería conectada a una lámpara se tendrá lo indicado en las figuras 3 y 4

Fig 3

Fig 4

La batería es un fuente de electricidad, o fuerza electromotriz (FEM). La magnitud de esta FEM es lo que conocemos como tensión o voltaje.

Estos conceptos se pueden comprender si se los asemeja a un sistema de bombeo de agua.

Se reemplazará el flujo de electrones por agua, la fuente de tensión por una bomba de agua y el cable por una cañería.

Se tendrá entonces:

MODELO ELÉCTRICO	MODELO HIDRÁULICO
Corriente eléctrica es el flujo de electrones a través de un cable.  Se mide en Amperes.	Caudal de agua es el flujo de agua a través den una cañería. Se mide en litros/seg.
La fuente de energía eléctrica le entrega a los electrones tensión o lo que es lo mismo, capacidad de realizar trabajo. La tensión se mide en Volts.	La bomba de agua le entrega presión a la misma. La presión se mide en Kg/cm2 (o en metros de columna de agua).
Los electrones pierden su energía al pasar por una carga.  Aquí es donde se realiza el trabajo.	El agua pierde su presión al pasar por ej. Por una turbina.  Aquí es donde se realiza el trabajo.

## Conexión en Serie

Si los elementos de un circuito se conectan en **serie**, significa que todo el flujo (de electrones o agua) debe pasar por cada uno de lo elementos del mismo.

Por ejemplo, en el caso del bombeo de agua, si se la quisiera elevar hasta una altura de 20m para luego hacerla pasar por una pequeña turbina deberíamos conectar bomba y turbina en serie como indica la fig.5 Todo el caudal que pasa por la bomba también lo hará por la turbina y las cañerías.

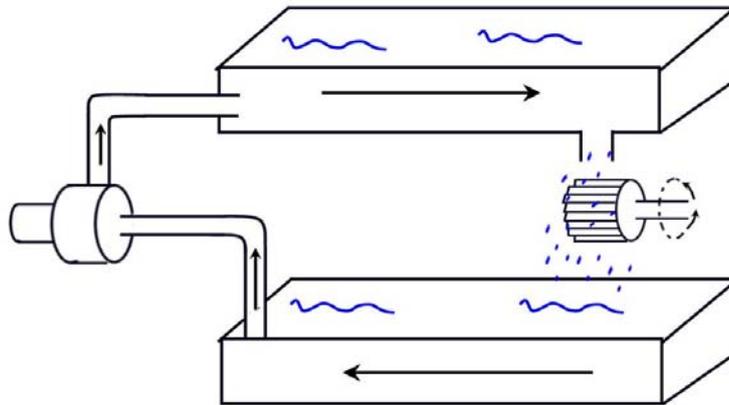


FIG. 5

Por lo tanto el flujo es constante en cualquier punto del circuito. Si se quisiera elevar el mismo caudal pero al doble de altura (40m) se deberían conectar dos bombas de las mencionadas en serie.

Esto es lo mismo que decir que **en una conexión en serie, las presiones se suman**. Recordando el símil eléctrico, el equivalente de **presión** es **tensión**. Por lo tanto si se tuvieran dos módulos fotovoltaicos que entregaran cada uno 12 Volts, 2 Amperes y se deseara implementar un sistema en 24 Volts y 2 Amperes se debería armar un circuito según muestra la fig. 6

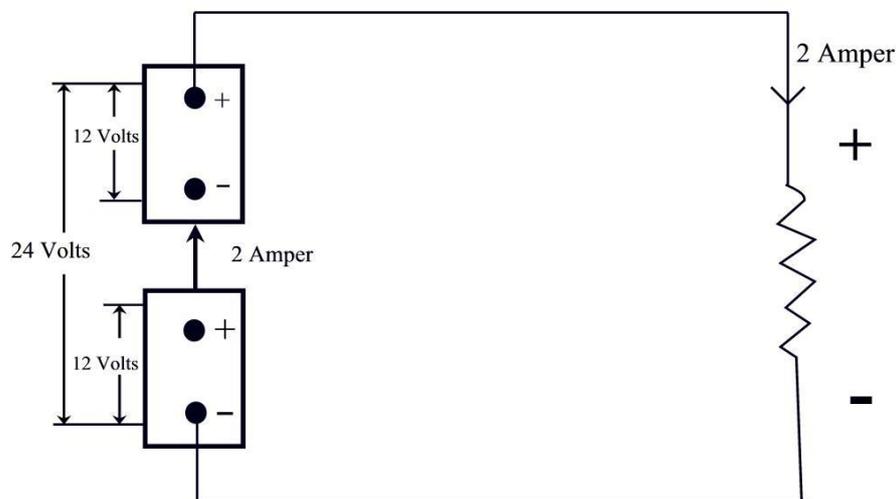


FIG 6

Conclusión: Cuando se conectan módulos en serie, la tensión resultante es la suma de las tensiones de cada uno de ellos y la corriente resultante coincide con la menor de las corrientes entregada por los módulos.

### Conexión en Paralelo

Si la necesidad fuera la de elevar a 20 m de altura el doble del caudal mencionado anteriormente se deberían conectar dos bombas según indica la figura 7 Esta es una conexión en paralelo.

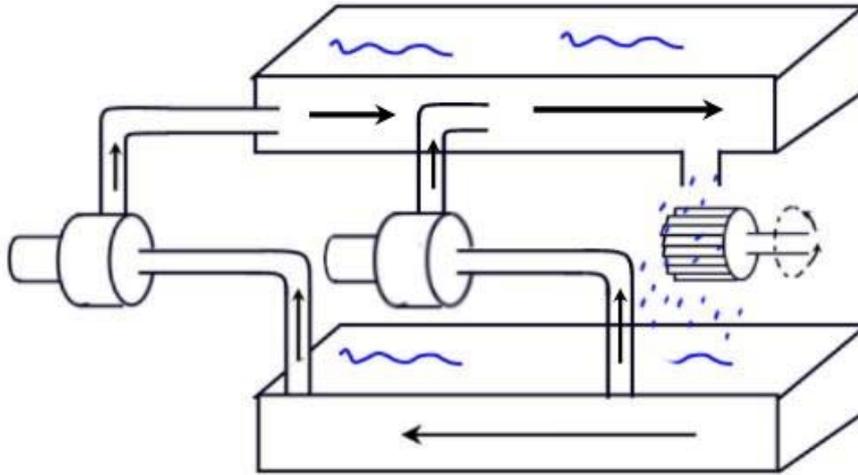


Fig.7

Cada bomba elevará un caudal similar, pasando por la turbina la suma de ambos. No hay ninguna diferencia de presión entre el agua bombeada por la primera y segunda bomba y por lo tanto toda el agua caerá desde la misma altura contribuyendo con igual presión.

En el caso eléctrico, si se necesitara suministrar a la carga 12 volts, 4 amperes, el circuito será el de la fig.8.

Fig.8

Conclusión: Cuando se conectan módulos en paralelo, la corriente resultante es la suma de las corrientes de cada uno de ellos y la tensión resultante coincide con la que cada módulo entrega.

### Potencia

Es la energía suministrada en la unidad de tiempo

$$P=V \times I$$

Donde:

P es la potencia medida en Watts

V es la tensión aplicada medida en Volts

I es la corriente que circula medida en Amperes.

Si se analizan los casos vistos en la conexión serie y en la conexión paralelo se observa que ambos manejan idénticos valores de potencia:

$$24 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 48 \text{ W}$$

$$12 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 48 \text{ W}$$

Una misma potencia eléctrica podrá estar en forma de alta tensión y baja corriente o baja tensión y alta corriente.

Cada aplicación determinará la mejor elección.

### Pérdidas de Potencia

Al circular agua por una cañería se producen pérdidas de carga por fricción y turbulencia. Es decir, que la cañería ofrece una cierta resistencia al pasaje del flujo de agua. De igual manera, los conductores eléctricos ofrecen una cierta resistencia al paso de la corriente de electrones y esto se traduce en una pérdida de potencia, la que debe ser tenida en cuenta al diseñar un sistema. Estas pérdidas de potencia se transforman en calor.

