



# GUÍA PARA TÉCNICAS Y TÉCNICOS COMUNITARIAS/OS EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



Con el apoyo de:





# **GUÍA PARA TÉCNICAS Y TÉCNICOS COMUNITARIOS EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**





## **Plan de capacitación para sistemas de energía renovable en comunidades rurales aisladas**

Noviembre 2014

El proyecto "Consolidación y promoción de la aplicación de sistemas descentralizados de generación eléctrica renovable en el norte amazónico Ecuatoriano", es apoyado por el Programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina (AEA) del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con el aporte financiero del Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia (MAEF).

Las ideas, planteamientos y formas de expresión de este documento son propios de/del/los autores/consultores y no representan necesariamente la opinión del IICA, AEA o el MAEF.

Los materiales impresos y las capacitaciones dictadas se realizan gracias al financiamiento del IICA, AEA y MAEF.

Este producto fue elaborado en el marco del proyecto "Soluciones sostenibles de energías renovables fuera de red para comunidades aisladas de Ecuador", financiado por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) cuyo objetivo general es mejorar la calidad de vida de las poblaciones de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE).

Este material fue elaborado gracias al financiamiento del BID-FOMIN.

Coordinación General: FEDETA.

Autor: Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres

Contenidos y diagramación: Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres



**Ingeniería  
Sin Fronteras**

Dir: Calle Ernesto Rodríguez y Napo 1er piso  
Fco. de Orellana (Ecuador)  
Telf: (+593) 62883338 ecuador@esf-cat.org www.esf-cat.org



# INDICE

<b>1. La energía</b>	<b>9</b>
1.1 Tipos de energía.....	12
1.1.1 Energía renovable.....	12
1.1.2 Energías no renovables.....	12
1.1.3 Comparativa energía renovables y no renovables.....	13
1.2 Potencial de la energía eléctrica renovable para la mejora de la calidad de vida.....	14
1.3 Usos productivos de la energía eléctrica renovable .....	16
<b>2. Conceptos eléctricos</b>	<b>17</b>
2.1 Definición de electricidad .....	18
2.1.1 ¿Como se produce la electricidad? .....	19
2.2 Resistencia y conductividad. ....	20
2.2.1 Resistencia.....	20
2.2.2 Conductividad.....	20
2.3 Intensidad (o corriente) y voltaje (o tensión) .....	21
2.3.1 Intensidad o corriente.....	22
2.3.2 Voltaje o tensión .....	22
2.4 Potencia y energía .....	22
2.4.1 Potencia.....	22
2.4.1.1 Ejemplos.....	24
2.4.2 Energía .....	25
2.4.2.1 Ejemplos.....	25
2.5 Corriente Continúa (DC), Corriente Alterna (AC) y Polaridad .....	26
2.5.1 Corriente Continua (DC).....	26
2.5.2 Corriente Alterna (AC).....	27
2.5.2.1 Ventajas de la corriente alterna.....	27
2.5.3 Polaridad .....	28
2.6 El circuito eléctrico.....	29
2.6.1 Elementos de un circuito .....	29
2.7 El cortocircuito .....	32
<b>3. El multímetro</b>	<b>33</b>
3.1 Funcionamiento del multímetro .....	35
3.2 Medir el voltaje	



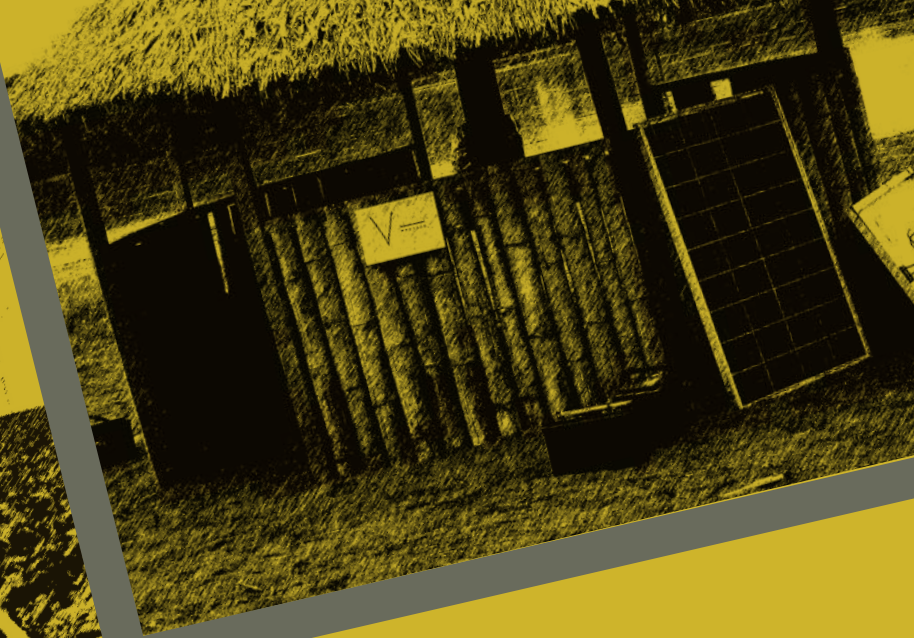
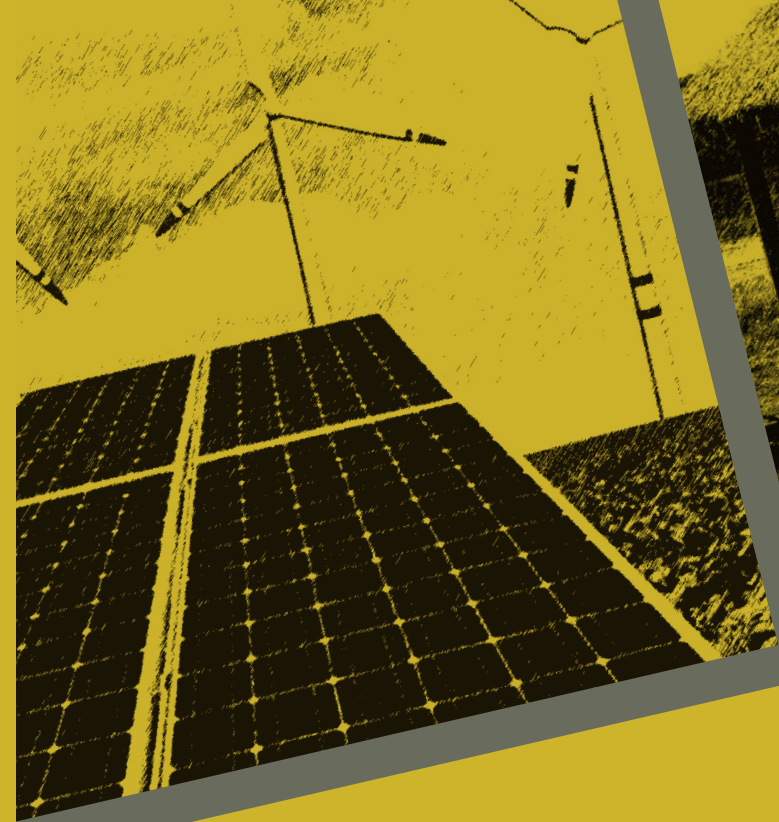
3.2.1 Medir el voltaje en continua (ejemplo batería)	
3.2.2 Medir el voltaje en alterna .....	37
3.3 Medir la continuidad .....	38
3.4 Medir la intensidad .....	39
<b>4. Instalaciones</b>	<b>41</b>
4.1 Circuito en serie.....	42
4.2 Circuito en paralelo .....	43
4.3 Criterios básicos para instalaciones eléctricas finales .....	44
<b>5. La energía solar fotovoltaica</b>	<b>47</b>
5.1 El sol fuente de energía.....	48
5.2 Componentes y función de la instalación solar fotovoltaica.....	49
5.2.1 Los paneles solares.....	51
5.2.1.1 Condiciones favorables para la generación de electricidad .....	52
5.2.1.2 Efectos de la temperatura sobre los paneles .....	54
5.2.1.3 Mantenimiento.....	55
5.2.1.4 Cuidados .....	56
5.2.1.5 Detección de Fallas.....	57
5.2.1.6 Durabilidad .....	58
5.2.2 El regulador .....	59
5.2.2.1 Montaje.....	60
5.2.2.2 Mantenimiento.....	61
5.2.2.3 Cuidados .....	61
5.2.2.4 Detección de Fallas.....	62
5.2.2.5 Durabilidad .....	64
5.2.3 Las baterías .....	64
5.2.3.1 Tipos .....	65
5.2.3.2 Montaje.....	66
5.2.3.3 Mantenimiento .....	66
5.2.3.4 Cuidados .....	67
5.2.3.5 Detección de Fallas.....	68
5.2.3.6 Durabilidad .....	68
5.2.4 El Inversor .....	69
5.2.4.1 Montaje.....	70
5.2.4.2. Mantenimiento.....	71
5.2.4.3. Cuidados .....	71



5.2.4.4. Detección de Fallas .....	75
5.2.4.5. Durabilidad .....	75
5.2.5 El sistema de cableado .....	75
5.2.5.1 Montaje.....	76
5.2.5.2 Mantenimiento .....	76
5.2.5.3 Cuidados .....	77
5.2.5.4 Detección de Fallas.....	78
5.2.5.5 Durabilidad .....	79
5.2.6 La carga.....	79
5.2.6.1 Montaje.....	80
5.2.6.2 Mantenimiento .....	81
5.2.7 Protecciones.....	82
5.2.7.1 Breakers o Disyuntor .....	82
5.2.7.2 Fusibles. ....	82
5.2.7.3 Mantenimiento .....	83
<b>6. Sistemas individuales</b> .....	<b>86</b>
6.1 Características, funcionamiento y esquemas de montaje .....	87
6.2 Recomendaciones para la operación y mantenimiento .....	89
6.3 Criterios de seguridad .....	91
<b>7. Sistemas de microrred</b> .....	<b>96</b>
7.1 Características, funcionamiento y esquemas de montaje.....	97
7.2. Equipo especiales microrred .....	97
7.2.1 Paneles.....	98
7.2.2 Las baterías.....	99
7.2.2.1 Mantenimiento de baterías tubulares estacionarias .....	99
7.2.2.2 Detección de fallas .....	101
7.2.2.3 Durabilidad .....	101
7.2.3 El regulador. ....	101
7.2.4 El inversor.....	102
7.2.5 Sistemas de control de la microrred .....	104
7.2.6 Protecciones (breakers) .....	105
7.2.7 Instalaciones internas.....	105







# 1 LA ENERGÍA





# 1 | La energía

Cada día durante toda nuestra vida se realizan un sin número de actividades que requieren energía, cuanto más energía se tenga más rápido se puede realizar una actividad.



**La energía es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.**



La energía se puede encontrar en diferentes formas: la energía eléctrica es transformada en luz, la energía del calor para poder cocinar nuestros alimentos, la energía de la combustión de un motor transformada en movimiento en una canoa, la energía de nuestros cuerpos transformada en nuestra vida diaria, entre otros.

## 1.1 Tipos de energía

En la naturaleza podemos encontrar diversas fuentes de energía, existen algunas que se presentan como agotables o no renovables; petróleo, gas natural, atómico, carbón; y otras fuentes que se presentan como inagotables o renovables: ríos, olas, el sol, el viento, las mareas, la biomas, entre otras.



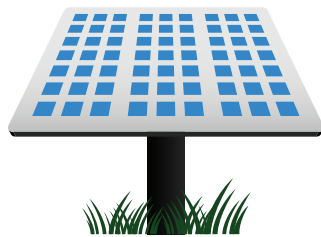
Cualquiera de estas fuentes es capaz de producir algún tipo o formas de energía que se conoce.



En función a esto vamos a dividir a las energías en dos tipos de energía, energías renovables y no renovables.

### 1.1.1 Energía renovable

Las energías renovables son aquellas que se producen o llegan en forma continua a la tierra y que a través del tiempo parecen ser inagotables ya que son capaces de regenerarse por medios naturales, entre las energías renovables, más utilizadas podemos mencionar la solar fotovoltaica, la eólica, la geotérmica, y la hidráulica.



Al provenir de la naturaleza, las energías renovables son más amigables con el medio ambiente, lo que les permite tener una gran ventaja sobre las energías no renovables, pues en la producción de esta energía no se ocasiona contaminación al medio ambiente.

### 1.1.2 Energías no renovables

Las energías no renovables son aquellas que se producen de forma limitada en nuestro planeta y son agotables a medida que se las consume. Entre las fuentes más comunes podemos encontrar; carbón, petróleo, gas natural, energía nuclear.



Las energías no renovables generan emisiones y residuos que dañan el medioambiente. Así mismo sólo se encuentran y explotan en zonas determinadas del planeta.



### 1.1.3 Comparativa energía renovables y no renovables

Las energías renovables y no renovables tienen diferencias marcadas, que nos permiten diferenciar las ventajas y desventajas que tienen entre sí.

	Ventajas	Desventajas
 <p><b>ENERGÍAS RENOVABLES</b></p>	Mínima contaminación del ambiente.	Se requiere de una buena inversión inicial para su aprovechamiento.
	Posiblemente Inagotables.	No son constantes, dependen de las condiciones del clima.
	Son energías seguras en caso de riesgo.	Requieren mantenimiento.
	Contribuye a la disminución de los efectos del cambio climático.	La disponibilidad, debido a que recientemente se las está empleando.
	Potencial en todo el planeta no depende del lugar.  Es accesible en las zonas urbanas.	Su extracción y consumo contamina el ambiente.
 <p><b>ENERGÍAS NO RENOVABLES</b></p>	Son fáciles de extraer.	Agotables.
	Disponibilidad debido a que se las empleado hace mucho tiempo.	Produce la emisión de gases que contaminan la atmósfera.
		Produce residuos que son tóxicos.



## 1.2 Potencial de la energía eléctrica renovable para la mejora de la calidad de vida

La energía eléctrica renovable no solamente nos ayuda a no contaminar al medio ambiente, también nos permite tener muchos beneficios en algunas actividades diarias, ha permitido mejorar o en ciertos casos acceder al uso de elementos que requieren uso de energía, los cuales, en cierto modo, permiten mejorar nuestra calidad de vida, ya que se lo puede utilizar en aspectos importantes de nuestra vida como:

### En el hogar

- En el hogar cada uno de los miembros de la familia puede usar la energía renovable en cada de una de sus actividades, los niños y niñas pueden hacer los deberes de la escuela, los hombres y mujeres pueden escuchar la radio para recibir anuncios o realizar festejos, compartiendo tareas en la casa, y los ancianos y ancianas pueden ser de gran apoyo de las tareas de la comunidad.
- Ya no sería necesario comprar combustible para generar electricidad para el uso del hogar.



### En salud

- A los centros médicos se los puede dotar de equipos médicos más sofisticados, los cuales, permitirán prevenir y curar enfermedades.
- Los centros médicos también podrán contar con sistemas de refrigeración para medicamentos.
- En las comunidades se podrá atender emergencias médicas por las noches.



### Educación

- Se podrá usar computadoras para facilitar y complementar las clases de informática.
- Las escuelas podrán tener una mayor iluminación en condiciones de poca claridad.
- Los profesores pueden usar computadoras e impresoras para imprimir sus informes, también podrán preparar las clases de una manera más didáctica con el uso del computador.



### Comunicación

- Permite utilizar elementos de comunicación como radios de frecuencia, teléfonos, para comunicarse entre comunidades.



### Seguridad

- En las comunidades se podrá tener luz por la noche en lugares de reuniones comunitarias, así como también en caminos, en donde se podrá reunirse y caminar con mayor tranquilidad, evitando caídas o picadas de culebras.



### Ambiental

- Las energías renovables, al llegar de forma continua a la tierra y al provenir de la naturaleza, son totalmente limpias, lo que les permite no contaminar con gases tóxicos ni ruidos que dañan al medio ambiente.

## 1.3 Usos productivos de la energía eléctrica renovable

La electricidad permite alumbrar los hogares, escuelas y calles, pero también ofrece la oportunidad de desarrollar actividades productivas que mejoran los ingresos familiares, mediante el uso de equipos y máquinas. entre las más comunes tenemos:



- Refrigerar los alimentos y tener un local de venta de abarrotes y comidas.



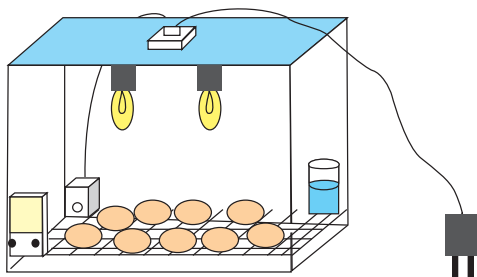
- Los turistas pueden cargar sus cámaras y tener luz en sus habitaciones.

- Trabajar con la madera con máquinas, para la construcción de casas o de canoas.



- Realizar artesanías en menor tiempo, gracias al uso de maquinaria.

- Secar las plantas con calentadores para venderlas.



- Usar Incubadoras para los pollos.

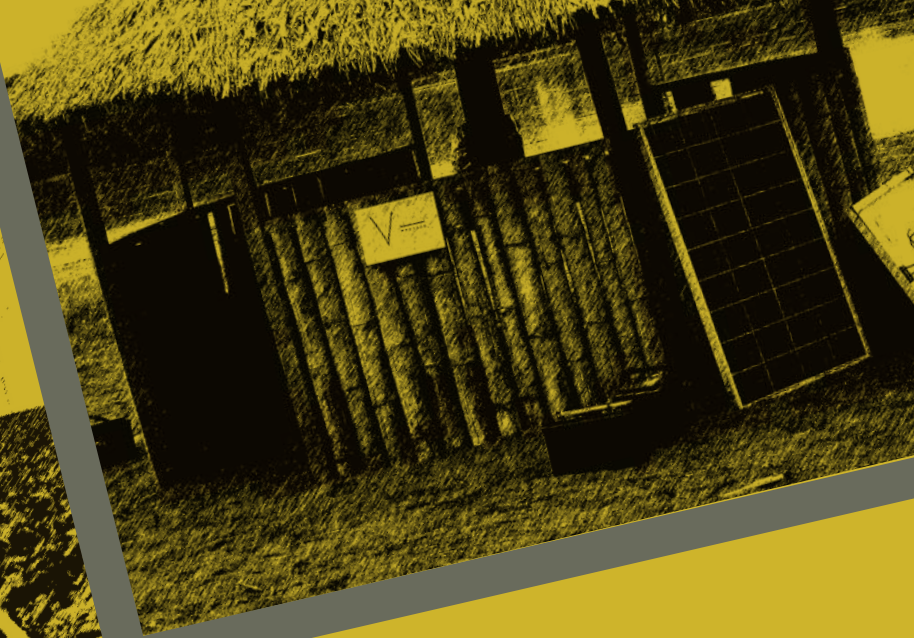
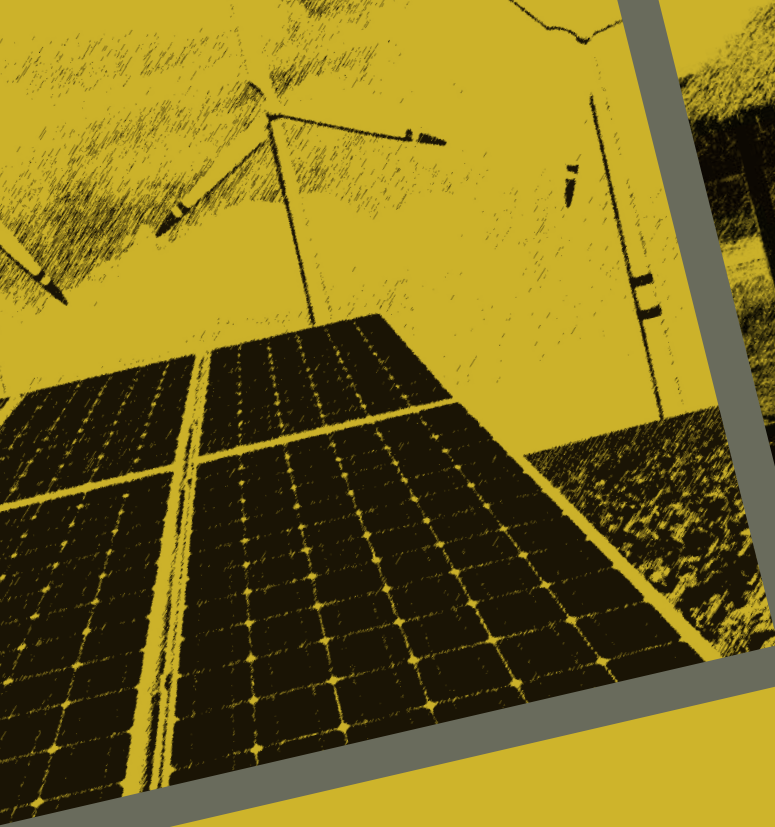
- Moler el cacao y/o el café en menor tiempo.



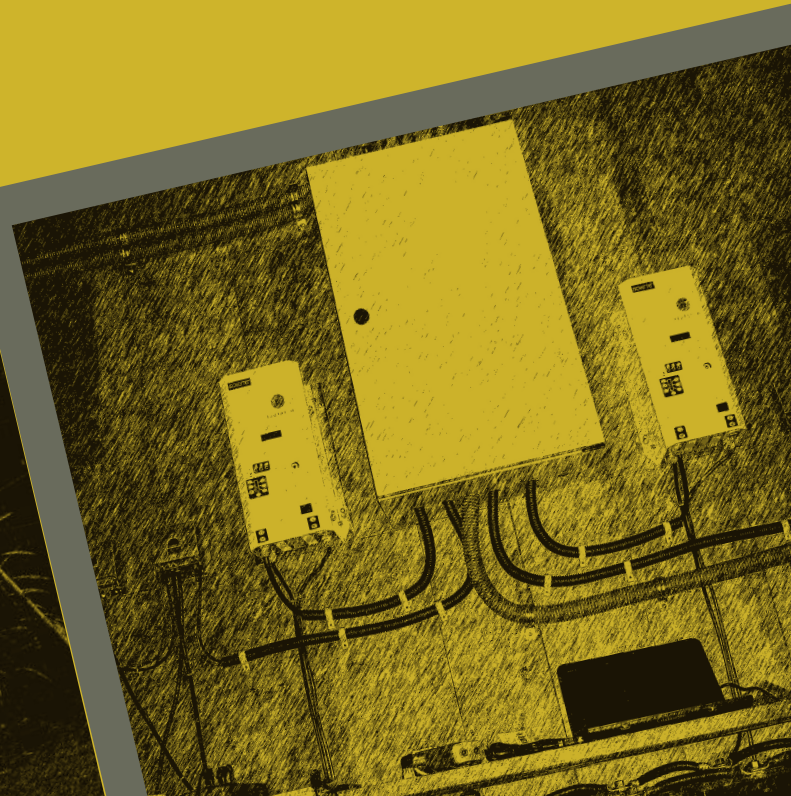
## ANOTACIONES

A large, empty rectangular area with a light gray background and a thin blue border, intended for taking notes.





# 2 CONCEPTOS ELÉCTRICOS





## 2 | Conceptos eléctricos

Para entender mejor el concepto de electricidad, en algunas partes de este documento se comparará la energía eléctrica con el agua, existen muchas diferencias entre ambos, pero servirá para entender los conceptos y características a ser estudiadas.

### 2.1 Definición de electricidad

La electricidad es una forma de energía que produce efectos luminosos, mecánicos, caloríficos, químicos, entre otros, se basa en el movimiento de los electrones, el movimiento de muchos electrones permite conformar la electricidad, si no permitimos el movimiento de éstos, no se tiene electricidad.



**Los electrones se comparan con los millones de gotas de agua, las cuales, a su vez, conforman los ríos, lagunas, entre otros.**

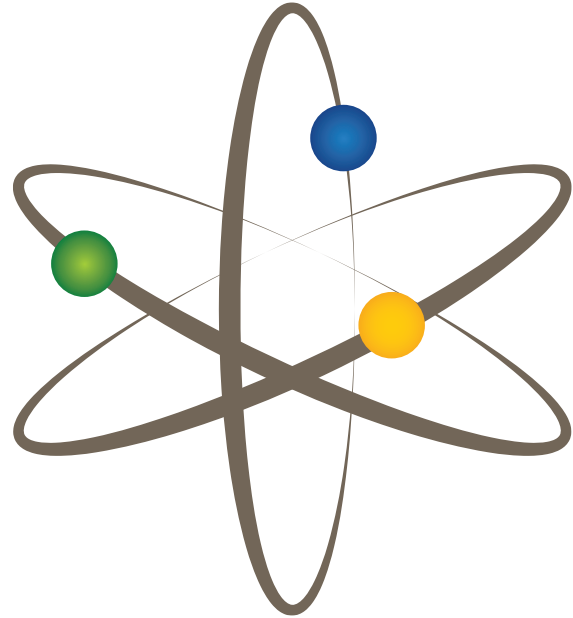
**La electricidad** es fundamental en la vida de las personas ya que gracias a la misma se lleva a cabo una variedad de tareas, teniendo la posibilidad de disfrutar de aplicaciones que facilitan y hacen que la calidad de vida sea mejor, gracias a la electricidad se puede tener iluminación y se puede hacer uso de una serie de dispositivos y herramientas que ayudan en el diario vivir.



## 2.1.1 ¿Cómo se produce la electricidad?

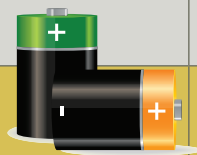
Para poder entender como se produce la electricidad, debemos conocer qué son los átomos.

Un átomo es una pequeña partícula que forma toda la materia de nuestro alrededor. Su núcleo está compuesto por protones, neutrones, y electrones. Tanto los protones como los electrones tienen una propiedad llamada carga eléctrica, positiva para el caso de los protones y negativa para los electrones. Las cargas iguales se repelen entre sí mientras que las diferentes se atraen, por eso, en los átomos, se crean fuerzas de atracción y repulsión lo cual finalmente produce la electricidad.



La electricidad se puede producir de diversas maneras, las cuales lo vamos agrupar en cinco categorías:

FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD	
<b>FRICCIÓN:</b>	Electricidad obtenida frotando dos materiales.
<b>CALOR:</b>	Electricidad producida por calentamiento en materiales.
<b>LUZ:</b>	Electricidad producida por la luz que incide en elementos fotosensibles.
<b>MAGNETISMO:</b>	Electricidad producida por el movimiento de un imán y un conductor.
<b>QUÍMICA:</b>	Electricidad producida por reacción química de ciertos materiales.





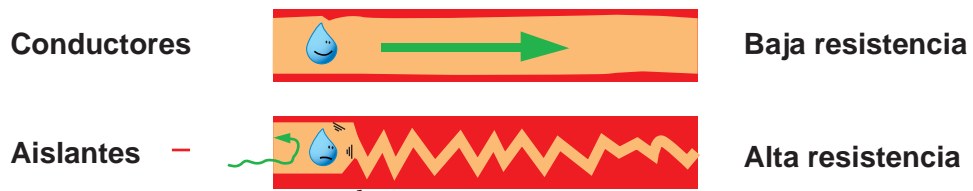
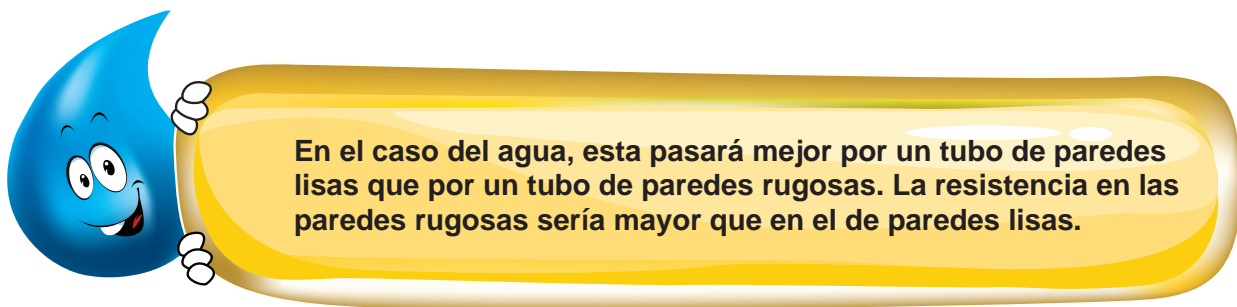
En el caso de energía solar fotovoltaica, nos interesa la electricidad producida mediante luz que nos llega a través de la radiación solar, que posteriormente es transformada por los paneles solares (elementos fotosensibles), tal como veremos en capítulos posteriores.

## 2.2 Resistencia y conductividad

Hemos dicho que la energía eléctrica es fruto del movimiento de los electrones los cuales se pueden mover de manera fácil o de manera difícil según el material por el cual se desplacen.

### 2.2.1 Resistencia

La **resistencia** nos mide la dificultad que ofrece un elemento para permitir el paso de los electrones a través de él.



La Resistencia se simboliza con la letra **R**, se mide en **ohmios ( $\Omega$ )** y, en un cable depende de:

**El material:** hay materiales que permiten el paso de la electricidad con facilidad como el caso de los metales (cobre, aluminio, acero) y hay materiales que oponen mayor resistencia (dificultad) al paso de la electricidad (plásticos, cerámicas o maderas).

**La longitud:** si tenemos muchos metros de cable le costará más a la energía poder llegar al otro extremo que si tenemos solo unos centímetros de cable, además podemos perder una parte de esta energía por el camino.



Cuando el río es muy largo, parte del agua se va perdiendo en regar los cultivos, o por evaporación.

**La sección:** si el cable es grueso la electricidad puede pasar mejor que si el cable es fino.



Al igual que con el agua, si el tubo es ancho puede pasar más fácilmente el agua que si el tubo es muy fino.

### 2.2.2 Conductividad

La conductividad es lo contrario de la resistencia. Nos indica lo fácil que un elemento permite el paso de electrones a través de él. Los metales tienen buena conductividad, y eso se debe a que tienen baja resistencia (se dice que son buenos conductores). Mientras que las cerámicas o los plásticos tienen mala conductividad y, por eso, se dice que son aislantes.

## 2.3 Intensidad (o corriente) y voltaje (o tensión)

En la electricidad se pueden definir unas características que nos permitan diferenciar diferentes tipos de electricidad. Esas características son la **intensidad y la tensión** (corriente y voltaje).



En el caso del agua en un estero, en una fuente o en una cascada, las características que permite diferenciarlos es el caudal y en el desnivel.



### 2.3.1 Intensidad o corriente

La intensidad o corriente es la cantidad de electricidad que circula por un conductor, cuanto más grande sea esta cantidad más energía tendremos. Su unidad de medida es el **amperio (A)** y se representa con la letra **(I)**.



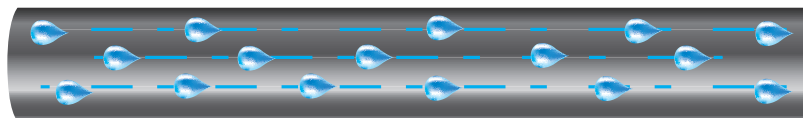
Es el equivalente al caudal del agua



Es el equivalente al desnivel del agua

### 2.3.2 Voltaje o tensión

La tensión o voltaje es la fuerza necesaria para mover los electrones a través de conductor, cuanto más grande sea ese desnivel más energía tendremos. Su unidad de medida es el **Voltio (V)** y se representa con la letra **(V)**.



## 2.4 Potencia y energía

### 2.4.1 Potencia

La potencia es la cantidad de trabajo que se hace en un tiempo. Se representa con la letra **P** y se mide en vatios (**W**), la potencia nos puede indicar dos cosas:

- **El consumo** de un aparato eléctrico, es decir a mayor potencia se necesite más se consumirá. Por ejemplo un foco ahorrador consume poco (11W, 15W o 26W), una televisión en cambio consume más (80W).
- **Lo que puede suministrar** un generador o un inversor, es decir, cuanta potencia puede entregar, por ejemplo un generador (panel fotovoltaico entre 100W-150W) o un inversor (entre 300W -1500W).



En el caso del agua, podemos tener mucha fuerza si cae el agua de mucho desnivel (una cascada muy alta) o puede tener mucha fuerza si el río tiene mucho caudal. El caso más favorable lo tendremos cuando tenga mucho caudal y mucho desnivel.

En el caso de la electricidad pasa lo mismo, la potencia será mayor cuando mayor sea la tensión y cuanto mayor sea la intensidad. De hecho podemos calcular la potencia multiplicando la tensión por la intensidad.

$$\begin{array}{c}
 \text{POTENCIA} = \text{VOLTAJE} \times \text{INTENSIDAD} \\
 P = V \times I \\
 V = \frac{P}{I} \quad I = \frac{P}{V}
 \end{array}$$

Estas tres ecuaciones son realmente la misma ordenada de otra manera. Son posiblemente la ecuación más importante de la electricidad y la usaremos en diferentes tipos de ejercicios más adelante.

Se puede tener la misma potencia cuando se tiene poca intensidad y mucha tensión, o cuando se tiene mucha intensidad y poca tensión:

$$P \text{ (caso1)} = 110V \times 12A = 1320W$$

$$P \text{ (caso2)} = 12V \times 110A = 1320W$$

Muchas veces la potencia eléctrica se da en **kW**. En ese caso hay que tener en cuenta que **1kW=1000W**.