La resistencia de un conductor eléctrico (un cable de cobre, por ejemplo) es una propiedad que depende de las características intrínsecas del material del conductor y de su geometría. Dicho en otros términos la resistencia de un conductor varía en relación directa a su resistividad y a su longitud y en relación inversa a su sección.

Se cumple que :  $V=R \times I$

**Donde:**

"V" es la tensión del sistema en Volts

"I" es la corriente que se transmite en Amperes

"R" es la resistencia del elemento conductor en Ohms

Esta expresión constituye la Ley de Ohms e indica que la tensión aplicada es proporcional a la resistencia y a la corriente que circula por el circuito.

**Como:**

Por lo tanto la pérdida de potencia será proporcional a la resistencia del conductor y al cuadrado de la corriente que circula por él.

En los sistemas fotovoltaicos que trabajan a tensiones bajas, interesa conocer qué caída de tensión se producirá al recorrer la corriente requerida, un conductor de determinada longitud y sección.

En el capítulo 7 se dan valores de secciones de conductor adecuadas para una determinada corriente y distancia.

**Cantidad de Energía**

Si se tiene que mantener encendida durante 2 horas una lámpara consume 60 Watts, la energía consumida será igual a :

$$E1 = 60 \text{ Watts} \times 2 \text{ hs} = 120 \text{ Watts hora}$$

Si además, se quisiera alimentar, con la misma fuente un televisor que consume 50 Watts, y funciona durante 3 horas, el consumo de energía del televisor será :

$$E2 = 50 \text{ Watts} \times 3 \text{ Hs} = 150 \text{ Watts hora}$$

Si E1 y E2 fueran los únicos consumos de energía de ese día, la energía total demandada a la fuente diariamente será :

$$E_{tot} = E1 + E2 \quad E_{tot} = 270 \text{ Watts hora/día}$$

Es importante familiarizarse con este concepto de demanda diaria de energía ya que como se verá más adelante, es el que se utilizará en el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > **3 Conceptos Electricos**

---

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

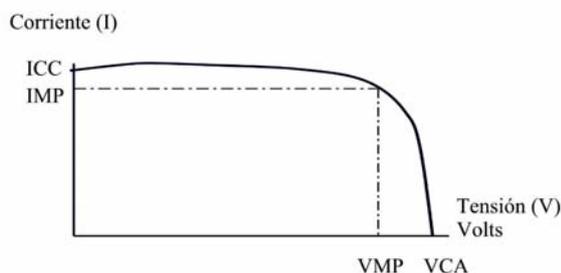
Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©  
All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados  
This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:  
[VICTECK INTERNET, S.A. DE C.V.](#)

**Curvas Características de las Celdas Fotovoltaicas****Curva de corriente vs tensión (curva I-V)**

La representación típica de la característica de salida de un dispositivo fotovoltaico (celda, módulo, sistema) se denomina curva corriente tensión.

La corriente de salida se mantiene prácticamente constante dentro del rango de tensión de operación y, por lo tanto el dispositivo se puede considerar como una fuente de corriente constante en este rango **Fig 9**

La corriente y tensión a la cual opera el dispositivo fotovoltaico están determinadas por la radiación solar incidente, por la temperatura ambiente, y por las características de la carga conectadas al mismo.

**Fig. 9**

Los valores trascendentes de esta curva son:

Corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) : Máxima corriente que puede entregar un dispositivo bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura correspondiendo a tensión nula y consecuentemente a potencia nula.

Tensión de circuito abierto ( $V_{ca}$ ) : Máxima tensión que puede entregar un dispositivo bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura correspondiendo a circulación de corriente nula y consecuentemente a potencia nula.

Potencia Pico ( $P_{mp}$ ) Es el máximo valor de potencia que puede entregar el dispositivo. Corresponde al punto de la curva en el cual el producto  $V \times I$  es máximo.

Corriente a máxima potencia ( $I_{mp}$ ) : Corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Se la utiliza como corriente nominal del mismo.

Tensión a máxima potencia ( $V_{mp}$ ): tensión que entrega el dispositivo a potencia máxima bajo condiciones determinadas de radiación y Temp. Se la utiliza como tensión nominal del mismo

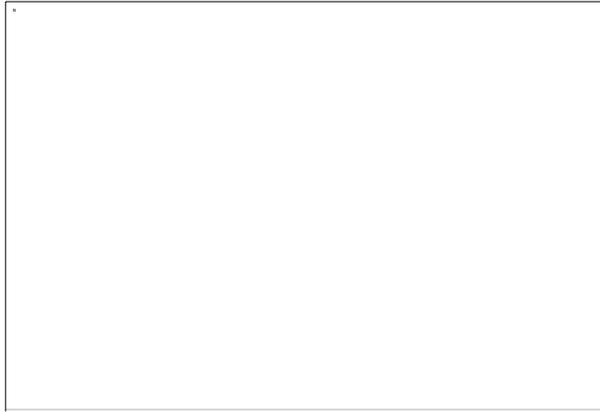
**Efecto de factores ambientales sobre la característica de salida del dispositivo.****Efecto de la intensidad de radiación solar**

El resultado de un cambio en la intensidad de radiación es una variación en la corriente de salida para cualquier valor de tensión

La corriente varía con la radiación en forma directamente proporcional.

La tensión se mantiene prácticamente constante.

**Fig.10**

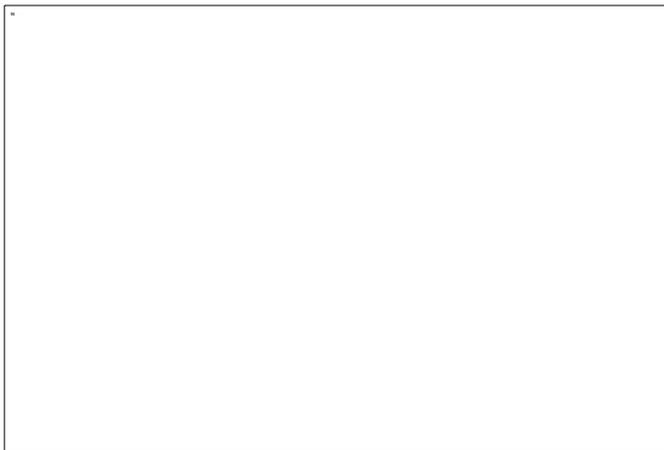


### Efecto de la temperatura

El principal efecto provocado por el aumento de la temperatura del módulo es una reducción de la tensión en forma directamente proporcional. Existe un efecto secundario dado por un pequeño incremento de la corriente para valores bajos de tensión. Todo esto indica en la **Fig. 11**

Es por ello que para lugares con temperaturas ambientes muy altas son aptos módulos que poseen mayor cantidad de celdas en serie para que los mismos tengan la suficiente tensión de salida para cargar baterías.

**Fig.11**



### Combinaciones de celdas y curvas resultantes

La tensión en el punto de máxima potencia de salida para una celda es de aproximadamente 0,5 Volts a pleno sol.

La corriente que entrega una celda es proporcional a la superficie de la misma y a la intensidad de la luz. Es por ello que para lograr módulos con corrientes de salida menores se utilizan en su fabricación tercios, cuartos, medios, etc. de celdas.

Un módulo fotovoltaico es un conjunto de celdas conectadas en serie( se suman sus tensiones) que forman una unidad con suficiente tensión para poder cargar una batería de 12 volts de tensión nominal (Esta batería necesita entre 14 y 15 Volts para poder cargarse plenamente). Para lograr esta tensión se necesitan entre 30 y 36 celdas de silicio Monocristalino conectadas en serie.

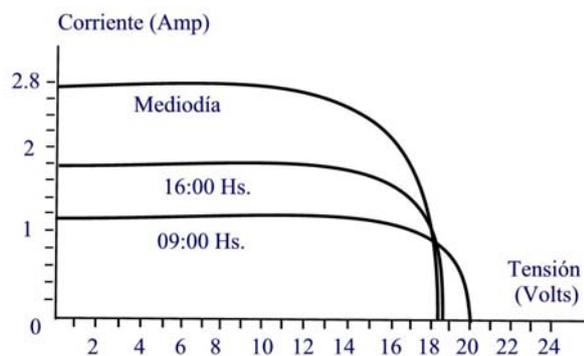
### Interacción del dispositivo fotovoltaico con la carga

La curva I-V corregida para las condiciones ambientales reinantes, es solo parte de la información necesaria para saber cual será la característica de salida de un módulo. La otra información imprescindible es la característica operativa de la carga a conectar. Es la carga la que determina el punto de trabajo en la curva I-V

### Potencia máxima de salida durante el día

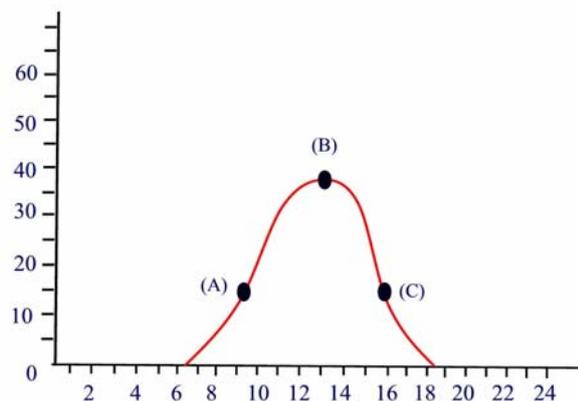
La característica I - V del módulo varía con las condiciones ambientales (radiación, temperatura) Ello quiere decir que habrá una familia de curvas I-V que nos mostrarán las características de salida del módulo durante el día y una época del año.

**Fig. 12**



La curva de potencia máxima de un módulo en función de la hora del día tiene la forma indicada en la

**Fig.13**



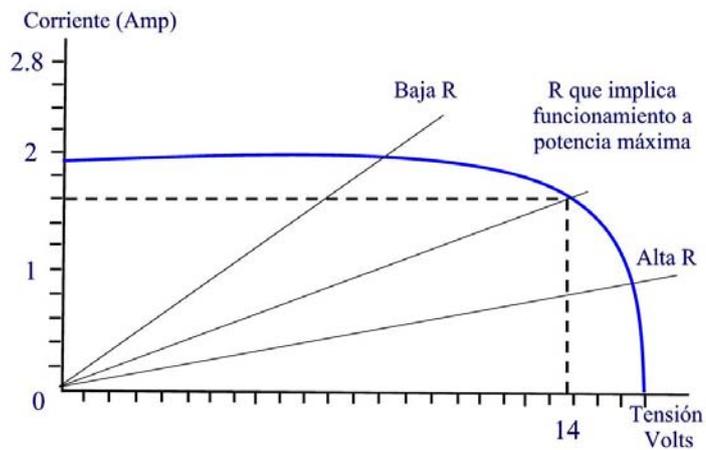
La cantidad de energía que el módulo es capaz de entregar durante el día esta representada por el área comprendida bajo la curva de la **Fig.13** y se mide en Watts hora/día.

Se observa que no es posible hablar de un valor constante de energía entregada por el módulo en Watts hora ya que varía dependiendo de la hora del día. Será necesario entonces trabajar con valores de cantidad de energía diarios entregados. (Watts hora/día).

### Interacción con una carga resistiva

En el ejemplo más simple, si se conectan los bornes de un módulo a los de una lámpara incandescente (que se comporta como una resistencia eléctrica) el punto de operación del módulo será el de la intersección de su curva característica con una recta que representa gráficamente la expresión  $I = V / R$  Siendo R la resistencia de la carga a conectar.

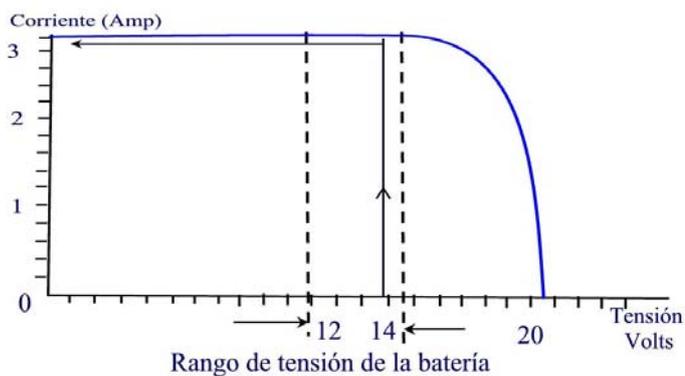
**Fig.14**



### Interacción con una batería

Una batería tiene una tensión que depende de su estado de carga, antigüedad, temperatura, régimen de carga y descarga, etc. Esta tensión se la impone a todos los elementos que están conectados a ella, incluyendo el módulo fotovoltaico. .

Fig. 15

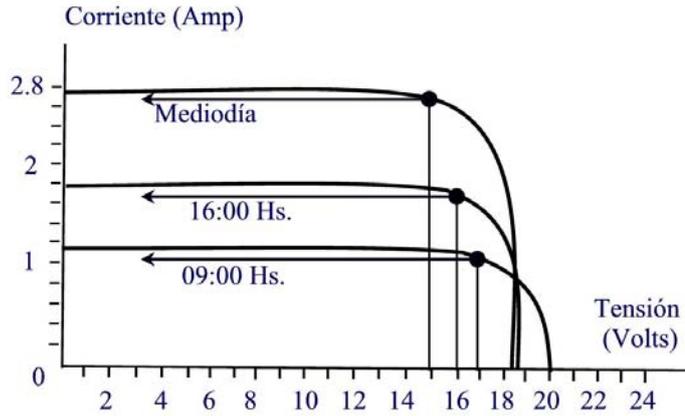


Es incorrecto pensar que un módulo que tiene una tensión máxima de salida de 20 volts llevará a una batería de 12 volts a 20 volts y la dañará . Es la batería la que determina el punto de operación del módulo.

La batería varía su rango de tensión entre 12 y 14 volts.

Dado que la salida del módulo fotovoltaico se ve influenciada por las variaciones de radiación y de temperatura a lo largo del día, esto se traducirá en una corriente variable que ingresa a la batería.

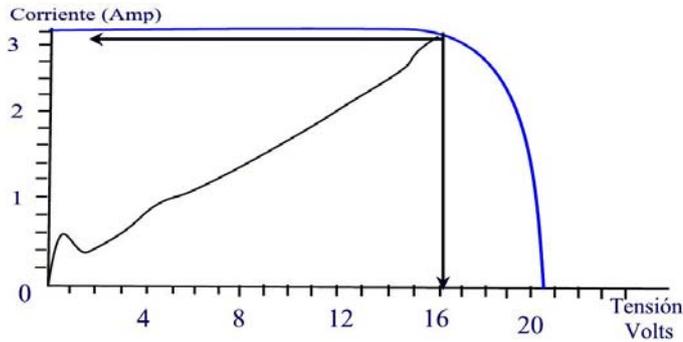
Fig. 16



### Interacción con un motor de corriente continua

Un motor de corriente continua tiene también una curva I-V.  
La intersección de ella con la curva I-V del módulo determina el punto de operación.

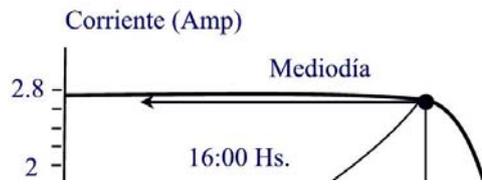
Fig. 17



Cuando se conecta un motor directamente al sistema fotovoltaico, sin batería ni controles de por medio se disminuyen los componentes involucrados y por lo tanto aumenta la confiabilidad.

Pero como muestra la **Fig. 17** no se aprovechará la energía generada en las primeras horas de la mañana y al atardecer.