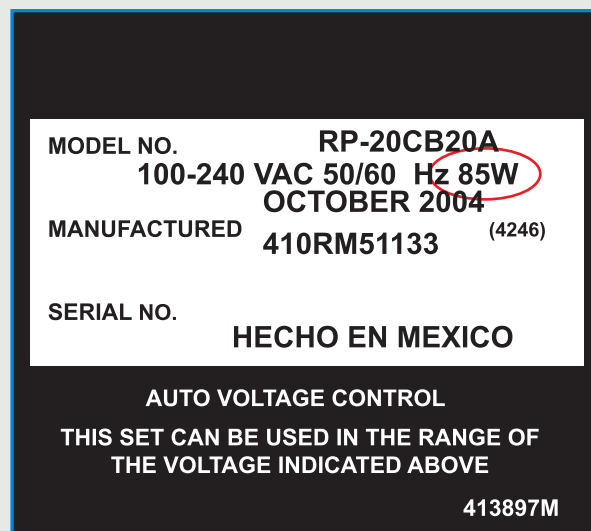
En los aparatos eléctricos se pueden encontrar una placa con las características de eléctricas de cada uno, las cuales pueden variar dependiendo la marca, o el tipo de aparato, es necesario poder identificar o calcular estas características para poder saber la potencia que consumirá dicho aparato, lo cual nos ayudara a saber si es posible conectar el aparato a nuestro sistema de generación eléctrica renovable.



### 2.4.1.1 EJEMPLOS

1. En algunos casos es posible que la potencia en un aparato se encuentre directamente, en la placa de características eléctricas.

En este caso esta televisión cuenta con una placa de este tipo, en donde podemos observar que la potencia (W) ya viene expresada, y tiene un valor de **85W**.



2. También es posible que en algunos casos en la placa no se encuentre directamente la potencia del aparato, sino simplemente la intensidad (I) y el voltaje (V), en este caso será necesario calcular la potencia que consume el aparato de la siguiente manera:

Datos:

**Voltaje o Tensión V: 110 V**

**Intensidad o Corriente I: 0,8 A**

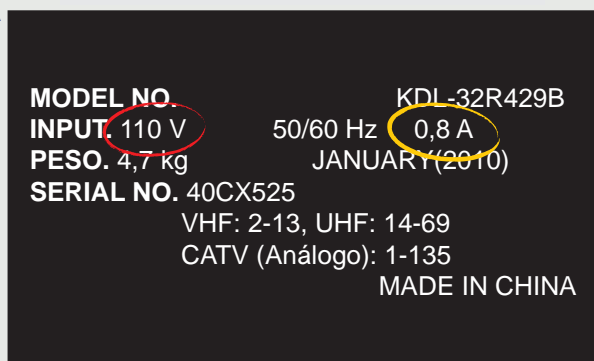
**Potencia P=?**

$$P=V \times I$$

$$P=110V \times 0,8 A$$

**Respuesta**

$$P=88 W$$





## 2.4.2 Energía

La energía se representa con la letra **E** y en el caso de la electricidad se mide en vatios hora (Wh) o en kilovatios hora (kWh). Es la cantidad de electricidad que consumimos o que necesitamos a lo largo de un tiempo medido en horas, se la puede calcular de la siguiente manera:

A mayor potencia o a mayor tiempo de uso del aparato electrónico, la cantidad de energía que se consume será mayor.

ENERGÍA

=

POTENCIA×TIEMPO

$$E = P \times t$$

### 2.4.2.1 EJEMPLOS

1. En este ejemplo se determinara la energía necesaria para que funcione la siguiente televisión por 4 horas.

#### Datos

Voltaje o Tensión V: 110 V

Intensidad o Corriente I: 0,8 A

Tiempo t: 4h

Potencia P = ?

Energía E = ?

Calculamos la potencia del equipo

$$P=V \times I$$

$$P=110V \times 0,8 A$$

$$P=88 W$$

Con la potencia calculamos la energía necesaria.

$$E=P \times t$$

$$E=88W \times 4h$$

**Respuesta**

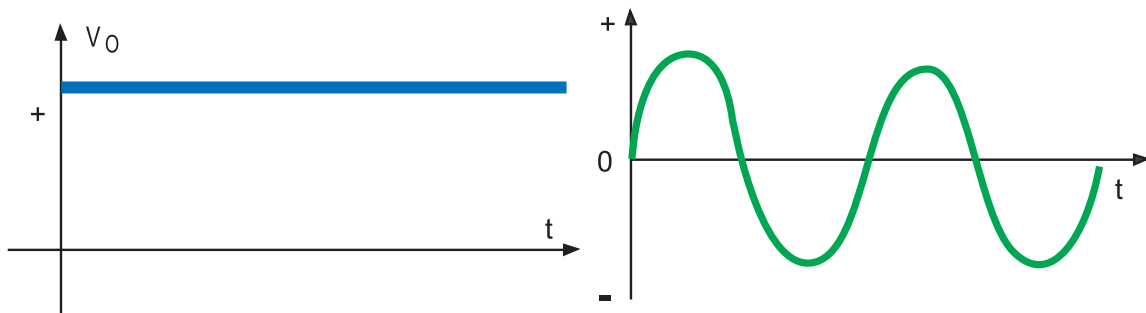
$$E=352 Wh$$

MODEL NO. KDL-32R429B  
 INPUT: 110 V 50/60 Hz 0,8 A  
 PESO: 4,7 kg JANUARY (2010)  
 SERIAL NO. 40CX525  
 VHF: 2-13, UHF: 14-69  
 CATV (Análogo): 1-135  
 MADE IN CHINA



## 2.5 Corriente continúa (DC), corriente alterna (AC) y polaridad

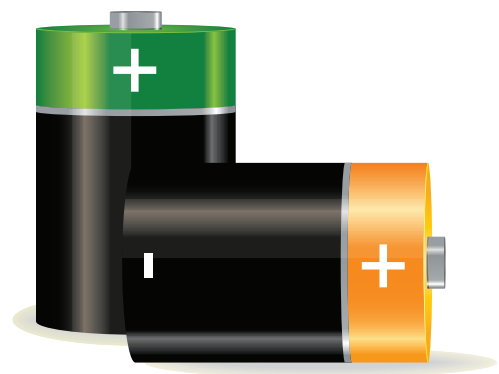
Existen diferentes tipos de electricidad, que tienen distinta tensión y distinta intensidad, sin embargo también pueden ser distintas en función de su señal que puede ser continua o alterna (cambiante) a lo largo del tiempo



### 2.5.1 Corriente continua (DC)

Se caracteriza por tener su valor de corriente constante a lo largo del tiempo, no varía de dirección de circulación, siempre va en el mismo sentido es por esto que siempre en las pilas el polo positivo (+) y el negativo (-), son siempre los mismos.

Normalmente la corriente continua se la emplea para muy bajas tensiones (o voltajes) de (12V, 24V o 48V), Algunos ejemplos de elementos que funcionan con este tipo de corriente son los paneles fotovoltaicos, las pilas o el regulador





## 2.5.2 Corriente alterna (AC)

Se caracteriza por que la energía se mueve alternativamente en las 2 direcciones, es decir cambiando de sentido muchas veces por segundo (60 veces por segundo en Ecuador), no es importante tener en cuenta la polaridad. Este tipo de corriente es la utilizada en viviendas e industrias.

Normalmente la corriente continua se la emplea para tensiones (voltajes), medianas, altas o muy altas (de 110V, 220V, 220000V, etc.) Es producida por las centrales eléctricas, alternadores o la podemos tener después de los inversores.

Algunos ejemplos de esta corriente son la propia red eléctrica y la mayoría de los aparatos que se enchufan en los toma corrientes (grabadoras, focos de ahorro, televisores, refrigeradoras, entre otros).



### 2.5.2.1 Ventajas de la corriente alterna

Entre algunas de las ventajas de la corriente alterna, comparada con la corriente continua tenemos las siguientes:

- Es posible convertirla en corriente continua con facilidad.
- Los motores y generadores de corriente alterna son más sencillos y fáciles de mantener que los de corriente continua.
- Permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión por medio de transformadores que son máquinas eficientes y sencillas.
- Se puede transportar a grandes distancias con poca pérdida de energía.

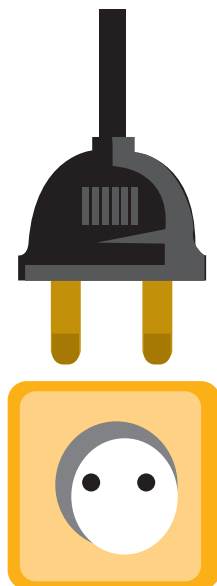


### 2.5.3 Polaridad

Cuando hablamos de polaridad nos referimos al signo de la corriente (positivo + o negativo -) que circula por cada uno de nuestros conductores, ya sean los cables de la instalación, los bornes de la batería, las conexiones del regulador, los paneles solares, etc.

Los elementos de nuestra instalación que funcionan en corriente continua o directa (DC) son los únicos que tendrán polaridad. La corriente alterna como hemos visto cambia su signo continuamente.

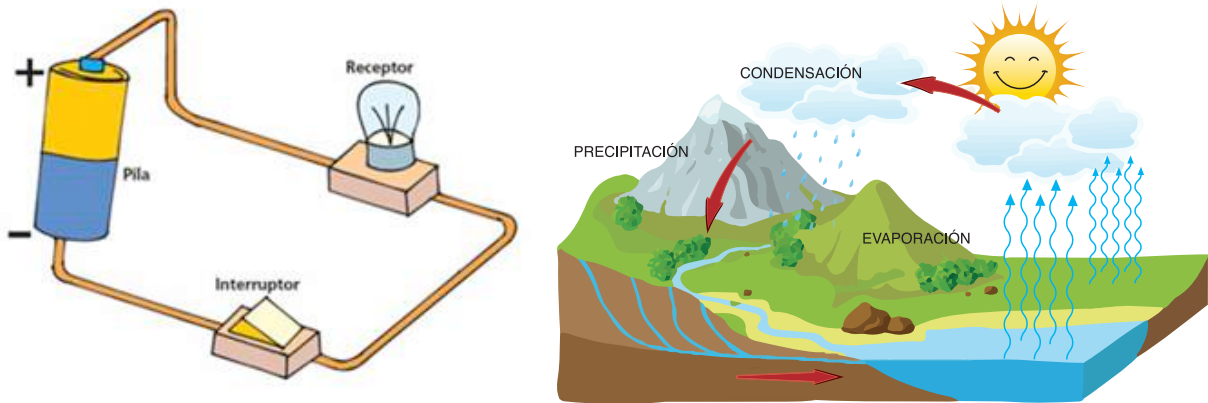
Todos los elementos que trabajen con corriente continua o directa tendrán tensiones (o voltajes) positivos (+) y negativos (-) que circulan por ellos y que nunca se pueden intercambiar. Por este motivo, es muy importante averiguar la polaridad de nuestros elementos que funcionan en corriente continua y disponer las conexiones entre signos iguales (+ + o - -) u opuestos (+ - o - +) según sea necesario en cada caso.



Si los elementos son de Corriente Alterna, no vienen marcados como positivos y negativos, dará igual como hagamos la conexión.

## 2.6 El circuito eléctrico

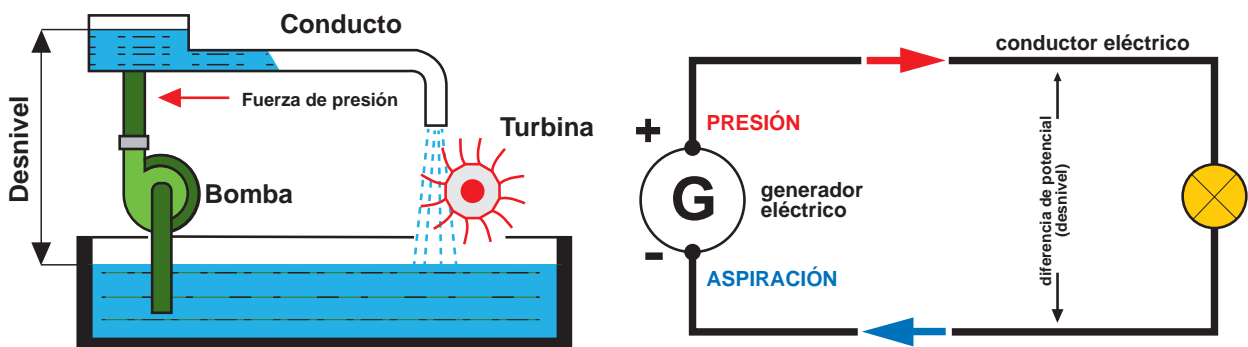
En electricidad y electrónica se denomina **circuito** a un conjunto de componentes pasivos y activos interconectados entre sí por conductores de baja resistencia.



Es como en el ciclo del agua, el agua de la lluvia va a parar a los ríos y a los océanos (o mares), se evapora con el calor del Sol y después vuelve a llover y cae otra vez sobre los mismos ríos y océanos.

Los circuitos pueden ser simples, como el de una bombilla de alumbrado, o complejos, como los que emplean los dispositivos electrónicos.

### 2.6.1 Elementos de un circuito





Las partes que componen un circuito en su forma más básica son los siguientes.

- **El generador** eléctrico genera un voltaje o tensión manteniéndolo en circulación en el circuito eléctrico, de la misma forma que una bomba eleva el agua a un nivel superior para mantenerla circulando en un conducto.
- **El consumidor** en este caso un foco, es el punto de consumo que es recorrido por la corriente o intensidad procedente del generador, en este caso produce luz, como la turbina accionada por el agua impulsada por la bomba produce movimiento.
- **La línea o cable**, está formada por un conjunto de conductores metálicos que conectan el generador al punto de consumo y a través del cual fluye la corriente o intensidad, así como fluye el agua por el conducto que une la bomba a la turbina.

### 2.6.1.1 EJEMPLOS

1. Calcular la potencia (P) de un circuito eléctrico, cuyo generador es de 12V corriente continua, y que circula la intensidad o corriente de 0,5 A.

**Datos:**

**Voltaje o Tensión V: 12V**

**Intensidad o Corriente I: 0,5 A**

**Potencia P= ?**

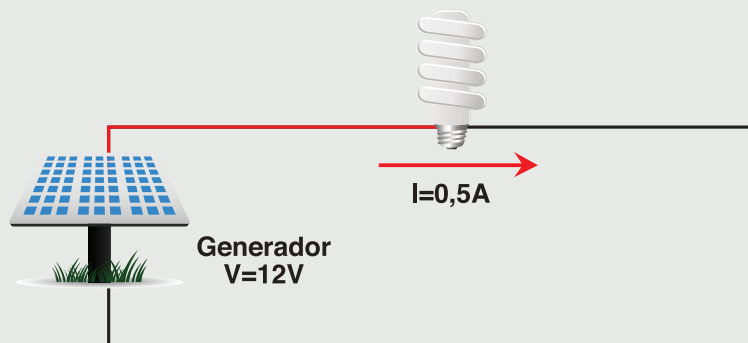
**Usamos la fórmula de la potencia**

$$P=V \times I$$

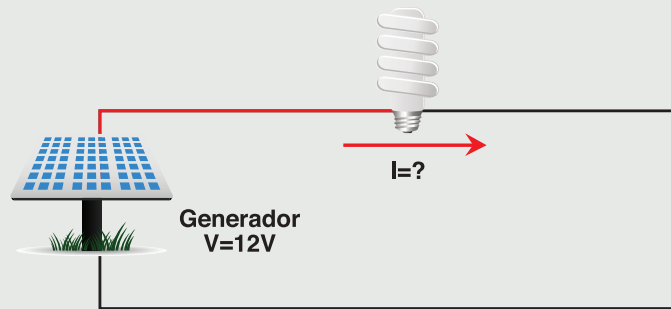
$$P=12V \times 0,5 A$$

**Respuesta**

$$P=6W$$



2. Calcular la corriente o intensidad (I), y la energía (E) que consume el siguiente circuito eléctrico, el generador es de 12V de corriente continua, mientras que la potencia del consumidor (foco ahorrador) es de 5W y este va estar 2 horas funcionando.