Fig. 18



[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > 4 Curvas Características

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright 1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

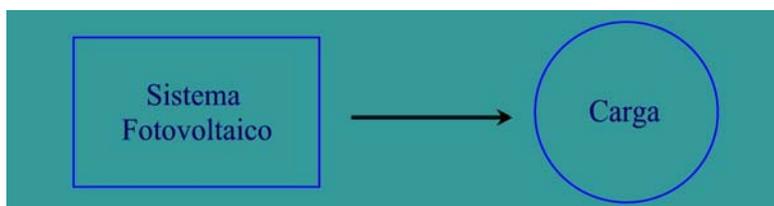
This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Viceck Internet, S.A. de C.V.](#)

## Conformación de los Sistemas de Generación

### Directamente conectados a una carga

Es el sistema mas simple en el cual el generador fotovoltaico se conecta directamente a la carga, normalmente un motor de corriente continua. Se utiliza fundamentalmente en bombeo de agua. Al no existir baterías ni componentes electrónicos aumenta la confiabilidad pero resulta difícil mantener una performance eficiente a lo largo del día.



### Sistema módulo batería

Se puede utilizar un módulo fotovoltaico para reponer simplemente la autodescarga de una batería que se utilice para el arranque de un motor, por ejemplo. Para ello pueden utilizarse los módulos de silicio amorfo o Monocristalino.

Otra importante aplicación en la que el sistema fotovoltaico se conecta en forma directa a la batería es en sistemas de electrificación rural de pequeña potencia.

En estos casos se utilizan uno o dos módulos de silicio Monocristalino de 30 celdas cada uno conectados en paralelo para lograr la potencia deseada



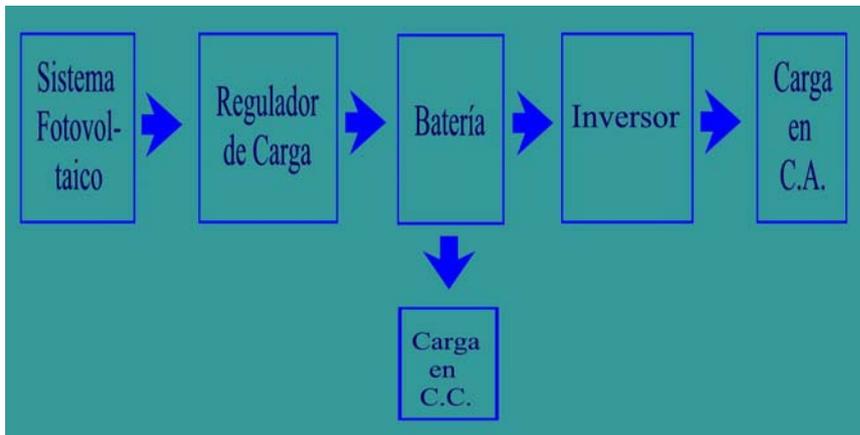
### Sistema fotovoltaico, batería y regulador

Es la configuración utilizada con módulos de 33 o 36 celdas en la cual se conecta el generador fotovoltaico a una batería a través de un regulador para que esta no se sobrecargue. Las baterías alimentan cargas en corriente continua.



### Batería, inversor

Cuando se necesite energía en corriente alterna se podrá incluir un inversor. La potencia generada en el sistema fotovoltaico podrá ser transformada íntegramente en corriente alterna o podrán alimentarse simultáneamente cargas de corriente continua (C.C.) y de corriente alterna (C.A.)



### Reguladores de carga de baterías

Existen diversos tipos de reguladores de carga.

El diseño más simple es aquel que involucra una sola etapa de control. El regulador monitorea constantemente la tensión de batería.

Cuando dicha tensión alcanza un valor para el cual se considera que la batería se encuentra cargada (aproximadamente 14.1 Volts para una batería de plomo ácido de 12 Volts nominales) el regulador interrumpe el proceso de carga. Esto puede lograrlo abriendo el circuito entre los módulos fotovoltaicos y la batería ( control tipo serie ) o cortocircuitando los módulos fotovoltaicos (control tipo shunt). Cuando el consumo hace que la batería comience a descargarse y por lo tanto a bajar su tensión, el regulador reconecta el generador a la batería y vuelve a comenzar el ciclo.

En el caso de reguladores de carga cuya etapa de control opera en dos pasos, la tensión de carga a fondo de la batería puede ser algo mayor a 14,1 Volts.

El regulador queda definido especificando su nivel de tensión (que coincidirá con el valor de tensión del sistema) y la corriente máxima que deberá manejar.

Para ilustrarlo con un ejemplo sencillo, se supone que se tiene que alimentar una vivienda rural con consumo en 12 Vcc. y para ello se utilizan dos módulos fotovoltaicos.

La corriente máxima de estos módulos es  $I_{mp} = 2,75 \text{ A}$  y la corriente de cortocircuito  $I_{cc} = 3 \text{ A}$ .

Al estar los módulos en paralelo la corriente total máxima que deberá controlar el regulador será

$$I_{\text{total}} = 2 \times 3 \text{ A} = 6 \text{ A}$$

Se considera la corriente de cortocircuito para contemplar la peor situación.

El regulador a elegir, por lo tanto, deberá estar diseñado para trabajar en una tensión de 15 Volts (tensión de trabajo de los módulos) y manejar una corriente de 6 A.

### Baterías

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

### Interacción entre módulos fotovoltaicos y baterías

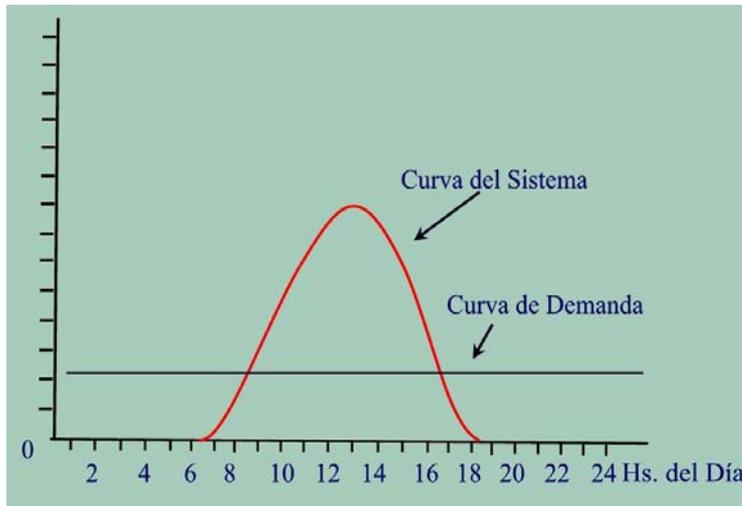
Normalmente el banco de baterías y los módulos fotovoltaicos trabajan conjuntamente para alimentar las cargas.

La siguiente figura muestra cómo se distribuye la entrega de energía a la carga a lo largo del día. Durante la noche toda la energía demandada por la carga la provee el banco de

baterías.

En horas tempranas de la mañana los módulos comienzan a generar, pero si la corriente que entregan es menor que la que la carga exige, la batería deberá contribuir en el aporte. A partir de una determinada hora de la mañana la energía generada por los módulos fotovoltaicos superada la energía promedio demandada. Los módulos no solo atenderán la demanda sino que además, todo exceso se almacenara en la batería que empezara a cargarse y a recuperarse de su descarga de la noche anterior.

Finalmente durante la tarde, la corriente generada decrece y cualquier diferencia con la demanda la entrega a la batería. En la noche, la generación es nula y todo el consumo lo afronta la batería.



## Tipos de Baterías

### Baterías de plomo - ácido de electrolito líquido

Las baterías de plomo - ácido se aplican ampliamente en los sistemas de generación fotovoltaicos. Dentro de la categoría plomo - ácido, las de plomo - antimonio, plomo - selenio y plomo - calcio son las más comunes.

La unidad de construcción básica de una batería es la celda de 2 Volts.

Dentro de la celda, la tensión real de la batería depende de su estado de carga, si está cargando, descargando o en circuito abierto.

En general, la tensión de una celda varía entre 1,75 Volts y 2,5 Volts, siendo el promedio alrededor de 2 Volts, tensión que se suele llamar nominal de la celda.

Cuando las celdas de 2 Volts se conectan en serie (POSITIVO A NEGATIVO) las tensiones de las celdas se suman, obteniéndose de esta manera, baterías de 4,6,12 Volts, etc...

Si las baterías están conectadas en paralelo (POSITIVO A POSITIVO Y NEGATIVO A NEGATIVO) las tensiones no cambian, pero se sumaran sus capacidades de corriente. Solo se deben conectar en paralelo baterías de igual tensión y capacidad.

Se puede hacer una clasificación de las baterías en base a su capacidad de almacenamiento de energía (medido en Ah a la tensión nominal) y a su ciclo de vida (numero de veces en que la batería puede ser descargada y cargada a fondo antes de que se agote su vida útil).

La capacidad de almacenaje de energía de una batería depende de la velocidad de descarga. La capacidad nominal que la caracteriza corresponde a un tiempo de descarga de 10 horas. Cuanto mayor es el tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería entrega. Un tiempo de descarga típico en sistemas fotovoltaicos es 100 hs. Por ejemplo, una batería que posee una capacidad de 80 Ah en 10 hs (capacidad nominal) tendrá 100 Ah de capacidad en 100 hs.

Dentro de las baterías de plomo - ácido, las denominadas estacionarias de bajo contenido de antimonio son una buena opción en sistemas fotovoltaicos. Ellas poseen unos 2500 ciclos de vida cuando la profundidad de descarga es de un 20 % (es decir que la batería estará con un 80 % de su carga) y unos 1200 ciclos cuando la profundidad de descarga es del 50 % (batería con 50 % de su carga).

Las baterías estacionarias poseen además, una baja auto-descarga (3 % mensual aproximadamente contra un 20 % de una batería de plomo - ácido convencional) y un reducido mantenimiento.

Dentro de estas características se encuadran también las baterías de plomo-calcio y plomo-selenio, que poseen una baja resistencia interna, valores despreciables de gasificación y una baja autodescarga.

## Baterías selladas

### Gelificadas

Estas baterías incorporan un electrolito del tipo gel con consistencia que puede variar desde un estado muy denso al de consistencia similar a una jalea. No se derraman, pueden montarse en casi cualquier posición y no admiten descargas profundas.

### Electrolito absorbido

El electrolito se encuentra absorbido en una fibra de vidrio microporoso o en un entramado de fibra polimérica. Al igual que las anteriores no se derraman, admiten cualquier posición y admiten descargas moderadas.

Tanto estas baterías como las **Gelificadas** no requieren mantenimiento en forma de agregado de agua, no desarrollan gases evitando el riesgo de explosión, pero ambas requieren descargas poco profundas durante su vida de servicio.

### Níquel - Cadmio

Las principales características son :

- 1) El electrolito es alcalino
- 2) Admiten descargas profundas de hasta el 90% de la capacidad nominal
- 3) Bajo coeficiente de autodescarga
- 4) Alto rendimiento ante variaciones extremas de temperatura
- 5) La tensión nominal por elemento es de 1,2 Volts
- 6) Alto rendimiento de absorción de carga (mayor al 80 %)
- 7) Muy alto costo comparadas con las baterías ácidas

Al igual que las baterías de plomo - ácido, estas se pueden conseguir en las dos versiones, standard y selladas, utilizando la mas conveniente según la necesidad de mantenimiento admisible para la aplicación prevista. Dado su alto costo, no se justifica su utilización en aplicaciones rurales.

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > 5 Conformacion

---

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Viceck Internet, S.A. de C.V.](#)

**Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico**



Este formulario es solamente una ayuda para determinar el número de módulos fotovoltaicos que se requieren para soportar una determinada carga eléctrica. No se pretende substituir los servicios de diseño de Solartronic que utiliza los datos climatológicos de cientos de localidades alrededor del mundo, información completa del desempeño de un producto y desde luego la experiencia de nuestro personal.

En el siguiente formulario, escriba los equipos que desea operar con el sistema eléctrico solar. Escriba la potencia y el número de horas por día que utilizará el equipo. Si es un equipo o aparato que funcionará una vez por semana, divida sus horas de uso entre siete.

Casi todos nosotros usamos más electricidad de la que probablemente necesitamos. Cuando estime sus necesidades, trate de ser lo más realista posible. Se necesita conocer el consumo eléctrico del equipo o aparato y cuantas horas por día será utilizado. Recuerde que una lámpara fluorescente de 20 watts proporciona tanta iluminación como un foco incandescente convencional de 80 watts. Se multiplica el **número de dispositivos** de este tipo por el número de **watts** del dispositivo por el número de **horas por día** de uso.

**EJEMPLO:**

Empezamos con un ejemplo básico de consumo de energía:

2 Lámparas fluorescentes 20 watt, 3 horas por día = 120 Watt horas por día

2 Lámparas fluorescentes 15 watt, 3 horas por día = 90 Whr/día

TV/VCR - 120 watts 3 horas por día = 360 Whr/día

Microondas - 800 watts ¼ hora por día = 200 Whr/día

Sumando todo lo anterior nos da un total estimado de uso de **770 Whr/día** (watt horas por día)

¿De donde se obtienen los primeros números?

Las lámparas o focos tienen normalmente los watts impresos o bien están etiquetadas al momento de comprarlas. La mayoría de los aparatos eléctricos tienen una etiqueta con la potencia de consumo. Si el consumo está proporcionado en amperes (A) y volts, se tiene que multiplicar los amperes por el voltaje para obtener los watts de consumo. Un tostador con una etiqueta que indica 120 volts y 10 A, tiene una potencia de consumo de 1200 watts. Algunos valores aproximados del consumo eléctrico para varios dispositivos de uso común se presentan a continuación:

- Lámparas Fluorescentes: 15-30W c/u.
- Lámparas de Halógeno: 20-50W c/u.
- Lámparas Incandescentes: 60-120W c/u.
- Tostador: 1,000W
- Horno de Microondas: 1000W
- Licuadaora: 500W
- Televisión: 150W
- Stereo: 30W
- Radio: 10W
- Computadora PC: 200W
- Laptop: 50W
- Taladro: 1,200W

**PASO #1: Especifique las cargas:**

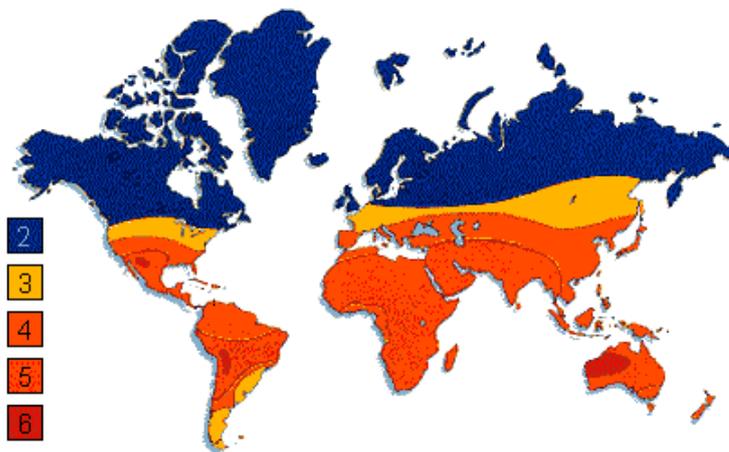
Descripción	Cantidad	Potencia	Horas	Consumo Total (WHrs/Día)
	0			
	0			

	0			
	0			
	0			
	0			
	0			
	0			
	0			
	0			

Potencia Total Requerida:

**PASO #2: Estimar el número de horas pico de luz solar para cargar las baterías:**

Horas de Sol Pico Promedio por Día según mapa:



El mapa muestra valores de INSOLACION ANUAL PROMEDIO (en horas solares pico). Los valores del Verano y del Invierno pueden diferir substancialmente. Para México, un mejor dato de radiación solar para su localidad, se puede consultar en el documento: [Irradiaciones Global, Directa y Difusa, en Superficies Horizontales e Inclínadas, así como Irradiación Directa Normal en la República Mexicana](#). Para otras localidades en el mundo puede adquirir el software de excelente calidad: [Meteonorm](#).