**Datos:**

**Voltaje o Tensión V= 12 V**

**Potencia P= 5W**

**Tiempo t=2h**

**Intensidad o Corriente I=?**

**Energía E=?**

**Calculamos la intensidad con la fórmula de la potencia**

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{5W}{12V}$$

**Respuesta**

**I=0,41A**

**Calculamos la energía que consume el foco ahorrador**

**E=P×t**

**E=5W×2h**

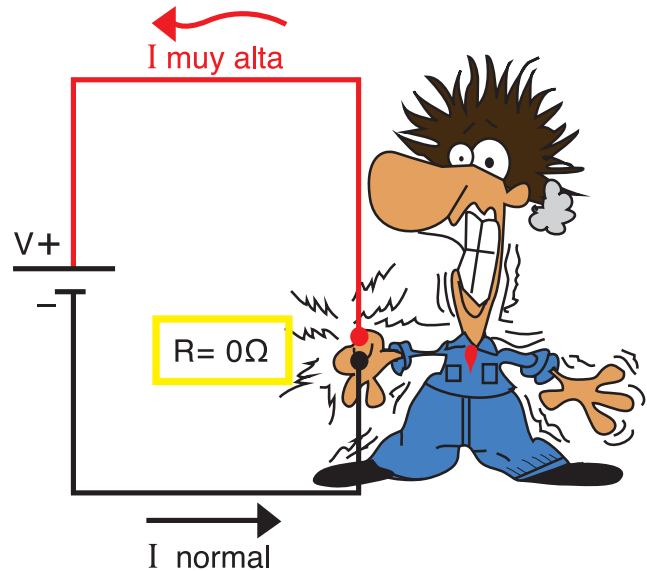
**Respuesta**

**E=10Wh**



## 2.7 El cortocircuito

El cortocircuito se da cuando la resistencia en un elemento es cero o no se opone al paso de la corriente, comúnmente se le conoce al cortocircuito como el responsable de que se dañen los aparatos eléctricos, cuando se produce un corto circuito en un aparato se debe a una mala conexión (o contacto entre partes del circuito que no deben tocarse), ya que al encontrar la corriente una ruta que le ofrezca menor resistencia, está comienza a incrementarse, hasta llegar a un nivel crítico (para el cual no fue diseñado el circuito) que daña al aparato.



### TÉRMINOS Y UNIDADES

CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO	UNIDAD	SÍMBOLO O UNIDAD
Potencia	P	Vatios	W o Kw
Energía	E	Vatios/ Hora	Wh
Resistencia	R	Ohmios	$\Omega$
Voltaje	V	Voltios	V
Intensidad	I	Amperios	A

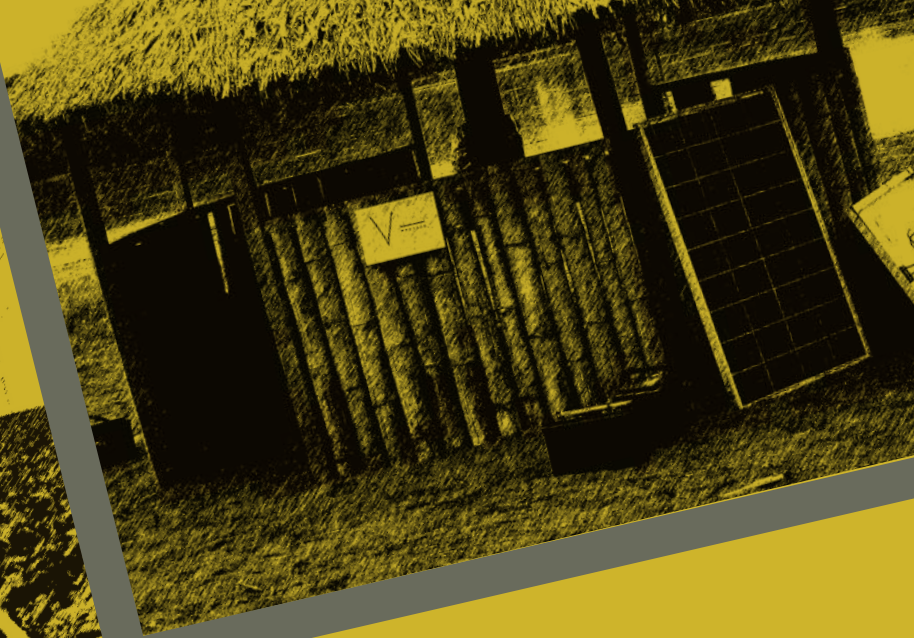
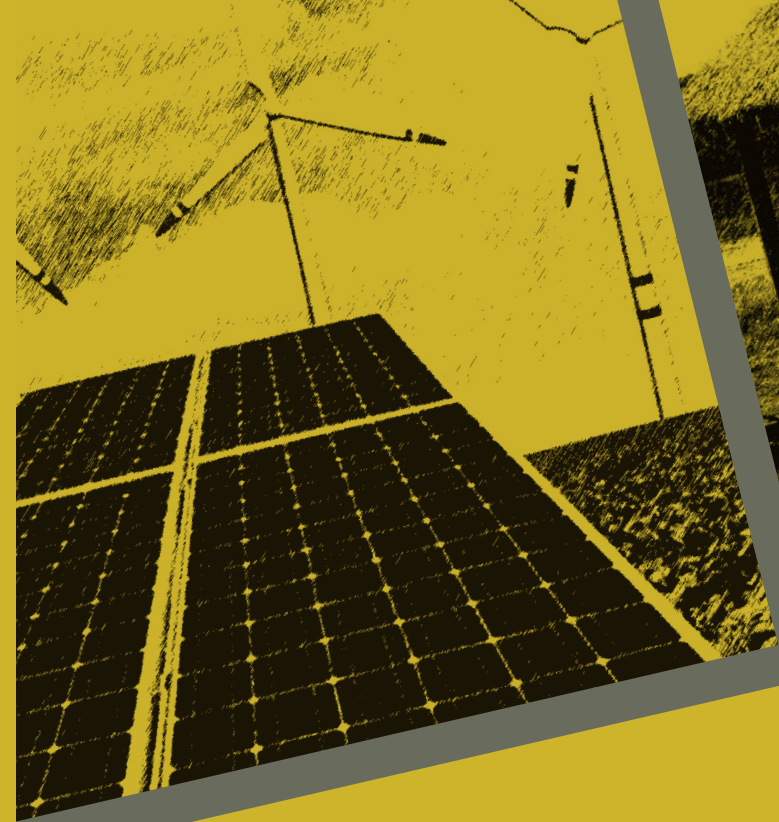
### FÓRMULAS

POTENCIA  $P = V \times I$

VOLTAJE  $V = \frac{P}{I}$

INTENSIDAD  $I = \frac{P}{V}$





# 3 EL MULTÍMETRO





# 3 | El multímetro

El multímetro es el aparato que nos sirve para medir diferentes características en los equipos eléctricos.

- Voltaje o tensión
- Intensidad
- Continuidad



Este aparato está formado por el cuerpo en donde generalmente existe una rueda con la cual se puede seleccionar el tipo de medición que se desea realizar, así también consta de una pantalla en donde se muestran los valores de las mediciones realizadas, el multímetro también consta de dos cables (uno rojo y otro negro) con una punta metálica en un extremo y una conexión en el otro extremo que le permite conectarse al cuerpo.



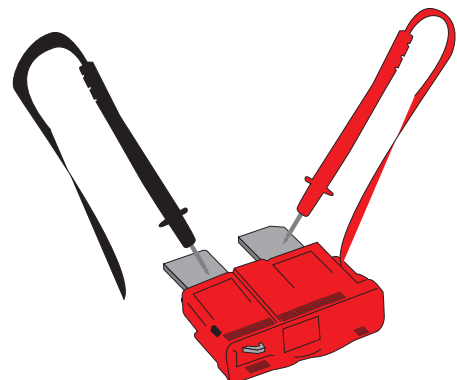
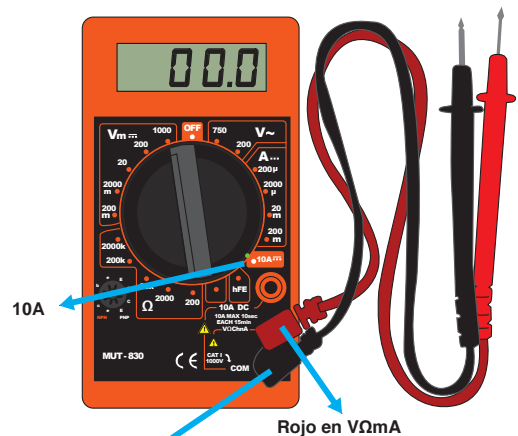
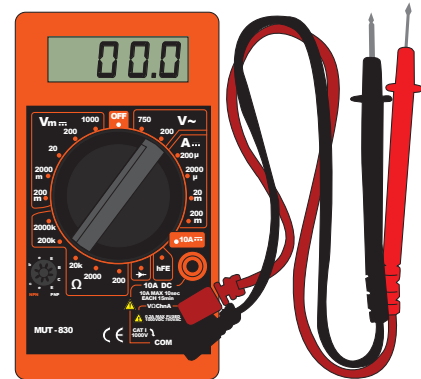
## 3.1 Funcionamiento del multímetro

Para usar el multímetro es muy importante saber que queremos medir, ya que de esto dependerá la manera de manipularlo. Dependiendo del tipo de corriente o voltaje que queramos medir encontraremos estos símbolos:



Antes de medir debemos tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- **Conexión de los cables al multímetro.** Es muy importante identificar la forma de cómo se va conectar los cables al cuerpo del multímetro, ya que existe una manera diferente para cada tipo de medición. Esto es muy importante ya que en el caso que no se lo conecte de manera correcta se puede realizar una medida falsa o incluso dañar al multímetro.
- **Posición de la rueda del multímetro.** La rueda del multímetro permite mover su posición, con lo cual permite seleccionar el tipo de medición que se desea medir, también permite seleccionar el rango de medición. De la misma manera es muy importante seleccionar de forma correcta lo que se desea medir ya que se pueden obtener valores falsos de medición.
- **Colocación de las puntas de metal de los cables.** Para realizar una buena medición es importante colocar las puntas metálicas en los extremos de cada elemento que se va a medir.





## 3.2 Medir el voltaje

### 3.2.1 Medir el voltaje en continua (ejemplo batería)

La tensión en continua la mediremos, por ejemplo, cuando necesitemos chequear el estado de las baterías de la instalación. Para medir primero debemos preparar el multímetro para poderlo usar y después podremos proceder a la medición. Para ello seguiremos los 5 pasos presentados anteriormente:

1	<b>¿Qué característica queremos medir?</b>	El voltaje.
2	<b>¿De qué parte de la instalación?</b>	De las baterías, por lo tanto será corriente continua DC de unos 12V aproximadamente.
3	<b>¿Cómo conectamos los cables al multímetro?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El cable negro SIEMPRE se conecta al COM.</li> <li>2. Como queremos medir un voltaje V (en voltios), conectamos el cable rojo donde dice VΩmA.</li> </ol>
4	<b>¿Cómo ponemos la rueda del multímetro?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Como queremos medir corriente continua, debemos girar hasta donde dice DCV (Voltaje en Corriente Continua).</li> <li>2. Como queremos medir aproximadamente 12V de una sola batería, tenemos que escoger el valor superior que en este caso es el 20.</li> </ol>
5	<b>¿Dónde ponemos la punta metálica de los cables?</b>	En los bornes de la batería, el rojo en el positivo y el negro en el negativo.

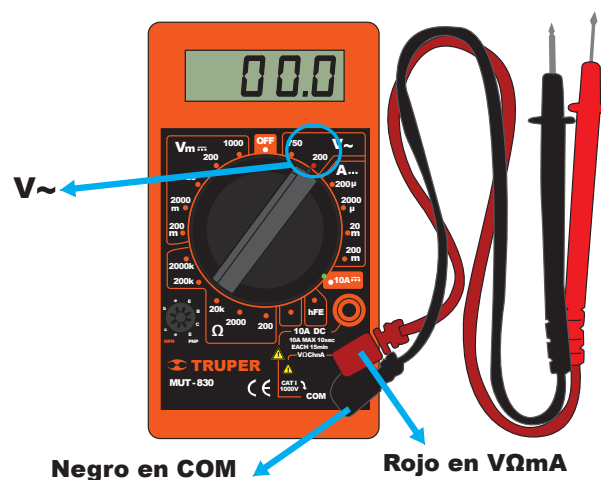




### 3.2.2 Medir el voltaje en alterna

La tensión en alterna la mediremos, por ejemplo, cuando necesitemos chequear el estado de una toma de corriente. Los pasos a seguir son los mismos, primero preparar el multímetro y después proceder a la medición. Para ello seguiremos los 5 pasos presentados anteriormente:

1	¿Qué característica queremos medir?	El voltaje.
2	¿De qué parte de la instalación?	De las tomas de corriente, por lo tanto será corriente alterna AC de unos 110V aproximadamente.
3	¿Cómo conectamos los cables al multímetro?	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El cable negro SIEMPRE se conecta al COM.</li><li>2. Como queremos medir un voltaje V (en voltios), conectamos el cable rojo donde pone VΩmA.</li></ol>
4	¿Cómo ponemos la rueda del multímetro?	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Como queremos medir corriente alterna, debemos hacerla girar hasta donde dice ACV (Voltaje en Corriente Alterna).</li><li>2. Como queremos medir aproximadamente 110V en la toma de corriente, tenemos que escoger el valor superior que en este caso es el 200.</li></ol>
5	¿Dónde ponemos la punta metálica de los cables?	Como es corriente alterna no tiene polaridad y no importa si el rojo va a un sitio y el negro a otro.

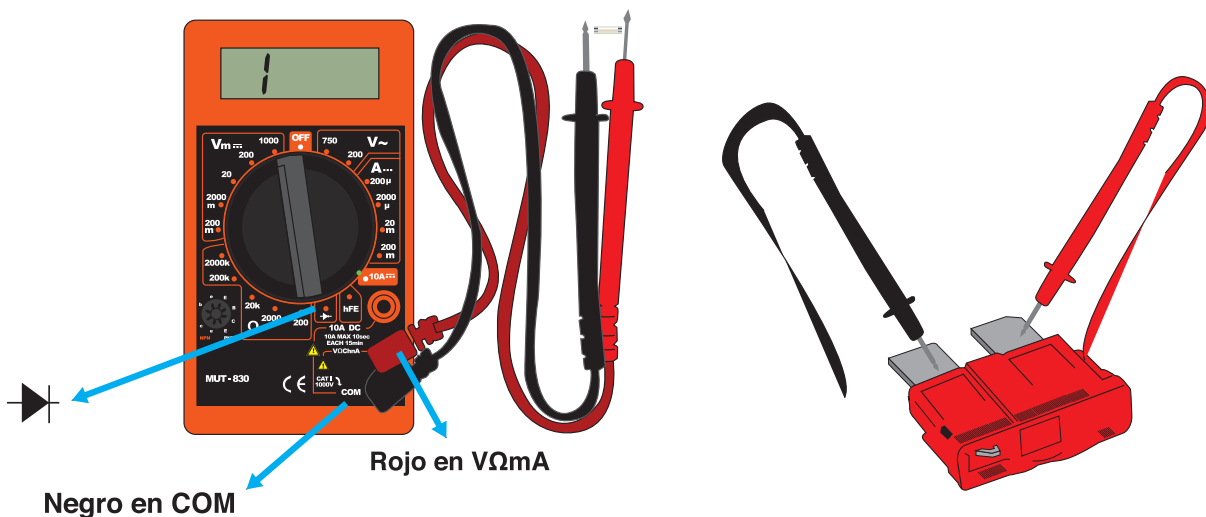




### 3.3 Medir la continuidad

La continuidad nos indica si la electricidad podrá pasar a través de ese elemento, por ejemplo un fusible. Eso quiere decir que nos indica si el fusible está dañado o no. Otra vez, los pasos a seguir son los mismos, primero preparar el multímetro y después proceder a la medición. Seguimos los 5 pasos de siempre:

1	¿Qué característica queremos medir?	La continuidad.
2	¿De qué parte de la instalación?	De un fusible desconectado, por lo tanto en este caso no nos importa si se trata de corriente continua o alterna.
3	¿Cómo conectamos los cables al multímetro?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El cable negro SIEMPRE se conecta al COM.</li> <li>2. Como queremos medir la continuidad debemos conectar el cable rojo donde pone <math>V\Omega mA</math>.</li> </ol>
4	¿Cómo ponemos la rueda del multímetro?	1. Como queremos medir continuidad, debemos hacerla girar hasta donde sale un triangulito $\rightarrow$
5	¿Dónde ponemos la punta metálica de los cables?	Pondremos un cable en una de las puntas metálicas del fusible y el otro en la otra punta metálica (ver dibujo). No importa si el rojo va a un sitio y el negro a otro.

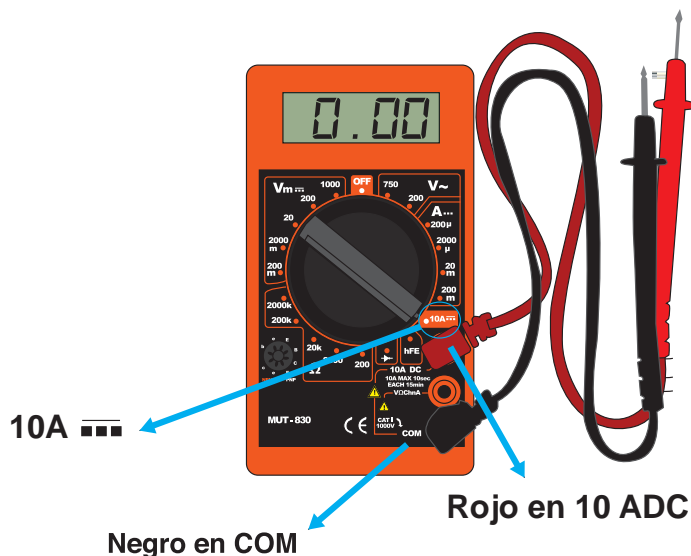


### 3.4 Medir la intensidad

Para tomar esta medida es muy importante tener en cuenta la cantidad de amperios que puede soportar el multímetro a utilizar. En este caso nuestro multímetro soporta hasta 10 amperios, si los sobrepasamos se quemará un fusible interior que dañará el multímetro. A diferencia de las demás mediciones en este caso SIEMPRE debemos conectar el multímetro en serie con el generador. Caso contrario haremos un cortocircuito.

**Procedemos con los 5 pasos:**

1	¿Qué característica queremos medir?	Una intensidad media en corriente continua (DC).
2	¿De qué parte de la instalación?	De un solo panel solar (menos de 10 A).
3	¿Cómo conectamos los cables al multímetro?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El cable negro SIEMPRE se conecta al COM.</li> <li>2. Como queremos medir una intensidad DC conectamos el cable rojo donde pone 10 A </li> </ol>
4	¿Cómo ponemos la rueda del multímetro?	1. Como queremos medir una intensidad en DC, debemos girar hasta donde pone 10 A
5	¿Dónde ponemos la punta metálica de los cables?	Para medir la intensidad del panel, colocamos las puntas de los cables en los lados positivo y negativo del panel.

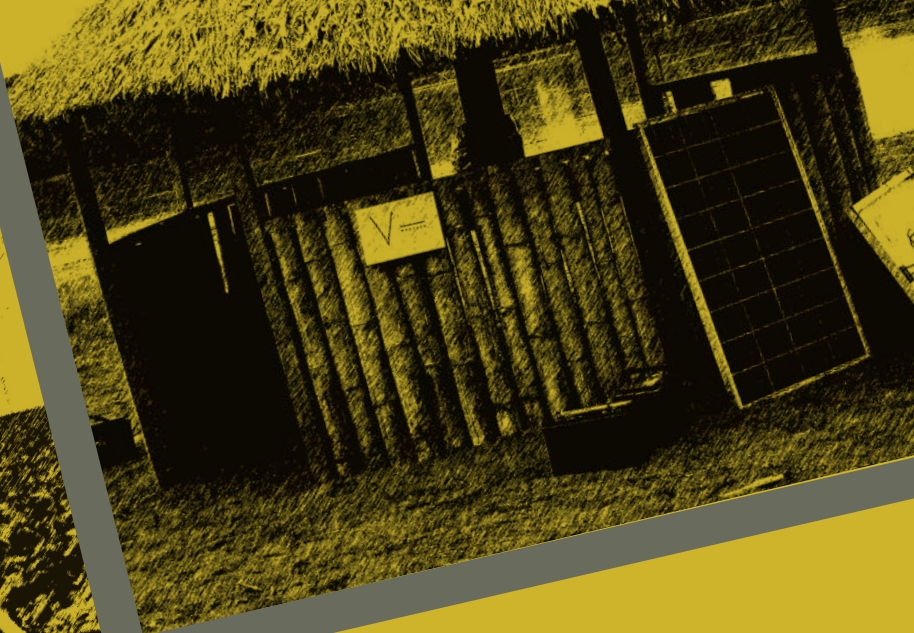
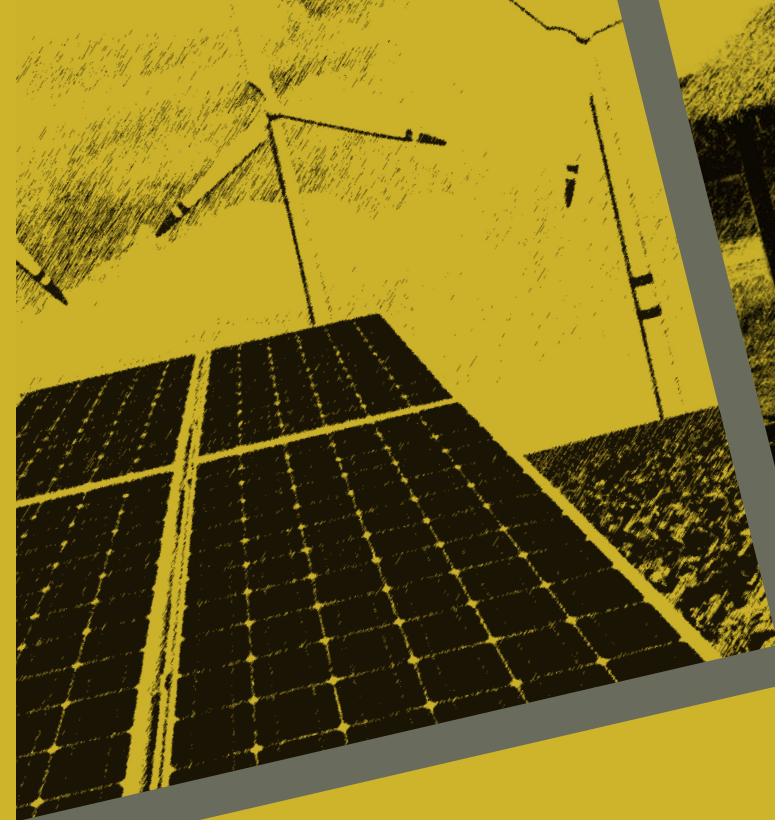




## ANOTACIONES

A large, empty rectangular area with a light gray background and a thin blue border, intended for taking notes.





# 4 INSTALACIONES

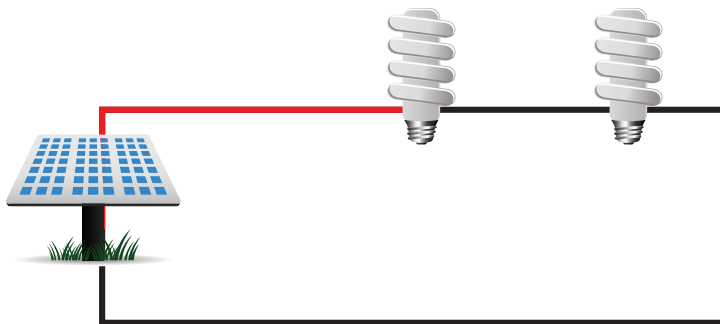




# 4 Instalaciones

## 4.1 Circuito en serie

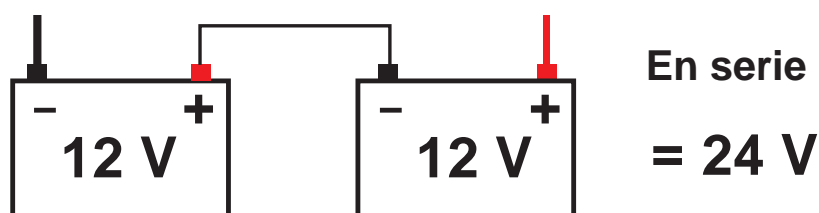
Es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (baterías, resistencias, paneles, interruptores) se conectan secuencialmente, es decir, el terminal de salida de un dispositivo se conecta al terminal de entrada del dispositivo siguiente.



**Las características principales son:**

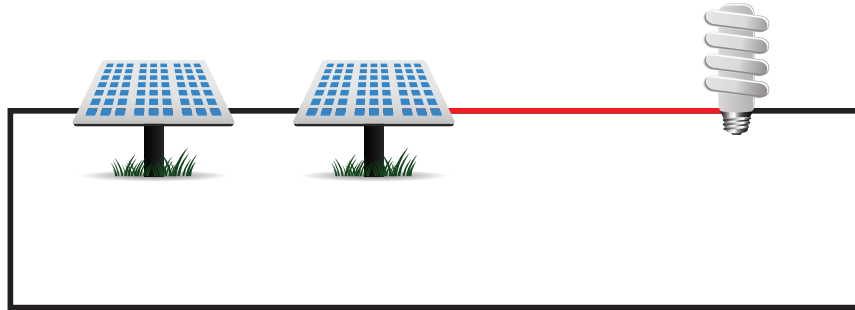
- La intensidad es la misma en todo el circuito.
- Si algún dispositivo se desconecta, se interrumpe la corriente en todo el circuito.
- La resistencia total del circuito es igual a la suma de la resistencia de todos los dispositivos.
- El voltaje de las baterías o paneles solares se suman.
- La intensidad se mantiene constante.

En el caso de los sistemas fotovoltaicos todas las baterías y paneles tienen un voltaje y amperaje, si la conexión que se pretende realizar es en serie, se debe vigilar la polaridad conectando siempre el positivo con el negativo y el negativo con el positivo.



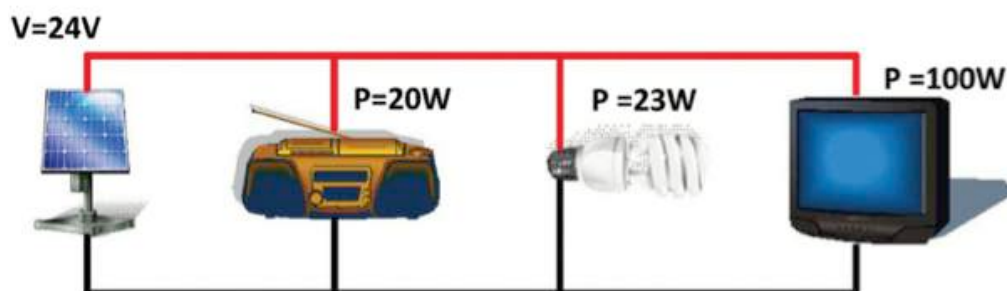


Los paneles de la instalación están conectados en serie, de manera que el voltaje total resulta la suma de ambos.



## 4.2 Circuito en paralelo

El circuito eléctrico en paralelo es una conexión donde los bornes o terminales de entrada de todos los dispositivos (baterías, resistencias, paneles, interruptores, entre otros) conectados coincidan entre sí, lo mismo que sus terminales de salida.



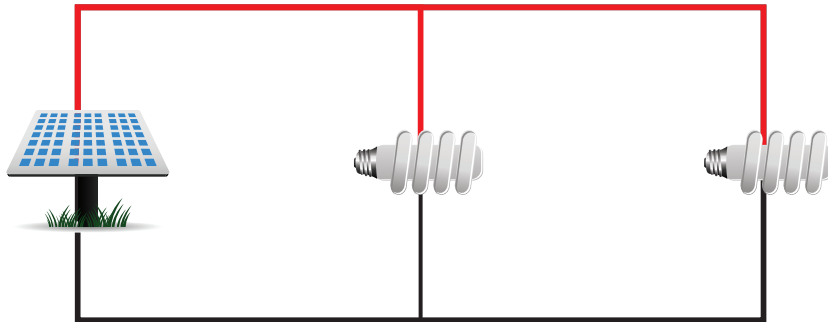
### Las principales características son:

- Todos los dispositivos tienen la misma tensión.
- La intensidad cambia en función de la resistencia o el generador.
- Sí algún elemento se desconecta no interrumpe la corriente o intensidad al circuito.

Cuando conectamos 2 focos ahorradores en paralelo el voltaje que viene del generador va igual tanto para la una como para la otra, de esta manera los focos ahorradores trabajarían normalmente siendo esta la forma ideal de realizar este tipo de circuito.

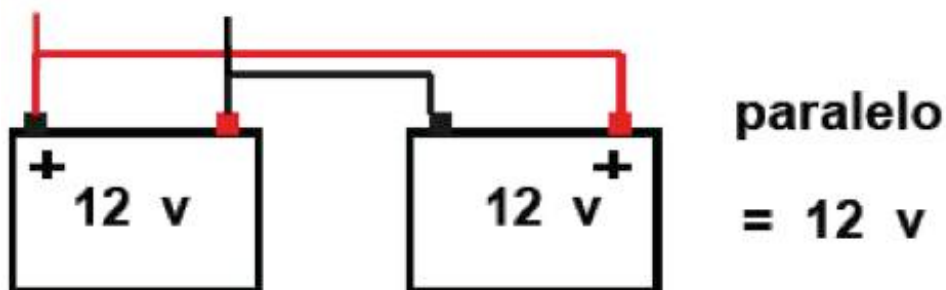


En una instalación real, los aparatos eléctricos o aparatos eléctricos están conectados en paralelo, de forma que todos estén sometidos a la misma tensión.



Cuando se realiza una conexión en paralelo de generadores se conecta el positivo con el positivo y el negativo con el negativo, de esta manera el voltaje de las baterías o paneles se mantiene equilibrado mientras que sus amperajes se suman.

Por lo tanto, se tiene que entre la entrada y la salida de ambos generadores hay la misma diferencia de voltaje, manteniendo así entre ellos el mismo voltaje pero sumando las intensidades:



Para conectar 2 generadores en paralelo el voltaje de ambos debe ser el mismo, sino se dañaría.

### 4.3 Criterios básicos para instalaciones eléctricas finales

Generalmente las instalaciones eléctricas finales pueden ser las destinadas a las conexiones para encender los focos en el hogar o a la conexión de los tomas corrientes.

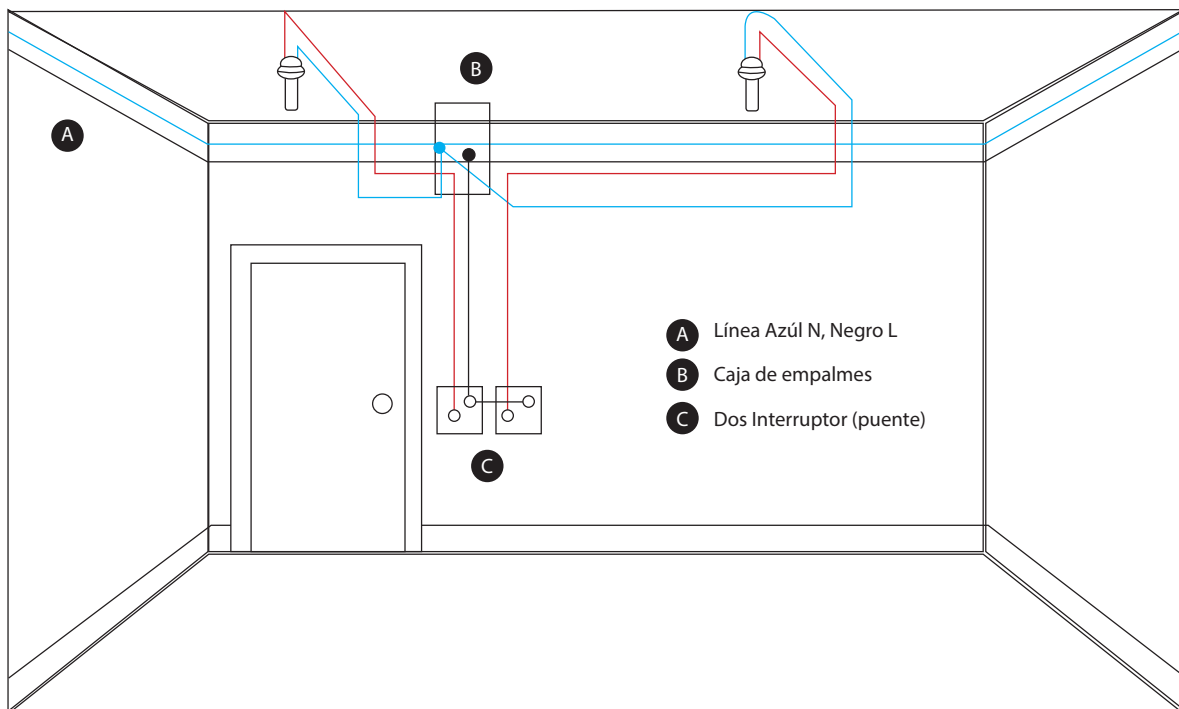


En el caso de la conexión para encender los focos, en la siguiente figura se puede observar la disposición de forma general de las conexiones para poder conectar dos focos o más en el hogar.