**Nota: Las Horas de Sol Pico no son equivalentes a horas de insolación!**

Los módulos fotovoltaicos son normalmente medidos a 25 grados C y un nivel de radiación solar de 1,000 Watts/metro cuadrado. Una hora solar pico es un índice de la radiación solar promedio diaria normalizada a este valor. p. ej. 60,000 Watts de radiación solar en un periodo de 12 horas = 5 horas pico. Al multiplicar la potencia del módulo fotovoltaico por este número nos permite hacer una comparación simple de las cargas aplicadas al sistema.

**PASO #3: Elija un módulo fotovoltaico como elemento básico del sistema fotovoltaico:**

Corriente del módulo fotovoltaico (Amps):

Amperes de los módulos fotovoltaicos de la marca Kyocera:

- 7.17 Amps @ 26.1 Volts (KC187)
- 7.2 Amps @ 23.2 Volts (KC167)
- 7.2 Amps @ 17.4 Volts (KC125)
- 4.73 Amps @ 16.9 Volts (KC80)
- 4.14 Amps @ 16.9 Volts (KC70)
- 3.55 Amps @ 16.9 Volts (KC60)
- 3.00 Amps @ 16.7 Volts (KC50)
- 2.34 Amps @ 16.9 Volts (KC40)

- 1.20 Amps @ 16.9 Volts (KS20)
- 0.6 Amps @ 16.9 Volts (KS10)
- 0.29 Amps @ 16.9 Volts (KS5)
- 3.00 Amps @ 15.0 Volts (KC45)

**Número total de módulos fotovoltaicos requeridos:**

\*Nota: Este número debe redondearse hacia arriba al número par más cercano para un sistema de 24 volts y al múltiplo de 4 más cercano para un sistema de 48 volts.

**Dimensionamiento de sistemas de generación fotovoltaicos y bancos de baterías**

**Datos necesarios para dimensionar un sistema**

**Tensión nominal del sistema**

Se refiere a la tensión típica con que operan las cargas a conectar. Se deberá, además, distinguir si dicha tensión es alterna o continua.

**Potencia requerida por la carga**

La potencia que cada carga demanda es un dato esencial. Los equipos de comunicaciones requieren potencias importantes cuando funcionan en transmisión y esto, muchas veces ocurre solo durante algunos minutos por día. Durante el resto del tiempo requieren una pequeña potencia de mantenimiento. Esta diferenciación debe ser tomada en cuenta en el diseño del sistema.

**Horas de utilización de las cargas**

Conjuntamente con la potencia requerida por la carga deberá especificarse las horas diarias de utilización de dicha potencia. Multiplicando potencia por horas de utilización, se obtendrán los watts hora requeridos por la carga al cabo de un día.

**Localización geográfica del sistema (Latitud, Longitud y la altura sobre el nivel del mar del sitio de la instalación)**

Estos datos son necesarios para determinar el ángulo de inclinación adecuado para el modulo fotovoltaico y el nivel de radiación (promedio mensual) del lugar.

**Autonomía prevista**

Esto se refiere a los días en que se prevé que disminuirá o no habrá generación y que deberán ser tenidos en cuenta en el dimensionamiento de las baterías. Para sistemas rurales domésticos se toman entre 3 y 5 días y para sistemas de comunicaciones remotos entre 7 y 10 días de autonomía.

Se indica a continuación una planilla de calculo con ayuda de la cual se determinaran los Watts/hora diarios (Wh/día) de todas las cargas de corriente continua y alterna que se pretendan alimentar.

**a) Cargas en corriente continua**

Aparato	Horas de uso por día (A)	Consumo del aparato en Watts (B)	Total Watts hora/día ( A x B )
Lámpara bajo consumo 7 W	1	8.5	8.5

<b>2 Lámparas bajo consumo 9 W</b>	1 c/u 3	10	60
<b>Lámpara bajo consumo 9 W</b>	1	10	10
<b>Equipo de transmisión</b>			
<b>Banda ciudadana</b>			
<b>transmisión</b>	0.5	12	6
<b>Escucha</b>	3	3	9
		<b>Subtotal 1</b>	93.5

### b) Cargas en corriente alterna

Aparato	Horas de uso por día (A)	Consumo del aparato en Watts (B)	Total Watts hora/día (A x B)
TV.. Color 14"	2	60	120
Agregar 15% para tener en cuenta el rendimiento del inversor			18
Subtotal 2			138
Demanda total de energía en Watts-hora/día (1 + 2)			231.5

1) Identificar cada carga de corriente continua, su consumo en Watts y la cantidad de horas por día que opera. En el ejemplo se han considerado lámparas de bajo consumo de 7 y 9 W. que con su balasto consumen 8,5 y 10 W. respectivamente. También un equipo de transmisión tipo banda ciudadana donde se ha identificado su consumo en transmisión y en escucha.

2) Multiplicar la columna (A) por la (B) para obtener los Watts hora / día de consumo de cada aparato (columna [A xB]).

3) Sumar los Watts hora/día de cada aparato para obtener los Watts hora/día totales de las cargas en corriente continua (Subtotal 1).

4) Proceder de igual forma con las cargas en corriente alterna con el agregado de un 15% de energía adicional para tener en cuenta el rendimiento del inversor (Subtotal 2). Para poder elegir el inversor adecuado, se deberá tener en claro cuales son los niveles de tensión que se manejaran tanto del lado de corriente alterna como de continua. por ejemplo, si en una vivienda rural se instala un generador solar en 12 Vcc. y se desea alimentar un televisor color que funciona en 220 Vca y que consume 60W, el inversor será de 12 Vcc a 220 Vca y maneje como mínimo 60 W. Si existieran otras cargas de corriente alterna se deberán sumar todas aquellas que se deseen alimentar en forma simultanea. El resultado de dicha suma, mas un margen de seguridad de un 10%, aproximadamente, determinara la potencia del inversor.

5) Obtener la demanda total de energía. Subtotal 1 + Subtotal 2.

### Calculo del numero de módulos necesarios

#### Método Simplificado

Es necesaria la utilización de una tabla con los datos meteorológicos de la localidad donde será

instalado el equipamiento esto es necesario para el dimensionamiento del mismo. se deben saber

los niveles de radiación solar típicos de la región . Como ya se ha visto , la capacidad de generación de los módulos varía con la radiación.

Para realizar un calculo aproximado de la cantidad de módulos necesarios para una instalación

se puede proceder de la siguiente forma:

1)Calcular en base a la planilla de dimensionamiento la demanda total de energía de la instalación (Subtotal1 + Subtotal 2)

2)Determinar en que zona se realizara la instalación.

3)Los valores de radiación deben calcularse para que en invierno abastezcan adecuadamente el

consumo para ello deberán restarse a los valores promedios de radiación el porcentaje que se indica en la tabla 1.

Para mostrarlo con un ejemplo se supone que la demanda total es la que surge del ejemplo anterior, es decir 231,5 Wh/día y que el lugar de instalaciones es el sur de la provincia de Córdoba (Zona D).

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E	ZONA F	ZONA G
<b>DIFERENCIA EN % ENTRE EL VALOR PROMEDIO INDICADO ( GRADOS ) EN LA TABLA Y LOS MÁXIMOS DE VERANO Y MÍNIMOS DE INVIERNO</b>	40 %	30 %	30 %	20 %	15 %	12%	5 %
<b>ANGULO DE INCLINACIÓN</b>	70	65	60	45-50	30-35	35	20

EL FRENTE DE LOS MÓDULOS DEL GENERADOR DEBE MIRAR AL NORTE GEOGRÁFICO (POSICIÓN DEL SOL AL MEDIODÍA).

EL PLANO DE LOS MÓDULOS DEBE INSTALARSE INCLINADO, FORMANDO CON EL PLANO HORIZONTAL, EL ANGULO INDICADO EN LA TABLA.



## Cálculo del banco de baterías

La capacidad del banco de baterías se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Cap.} = 1,66 \times \text{Dtot} \times \text{Aut.}$$

### Donde:

1,66: factor de corrección de batería que tiene en cuenta la profundidad de descarga admitida, el envejecimiento y un factor de temperatura.