**(A) Líneas: Negra - Fase y Azul - Neutro**

**(B) Tablero**

**(C) Interruptores**

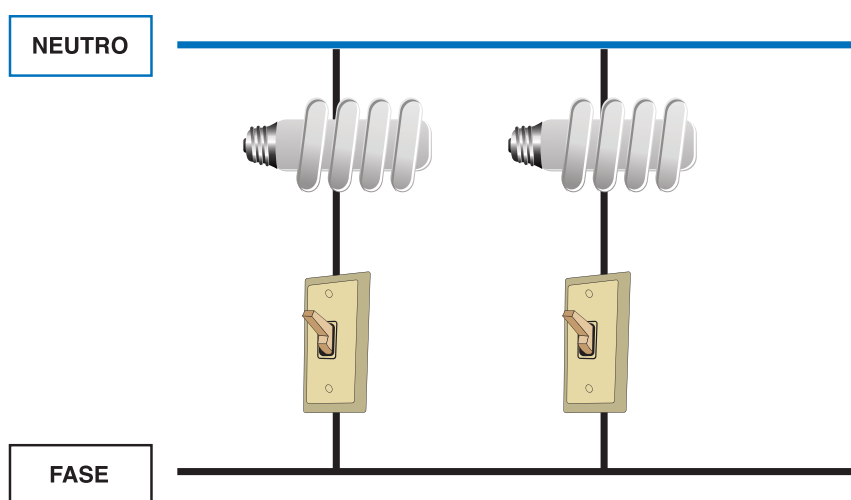


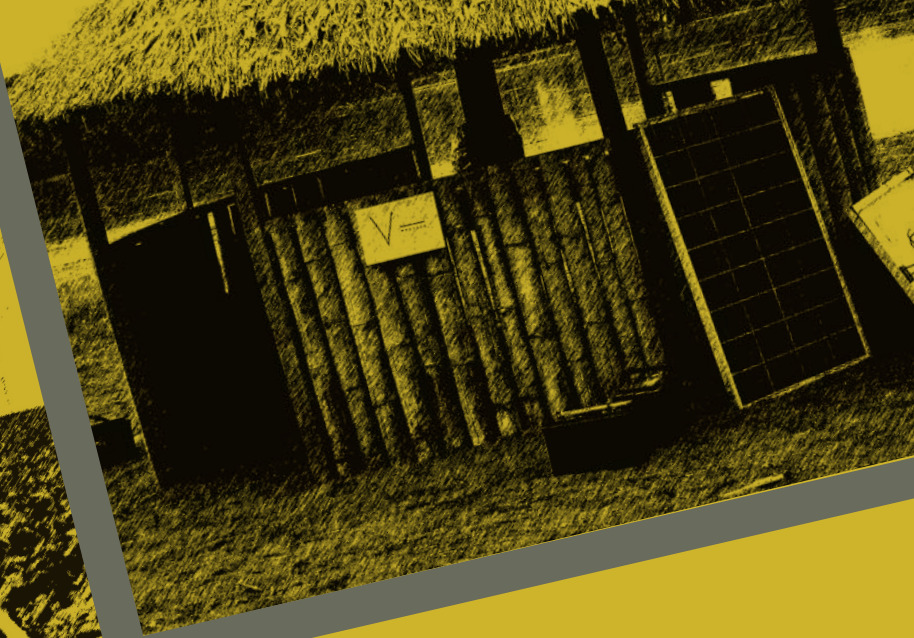
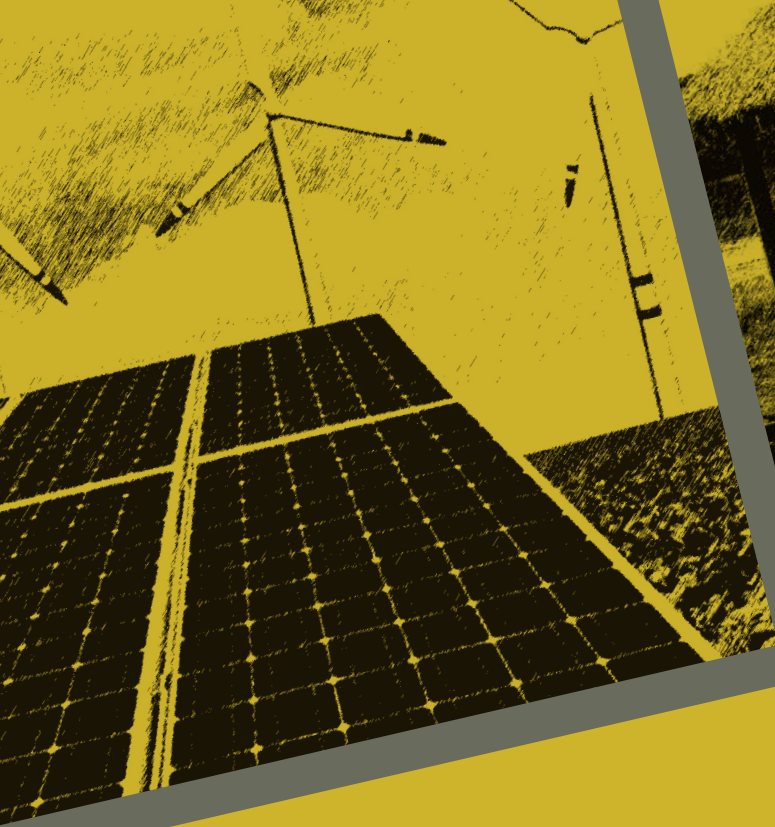
Para que se pueda encender un foco ahorrador en un hogar es necesario que se lo conecte en paralelo a las dos líneas o cables que dispone desde el inversor de la siguiente forma:

Al seguir la línea Azul-neutro desde el punto (A) que puede venir desde un inversor (sistema fotovoltaico) o un medidor (energía convencional), llega a la caja de derivación (B) de donde se distribuye directamente a cada foco.



Al seguir la línea Negra-Fase desde punto (A) de igual forma al tablero desde este punto se distribuye a un punto de los dos interruptores (Cada uno de estos interruptores controlará individualmente a cada foco) y desde el otro punto del interruptor se dirige a cada foco respectivamente (a este tramo se llama retorno.)





# 5 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA





# 5 | La energía solar fotovoltaica

## 5.1 El sol fuente de energía

El sol es parte de nuestra vida, está presente en todas las actividades que realizamos, aunque no nos demos cuenta de ello. Los rayos solares entregan su energía a la tierra y hacen posible la vida humana y de todos los seres vivos, animales y plantas.

Las personas usan la energía del sol en actividades del diario vivir; para calentarse, para ver durante el día, para secar la ropa, para secar el café o cacao, entre otros, pero también se puede usar esa energía para otros fines calentar agua (solar térmica), para cocinar (cocinas solares) o incluso para obtener energía eléctrica (energía solar fotovoltaica).



La **energía solar fotovoltaica** consiste en transformar la energía del sol en energía eléctrica, que luego se almacena y/o usa directamente, de forma racional, cuando sea necesario.

El aprovechamiento de la energía del sol para generar electricidad permite tener muchas ventajas:

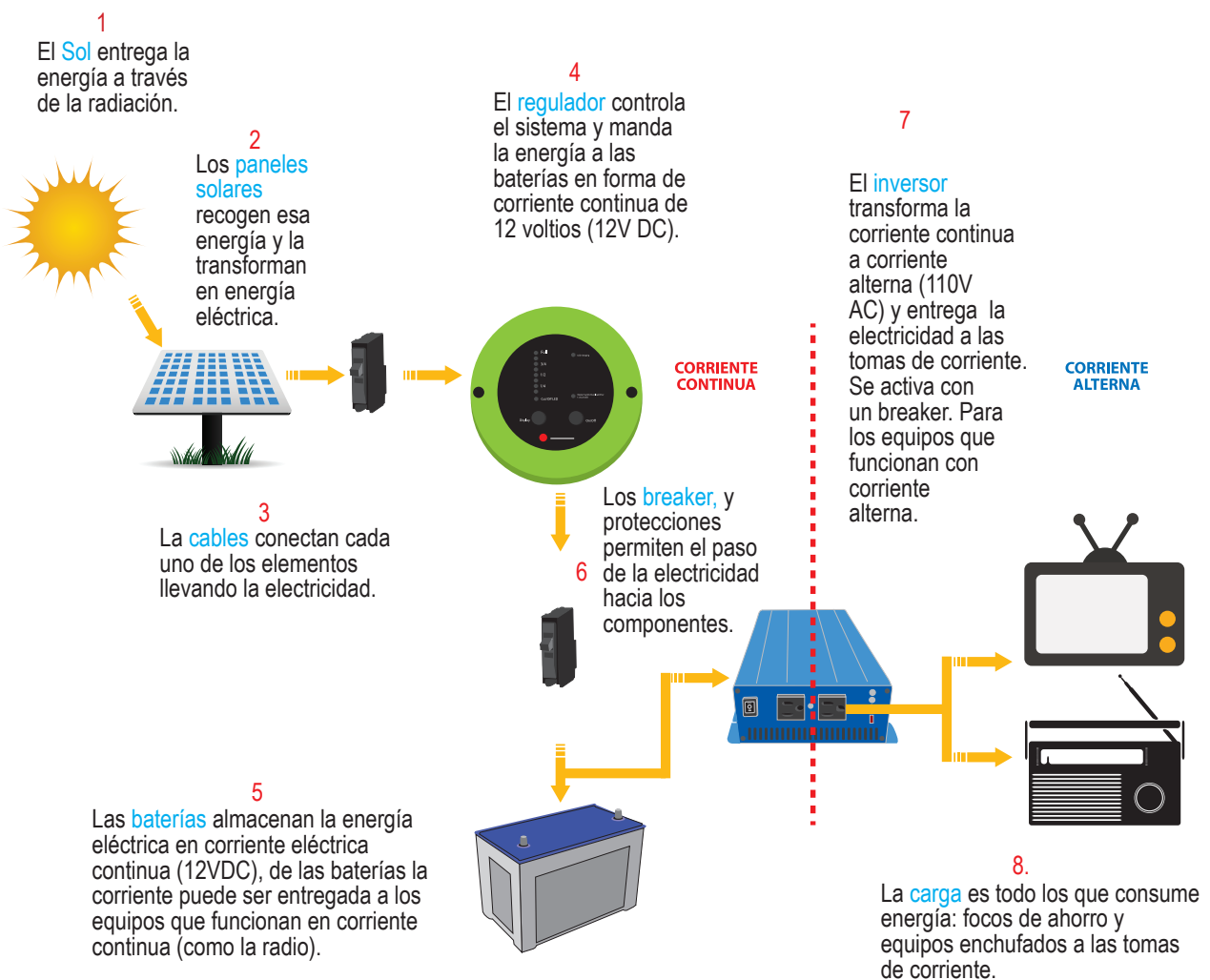
- Proviene de una fuente inagotable, el sol.
- No contamina al medio ambiente ya que no produce emisiones de gases.
- No consume combustible, ni necesita de otros recursos como el agua o el viento.
- No produce ruidos.
- Son sencillos y fáciles de instalar.
- Se pueden instalar en casi cualquier lugar y las instalaciones pueden ser de cualquier tamaño. Si bien existen muchas ventajas del aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, también existen algunas limitaciones:



- Es una energía intermitente. Durante la noche no hay energía solar.
- No es constante. Cuando llueve o se nubla hay menos energía.
- No se puede almacenar directamente. Se debe transformar la energía solar a otro tipo de energía para poder la almacenar (eléctrica o térmica).

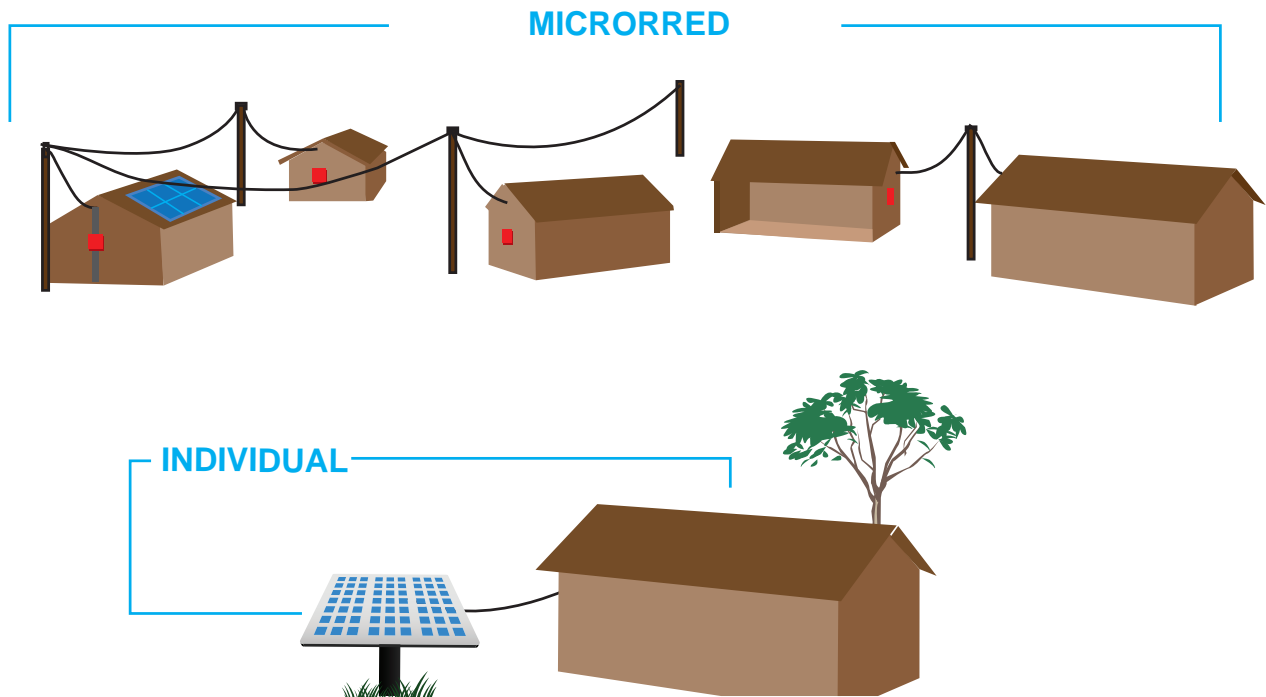
La energía solar se logra transformar en energía eléctrica través de lo que denominaremos **sistemas solares fotovoltaicos**, los cuales constan de un grupo de componentes eléctricos que trabajan de manera conjunta para lograr esta transformación.

Para el aprovechar la energía solar, los sistemas solares fotovoltaicos deben tener los siguientes componentes básicos:





Generalmente, existen 2 tipos distintos de configuraciones solares fotovoltaicas: microplantas individuales (cada vivienda posee un sistema fotovoltaico) y una Microrred de Generación Solar (un único sistema fotovoltaico proporciona electricidad a varias viviendas). Según el tipo de configuración de sistema que tengamos, el funcionamiento, operación y mantenimiento del mismo será distinto, en capítulos posteriores se los diferenciará.



## 5.2 Componentes y función de la instalación solar fotovoltaica

Los componentes generales en un sistema solar fotovoltaico independientemente del tipo de sistema son los que de forma conjunta logran generar energía eléctrica a través del recurso solar, estos elementos son los que vamos a estudiar posteriormente.

A continuación se describirán los componentes generales de un sistema solar fotovoltaico, los cuales en su totalidad forman parte de un sistema individual, sin embargo, cabe mencionar que en algunos casos algunos componentes tienen diferentes características, diferentes formas de cuidarlos y diferentes formas de dar mantenimiento dependiendo el tipo de sistema (Individual / Microrred) que se vaya a emplear.

## 5.2.1 Los paneles solares

El panel o módulo fotovoltaico es donde se produce la transformación de la energía solar en energía eléctrica.

Éstos están formados por las celdas fotovoltaicas, unidas entre ellas eléctricamente. Se encuentran encapsuladas con la finalidad de quedar protegidas de la humedad y la corrosión causada por los diferentes agentes externos, que disminuyen su rendimiento.



### ATENCIÓN:

Una mala conexión podría causar un cortocircuito, dañando el panel o algún otro elemento del equipo



**BORNES DE CONEXIÓN**  
Situados en la parte posterior del panel

Los paneles solares funcionan en corriente continua, y necesitan de otros elementos para realizar la transformación. Por esta razón, en el momento de su instalar los equipos, debe vigilarse su polaridad. **En la parte trasera del panel se encuentran un borne positivo y un borne negativo (uno arriba y el otro abajo).**

### IMPORTANTE:

Cuando el cielo está nublado o llueve, la tensión o voltaje y corriente o intensidad del panel son inferiores a un día de sol, y por lo tanto, la potencia que genera es también inferior. Se debe tener en cuenta para ahorrar energía durante esos días.