Dtot: Demanda total de energía de la instalación en Ah/día.

Esto se obtiene dividiendo los Wh/día totales que surgen de la planilla de dimensionamiento por la tensión del sistema.

Aut: Días de autonomía según lo visto en el ítem Autonomía prevista.

Para el ejemplo que hemos tomado será :

$$\text{Cap. Bat.} = 1,66 \times (( 231,5 \text{ Wh/día} / 12 \text{ Volts} ) \times 5 \text{ días}) = 160 \text{ Ah}$$

Se tomara el valor normalizado inmediatamente superior al que resulte de este calculo y se armaran las combinaciones serie-paralelo que resulten adecuadas para cada caso.

[Inicio](#) > [Energía Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > **6 Dimensionamiento**

---

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Victeck Internet, S.A. de C.V.](#)

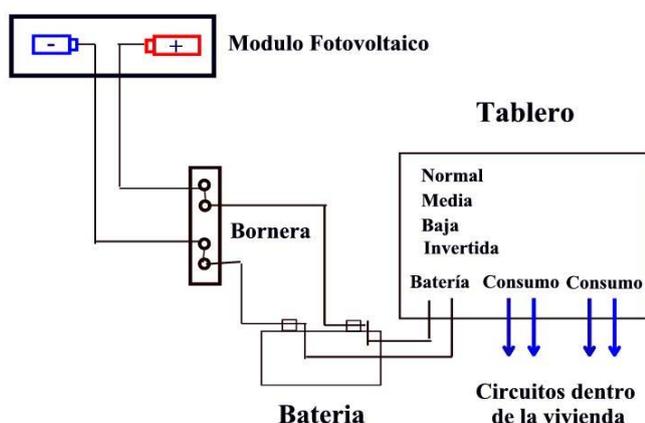
**Conexiones y Dimensionamiento de Cables**

**Conectando**

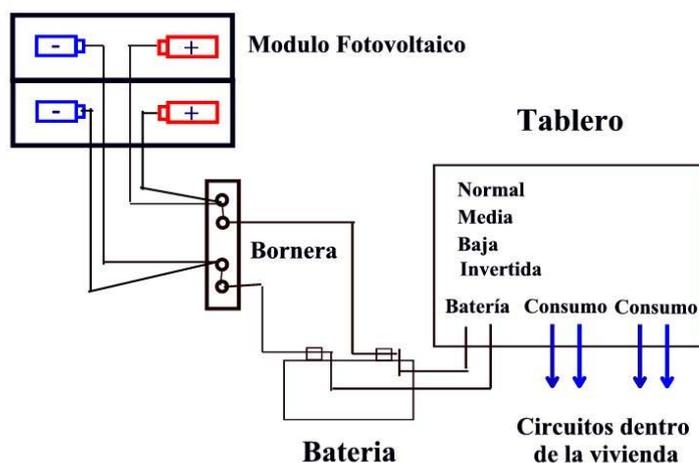
Para asegurar una operación apropiada de las cargas deberá hacerse una adecuada selección de los cables de conexión. Tanto de aquellos que vinculan al generador solar con las baterías como de aquellos que interconectan éstas con las cargas.

En el caso de una vivienda rural, esquemas de conexionado básicos serán los siguientes:

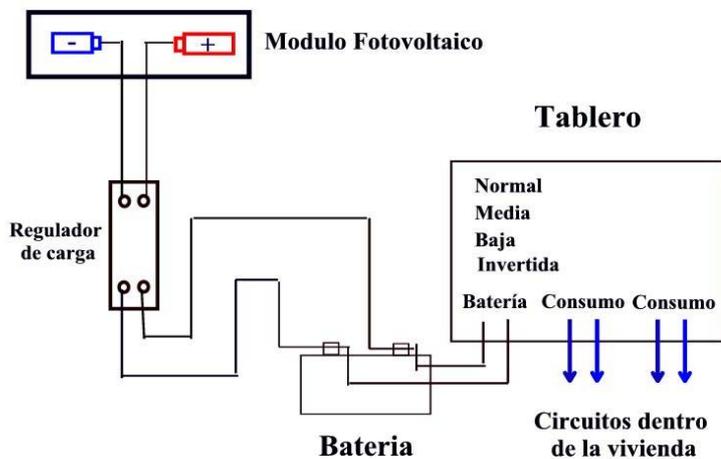
A) Instalación en 12 Vcc con un módulo fotovoltaico de 30 celdas y batería



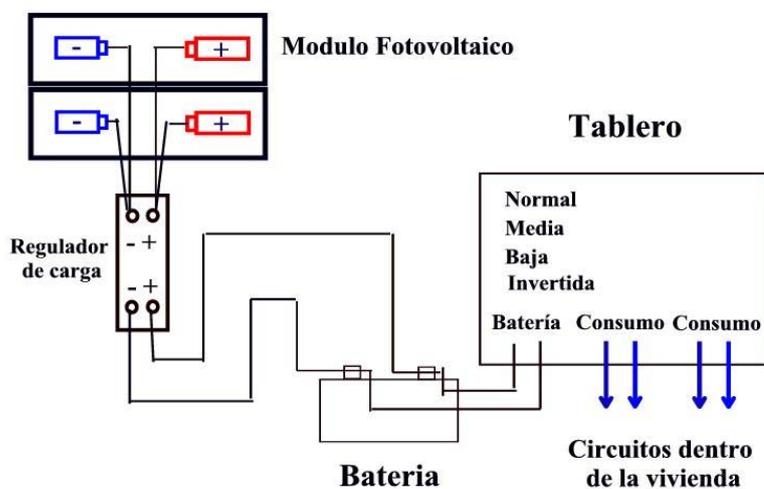
B) Instalación en 12 Vcc con dos módulos fotovoltaicos de 30 celdas y batería



C) Instalación en 12 Vcc con un módulo fotovoltaico de 33 celdas y regulador de 12 Vcc

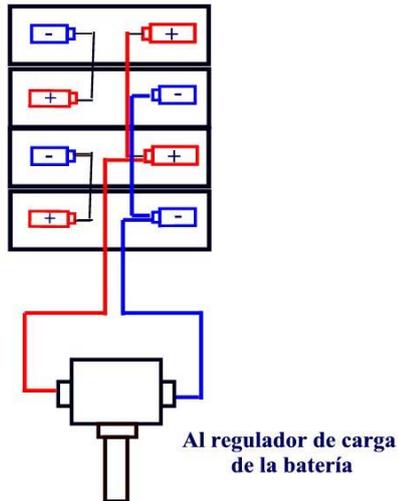


D) Instalación en 12 Vcc con módulos fotovoltaicos de 33 celdas y regulador de 12 Vcc

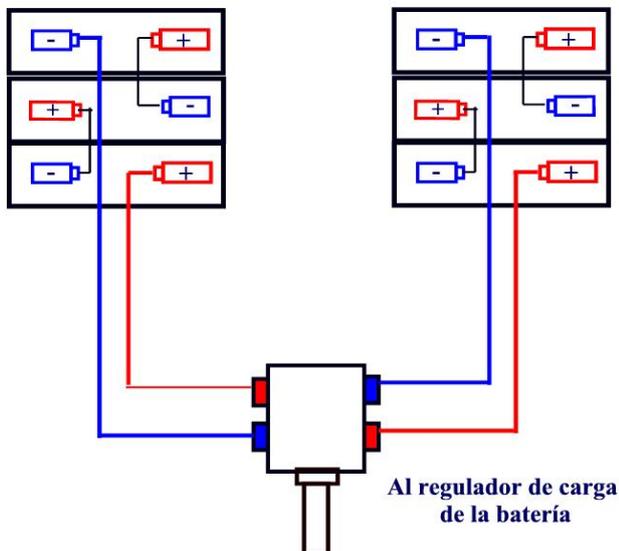


Para alimentación de equipos de comunicaciones pueden llegar a necesitarse tensiones superiores a 12 Vcc. Tensiones de trabajo típicas son 24,36 y 48 Vcc. Para realizar el dimensionamiento adecuado, consultar nuestro Anexo A, aquí sólo se indicarán algunos conexiones básicos para las tensiones mencionadas.

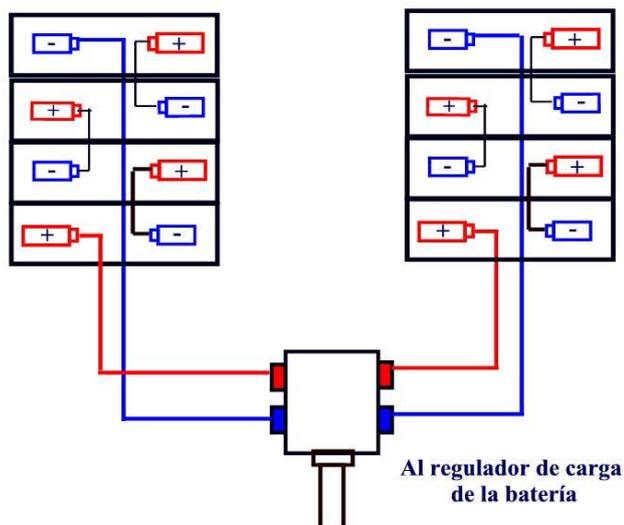
a) Instalación en 24 Vcc con 4 módulos fotovoltaicos de 24 Vcc



b) Instalación en 36 Vcc con 6 módulos fotovoltaicos de 36 Vcc



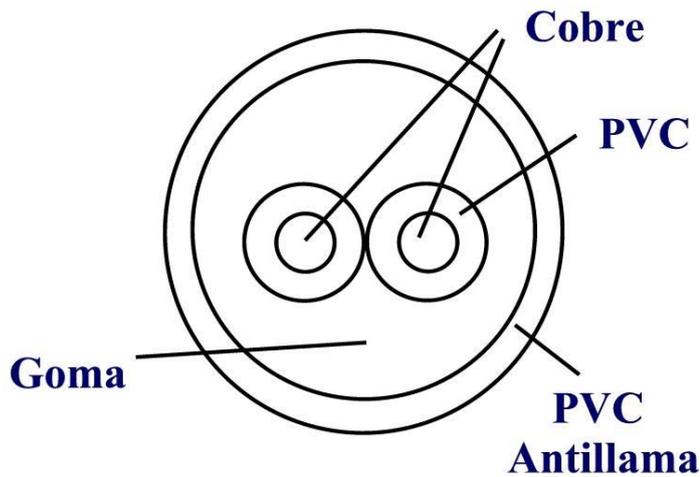
c) Instalación en 48 Vcc con 8 módulos fotovoltaicos de 48 Vcc



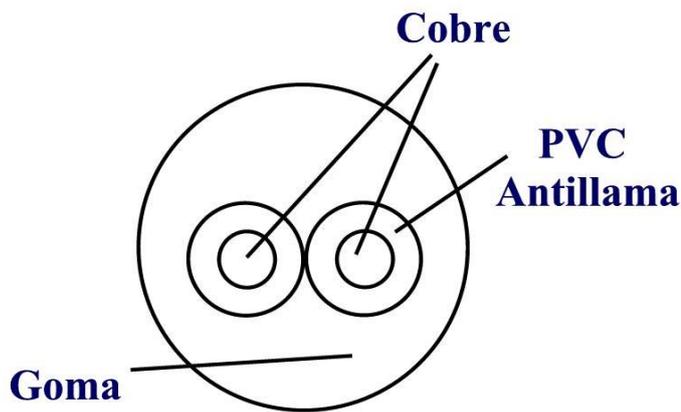
### Dimensionamiento de cables de conexión

Los cables cuyo recorrido se realiza prioritariamente en intemperie deberán ser aptos para esta condición. Se recomienda utilizar para estos casos el cable cuyas características fija la Norma IRAM 2220. Este cable cuya sección transversal responde a la siguiente Fig. no

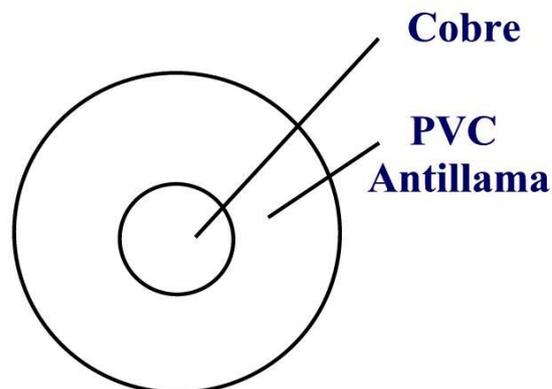
necesita protección mecánica, es decir que no necesitará realizar su recorrido dentro dentro de un caño. Su nivel de aislamiento es de 1100 Volts.



El cable tipo "taller"(Norma IRAM 2158) responde a la siguiente Fig. Es un cable muy flexible no apto para intemperie que debe ser instalado dentro de un caño ya sea de PVC o de hierro, que le servirá de protección mecánica. Su nivel de aislamiento es de 500 V.



Para realizar el cableado en el interior de una vivienda o edificio se utiliza cable de cobre con aislamiento de PVC antillama que responde a la Norma IRAM 2183. Este cable, que no es apto para instalaciones a la intemperie debe ir montado dentro de un caño de PVC o de hierro. Su nivel de aislamiento es de 1000 V. Un corte del mismo se ve en la Fig. 7.10.



Con el propósito de asegurar un funcionamiento adecuado de las cargas (luminarias, televisión, equipos de transmisión, etc) no deberá haber más de un 5% de caída de tensión tanto entre módulos y baterías como entre baterías y centros de cargas.

Para simplificar el proceso de selección del cable, la Tabla 7.1 nos muestra la sección adecuada de cable a utilizar para una caída de tensión del 5% en sistemas de 12 V.

En la columna de la izquierda debe elegirse la corriente que se espera circulará por el cable. Sobre ese mismo renglón se busca la distancia que recorrerá dicho tramo de cable y leyendo en la parte superior de dicha columna se encuentra la sección de cable correspondiente.

Si la instalación es de 24,36 ó 48 Vcc se deberá proceder de igual forma. es decir entrar en la tabla con la corriente estimada y buscar la distancia, pero ahora se deberá dividir la sección obtenida por 2,3 y 4 respectivamente. Si el valor que resulta de esta división no coincide con un valor normalizado de sección, deberá tomarse el normalizado inmediatamente superior.

Distancia máxima en metros para una caída de tensión de 5% en sistemas de 12 Volts

Seccion (mm <sup>2</sup> )	35	25	16	10	6	4	2.5	1.5
Corriente (A)								
1	540	389	246	156	93	62	39	22
2	270	194	123	78	46	31	19	11
3	180	130	82	52	31	20	13	7
4	135	97	62	39	23	15	10	5
5	108	78	49	31	18	12	8	4
6	90	65	41	26	15	10	6	3
7	77	55	35	22	13	9	5	2.8
8	67	49	31	19	12	8	4.5	2.5
9	60	43	27	17	10	7	4	2
10	54	39	25	16	9	6	3.5	1.8
12	45	32	20	13	8	5	3	1.5
15	36	26	16	10	6	4	2	1
18	30	22	14	9	5	3	1.8	0.8
21	26	18	12	7	4	3	1.6	0.7
24	22	16	10	6.5	3.5	2.5	1.5	0.5
27	20	14	9	5.5	3	2	1	-
30	18	13	8	5	2.5	1.5	0.8	-

[Inicio](#) > [Energia Solar](#) > [Sistemas Fotovoltaicos](#) > [Curso Breve](#) > 7 Conexiones y Cableado

[Ayuda](#) - [Términos y Condiciones](#) - [Política de Privacidad](#) - [Contacto](#)

Solartronic, S.A. de C.V. Copyright1997- 2006 ©

All Rights Reserved / Todos los Derechos Reservados

This Web Site Created By / Sitio Web Creado por:

[Victeck Internet, S.A. de C.V.](#)