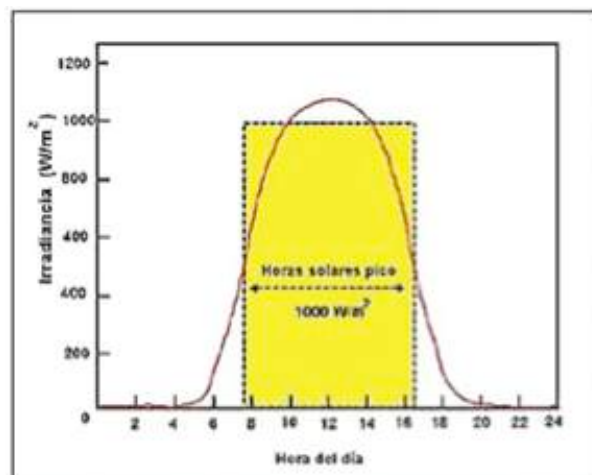


### 5.2.1.1 Condiciones favorables para la generación de electricidad

Cada parte del planeta dispone de unas características concretas con lo que respecta a la irradiación solar. Por eso, para que los paneles capturen el máximo de radiación posible, se deben disponer de diferentes maneras según el lugar y variaciones estacionales. En el caso de Ecuador, la optimización de captación se da con los paneles ubicados lo más planos posible, con unos 5°-10° de inclinación lo cual también evita el agua de lluvia encharcada.

**Irradiancia:** es la cantidad de radiación solar que cae en una superficie terrestre y tiene un valor de aproximadamente 1000 W/m<sup>2</sup> en la superficie terrestre.

**Hora Solar Pico (HSP)** como se dijo anteriormente en cada lugar del mundo se recibe una cantidad diferente de energía irradiada por el Sol. La representación de esta energía se designa como HSP (Horas Solar Pico), de un lugar concreto, se calcula en base a la suma total del día de irradiación dividida por las horas que hubiera durado si la radiación fuera constantemente a 1000 W/m<sup>2</sup>.



**Vatios pico (Wp)** es la potencia que dará el panel fotovoltaico bajo una irradiación de 1000W/m<sup>2</sup>. Más o menos esa irradiación se consigue al medio día de un día soleado.

#### FÓRMULAS

Es muy importante tener en cuenta que si multiplicamos las horas solar pico (HSP) por los vatios pico (Wp), podremos obtener la energía (E) que nos dará el panel en un día, con lo cual podremos saber por cuanto tiempo podemos usar las cargas en el sistema.

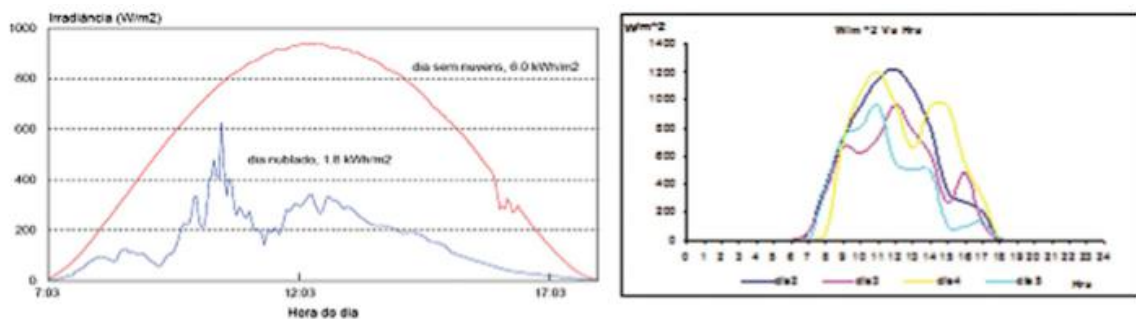
$$E_{\text{Día}} = HSP \times Wp$$



La potencia de la radiación puede variar según los siguientes parámetros:

**Hora del día** (mañana, mediodía, tarde).

La potencia puede variar dependiendo la hora del día, la siguiente curva representa el comportamiento de la irradiación durante el día. En donde se puede observar la variación para diferentes horas, estas variaciones afectan la generación de energía eléctrica en los paneles.



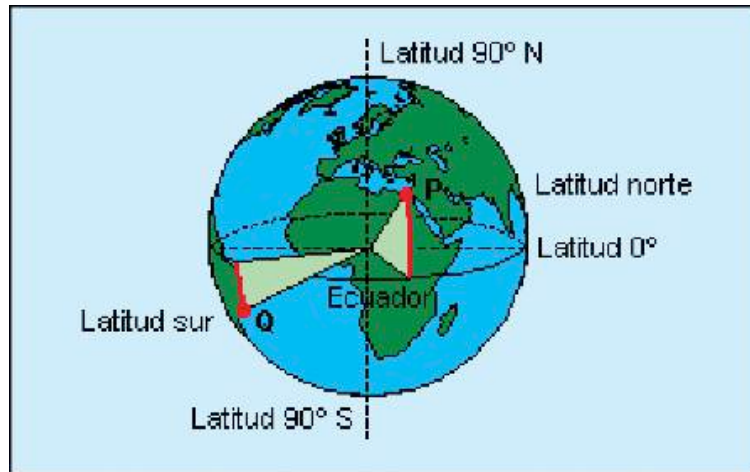
**Condiciones atmosféricas** (día nublado, lluvia) si las condiciones del medio ambiente no son favorables, puede disminuir la irradiancia, porque los paneles no pueden absorber la energía que llegaría si el día fuera soleado.



Si está nublado, las condiciones de irradiancia disminuyen considerablemente.



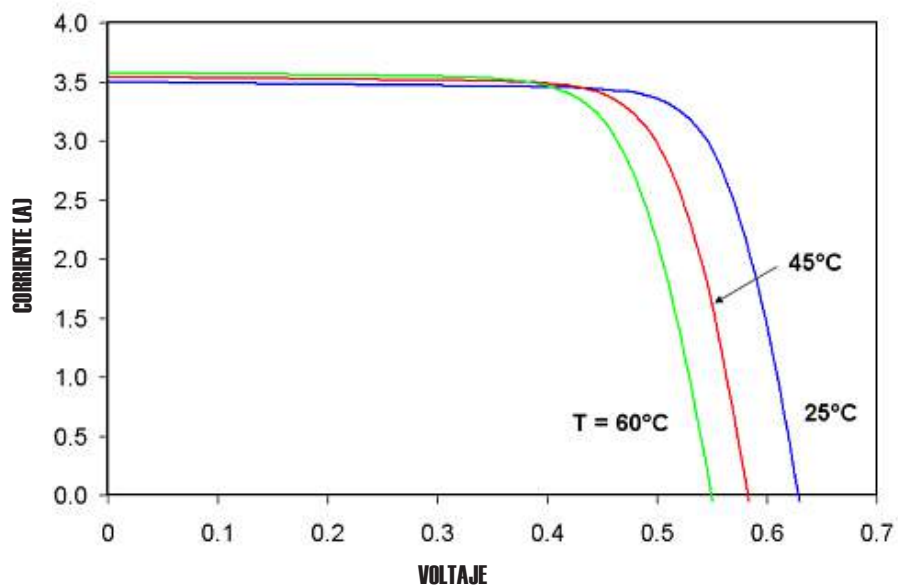
**Coordenadas geográficas.** La radiación puede variar de un punto a otro en la tierra, por ejemplo en los polos va ser diferente que en el Ecuador debido a la curvatura de la tierra.



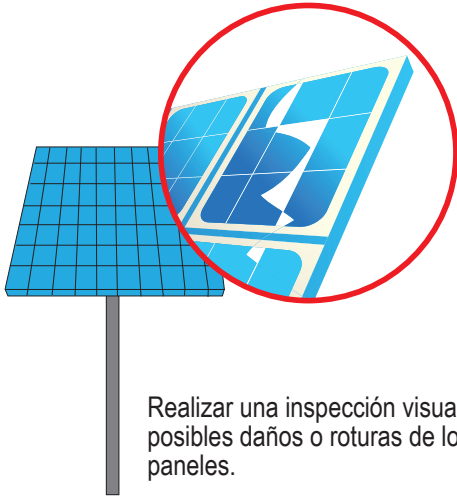
### 5.2.1.2 Efectos de la temperatura sobre los paneles

La influencia de la temperatura puede tener consecuencias negativas ya que reduce la tensión e incrementa muy poco la corriente o intensidad, lo cual resulta en una disminución de la potencia y de la eficiencia del panel.

La instalación de paneles en zonas calurosas o sobre techos de zinc disminuye la eficiencia del panel. En el caso de este material debe existir un espacio entre el panel y el techo para que fluya el aire y quede ventilado, evitando altas temperaturas del panel.



### 5.2.1.3 Mantenimiento



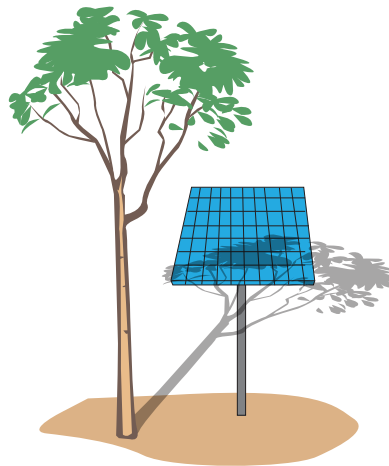
Realizar una inspección visual de posibles daños o roturas de los paneles.



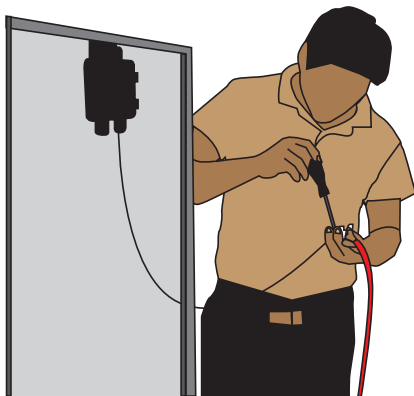
Limpiar los paneles con un trapo húmedo.



Revisar que las tuercas, pernos y estructuras del panel no estén oxidados ni sueltos.



Asegurarse que no aparecen sombras en el campo fotovoltaico (vegetación, objetos, entre otros), en caso de haberlas se deben eliminar.



👍 Revisar que los paneles estén bien fijos a la estructura de soporte y que a su vez esté fija.

👍 Revisar las conexiones eléctricas (empalmes) y el cableado.

👍 Comprobar que los terminales de los cables y de los paneles estén bien apretados y en buen estado.

👍 Comprobar que la caja de terminales está fija.

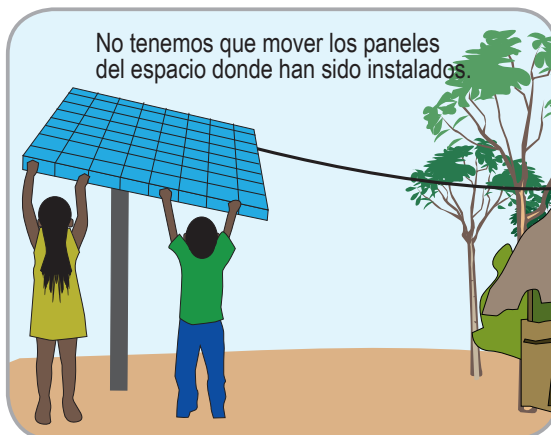
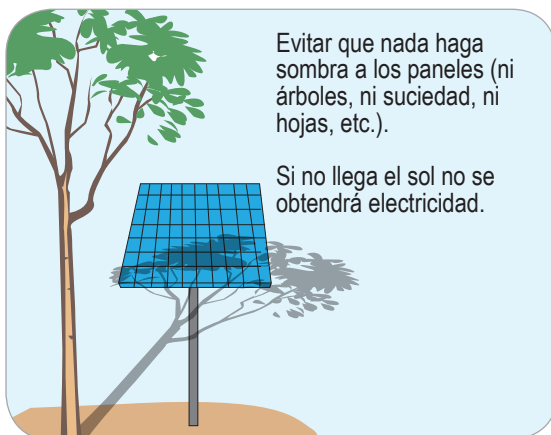




### 5.2.1.4 Cuidados



**NO** limpiar los paneles con productos abrasivos o cepillos metálicos ya que podrían rallar la superficie.







### 5.2.1.5 Detección de fallas

Para medir los parámetros del panel fotovoltaico, es necesario que se desconecte del regulador. Después se podrá tomar la medida de la corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) y la Tensión de Circuito abierto ( $V_{oc}$ ).

La medición de los diferentes parámetros será más fiable si se realiza en un momento en de alta radiación. Una vez obtenidos los valores de los parámetros del panel, se compararán con los establecidos por el fabricante, indicados en la parte trasera del panel, para evaluar su correcto funcionamiento.

Para medir la Corriente (intensidad) de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) es importante:

- Que el Panel este desconectado del regulador y de los demás paneles.
- Conectar el multímetro en la posición de medir Intensidad media en corriente continua (10A).
- Se tocarán los dos cables (el positivo con el positivo del panel y el negativo con el negativo del panel).

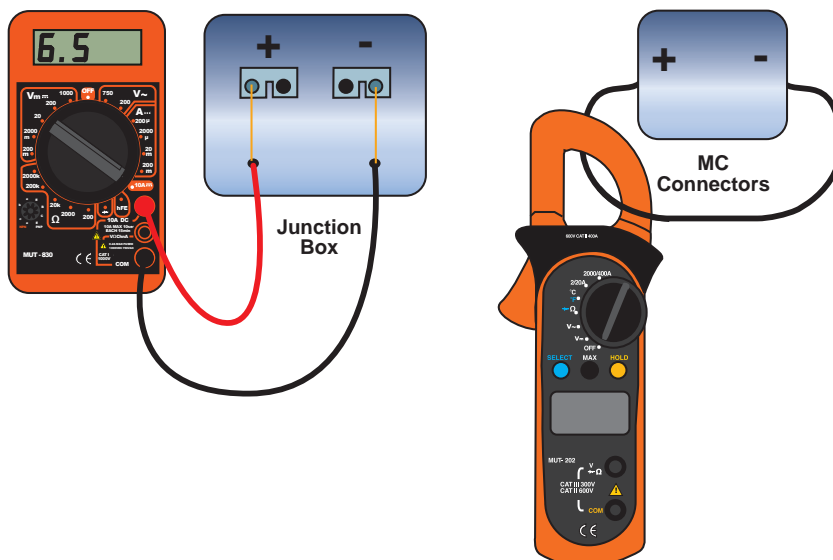


## ATENCIÓN:

**NO REALIZAR NUNCA** esta medición con los dos paneles conectados entre sí, ya que podría dar una Intensidad superior a 10A y el multímetro no soportarla (máximo 10), por lo cual se dañaría el fusible interno que lleva.

Este parámetro es muy variante según la radiación solar que le llegue, por este motivo, para poder compararlo con el valor del fabricante, debe hacerse a pleno Sol (un día soleado al mediodía).

Prueba del módulo solar. Corriente en Corto circuito

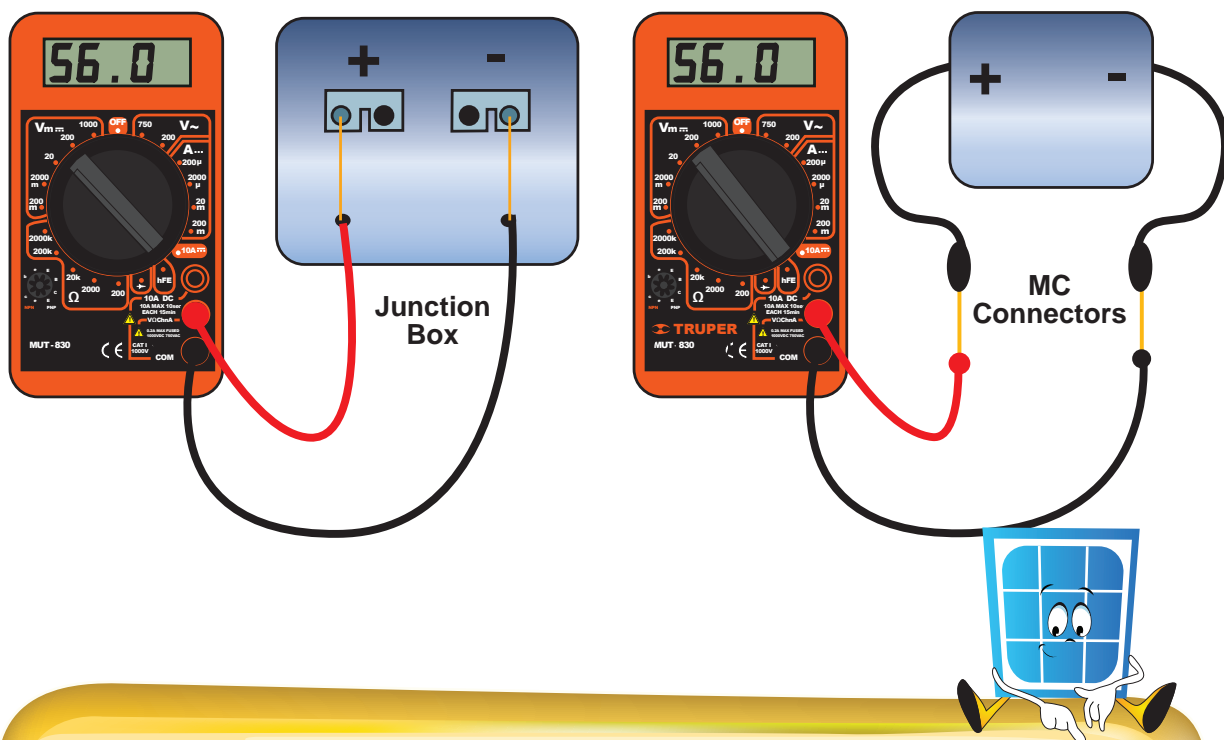




Para medir la Tensión de Circuito Abierto (Voc):

- El panel debe estar desconectado del regulador.
- Colocar el Multímetro en la posición de medir tensión en corriente continua, se comenzará en 200V (si sale menor a 20V, se pondrá la rueda a 20V).
- Los cables del multímetro estarán tocando los del panel (el positivo con el positivo del panel y el negativo con el negativo del panel).

**Prueba del módulo solar. Tensión o voltaje en circuito abierto**



**IMPORTANTE:**

Probablemente, si alguno de estos parámetros calculados está muy alejado del proporcionado por el fabricante, el módulo fotovoltaico esté dañado.

**5.2.1.6 Durabilidad**

La vida útil de los paneles fotovoltaicos es de unos 25 a 30 años, a través de este tiempo la eficiencia del panel va bajando dependiendo mucho de la calidad del panel y de los cuidados.

## 5.2.2 El regulador

Es un elemento que está encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas permite controlar constantemente el estado de carga de las baterías y regular la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Por ejemplo en las noches, cuando la energía que entra a las baterías es nula, el regulador se encarga de cortar el paso de energía de las baterías hacia los paneles, evitando así la pérdida de energía. Cabe destacar que el comportamiento de las baterías varía en función de la temperatura. Esa variación la compensa automáticamente el regulador.

Existen diferentes tipos de reguladores, la elección depende de los parámetros que se manejan en la instalación.

Es muy importante mencionar que los tipos más comunes son los reguladores en serie y en paralelo. Los reguladores en serie se caracterizan por tener 3 conexiones, mientras que los en paralelo 2.

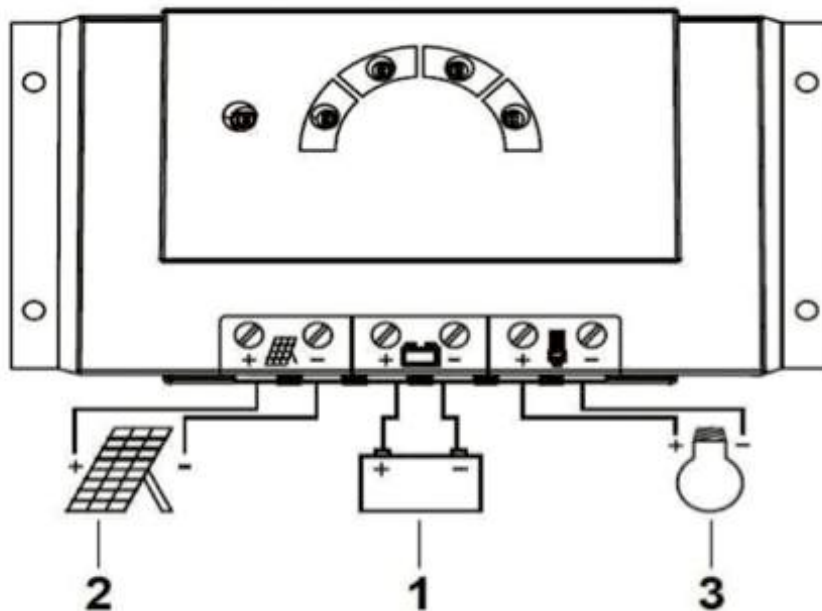




### 5.2.2.1 Montaje

Para montar el regulador en serie independientemente de la marca que sea es muy importante identificar las conexiones que poseen, las cuales generalmente están acompañadas de una gráfica que nos indica que conectar en cada conexión.

Cada una de estas conexiones tiene lugar para 2 cables, el positivo y el negativo, por lo cual es muy importante tener en cuenta la polaridad al momento de conectar.



Para montar un regulador es muy importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No montar el Regulador de Carga Solar a la intemperie o en lugares con mucha humedad.
- Montar el Regulador de Carga Solar hacia arriba sobre una pared (de concreto).
- Montar el Regulador de Carga Solar lo más cercano a las baterías, por lo menos a 30 cm de distancia a las mismas (por seguridad).
- Para el montaje es muy importante tener en cuenta la polaridad al momento de realizar las conexiones eléctricas, debido a que esta parte de la instalación funciona en corriente continua.



- En el caso de reguladores en paralelo es importante montarlos para sistemas que tiene mayor capacidad de generación.

### 5.2.2.2 Mantenimiento

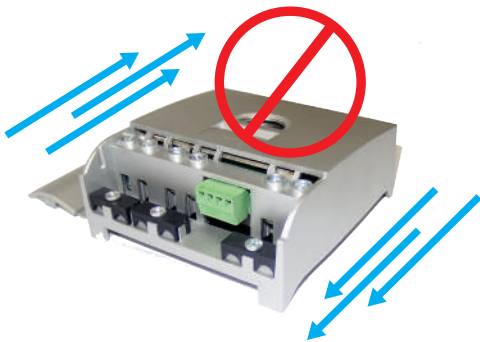
Es muy importante realizar un mantenimiento cada tres meses, de acuerdo a las especificaciones de los respectivos fabricantes.

- Es importante asegurarse que el regulador tenga una adecuada ventilación.
- Chequear que los cables estén firmes.
- Si es necesario ajuste los tornillos, también es importante chequear si hay corrosión en los terminales.
- Si se daña y existe la necesidad de remplazarlo, es muy importante desconectar los paneles, después las baterías y finalmente el regulador.

### 5.2.2.3 Cuidados

**NO**

sacar ni mover el regulador del sitio (se podrían dañar las baterías).

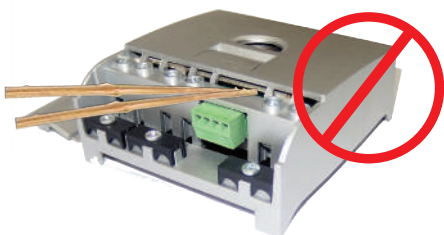


Tener cuidado que no se moje (se podría dañar el regulador).



**NO**

introducir materiales extraños en las aberturas del regulador.



Verificar que los terminales de las conexiones no estén sulfatados o malogrados.



### 5.2.2.4 Detección de fallas

En el mercado existen algunos modelos de reguladores, cada uno tienen diferentes formas de indicar el estado de los equipos conectados a ellos. Todos indican como mínimo tres estados.

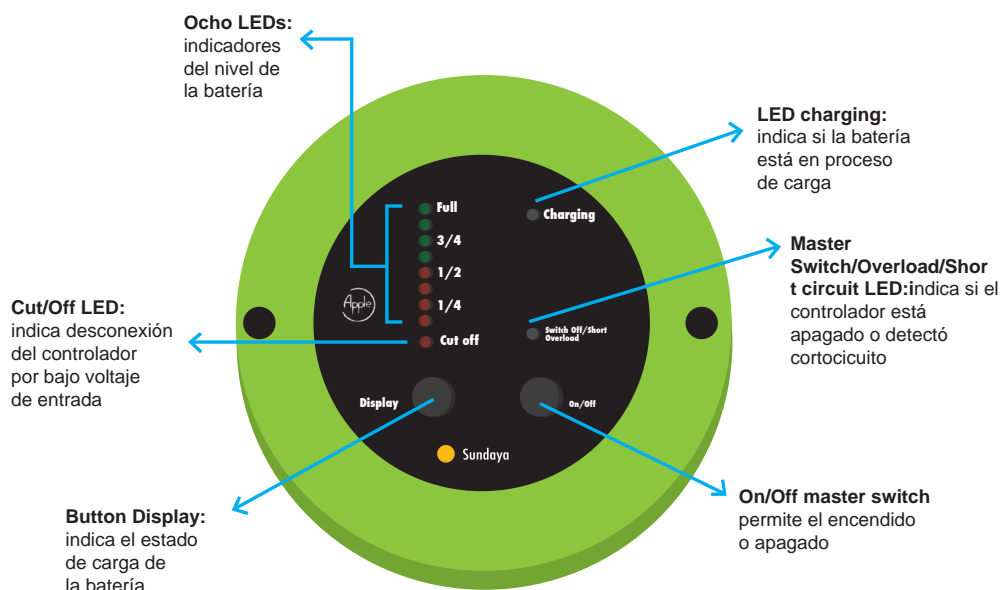
- Estado de carga máxima de las baterías (Corta suministro de paneles a batería).
- Estado de descarga máxima de las baterías (Corta el suministro de energía hacia las cargas en continua).
- Estado de funcionamiento normal (cargando las baterías, permitiendo el paso de energía de los paneles hacia las baterías).

Estos estados se indican de diversas formas, algunos reguladores usan solo un juego de luces (Led's) en donde muestran verde fijo, para el estado de máxima carga, parpadeo del LED verde para indicar en estado de carga de baterías, y LED rojo para indicar la descarga de las baterías.

Los reguladores de más amperaje y más caros disponen ya de pantallas donde se reflejan los estados mencionados, poseen temporizadores para poner horario a las cargas conectadas, nivel de carga de las baterías, programación de los niveles de corte, etc.

A continuación se detalla como ciertos reguladores indican los fallos de las baterías, paneles y en si el estado del sistema.

## REGULADOR SUNDAYA APPLE INDICADORES LED Y BOTONES





Este regulador consta de las siguientes características que nos indican los fallos que se pueden presentar:

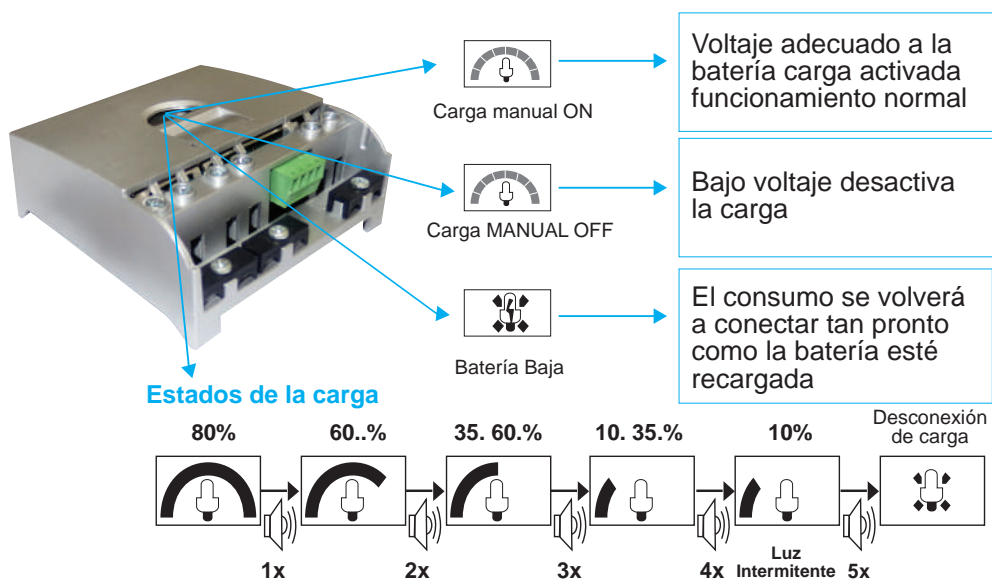
- **Ocho luces LED de voltaje:** Indica el nivel de voltaje de las baterías, cuando están todas encendidas las baterías están completamente cargadas, cuando están encendidas cuatro luces está en la mitad de la carga y cuando están encendidas las dos últimas indica que la batería está casi en su totalidad descargada y pronto se cortara la salida del regulador.
- **Cut/Off LED:** Indica que el regulador ha cortado la salida debido a que el voltaje de la batería es muy bajo.
- **Button Display:** Los LEDs indican el estado de carga (full,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ) sólo cuando el botón (display) se presiona.
- **On/Off swich:** Permite encender o apagar el regulador, cambia el estado del mismo.
- **Master Switch/Overload/Short circuit LED:** El LED se ilumina cuando el controlador se apaga, o cuando el controlador automáticamente corta la salida debido a un cortocircuito o una sobrecarga detectada.

Este es muy importante porque se encenderá cuando sucede un corto circuito sobre carga y automáticamente se apagara el regulador.

- **Charging LED:** Este led se encenderá cuando las baterías se estén cargando.

## REGULADOR PHOCOS CXM

Este tipo de regulador dispone de un multímetro interno que permite determinar de acuerdo al voltaje de cada equipo conectado cuando existe una falla y se la visualiza en la pantalla que dispone.





### 5.2.2.5 Durabilidad

El regulador puede tener larga durabilidad si se le da el correcto mantenimiento. No dispone de una vida útil tan alta como los paneles, pero no hay que pensar en cambiarlo en pocos años.

### 5.2.3 Las baterías

Las baterías son los elementos encargados de almacenar la energía que se recoge durante el día para poder usarla cuando se necesite (día o noche).

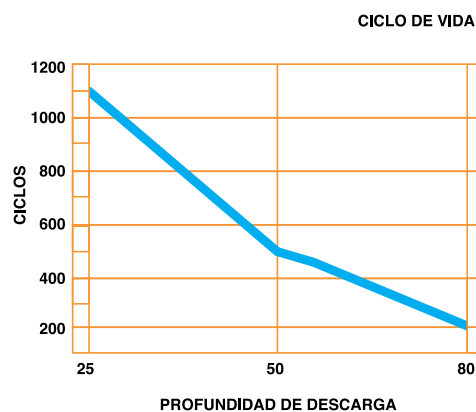


**Siguiendo el ejemplo del agua, sería como un tanque de agua. Dentro se guarda el agua para usarla cuando se necesite.**

La duración de la batería va muy ligada a su uso. Cada día se carga con la energía del sol (que transforman los paneles) y se descarga cuando usamos los equipos de la instalación en la noche. Este uso hace disminuir en rendimiento de la batería, es decir que cada vez que se use a la siguiente carga podrá almacenar un poquito menos de energía.

Concretamente cuanto más uso le demos a la batería (descargarla mucho cada día), menos años nos va a durar.

El número de baterías que se necesita en una instalación depende de la capacidad de generación y almacenamiento que se desee. Si un día está nublado, la batería no se carga y si se quiere usar el sistema solar se debe tener energía acumulada en las baterías. Para prevenir posibles semanas en que apenas se carguen por llover mucho y seguido, es necesario poner más baterías que acumulen la energía. Cabe explicar que en el Ecuador, como los días son igual de largos durante todo el año, son necesarias menos baterías que en muchos otros lugares del mundo.





### 5.2.3.1 Tipos

Existen diversos tipos de baterías, si bien usualmente se usan las de plomo-ácido. Estas baterías se clasifican principalmente en 2 grandes categorías:

**SELLADAS**  
sin mantenimiento.  
(Sistemas individuales)



**NO SELLADAS**  
con mantenimiento  
(se les debe añadir  
periódicamente agua  
destilada cuando el  
nivel baja). (Sistemas  
en microrred)

Si bien existen diferentes tipos de baterías, en la mayoría de sistemas solares que encontramos en la Amazonía de Ecuador, se instalan baterías selladas porque no necesitan mantenimiento.

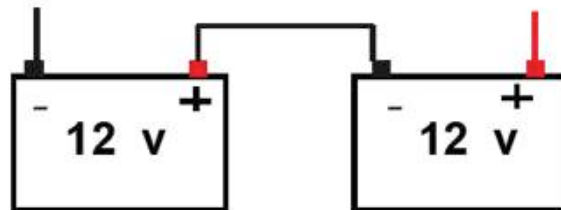
Eso quiere decir que a diferencia de las no selladas, estas no necesitan que se les añada de manera periódica agua destilada. Hay que saber que, por el contrario, las baterías con mantenimiento tienen un precio menor y una vida útil generalmente más larga, pero tiene este inconveniente para zonas dónde no se puede disponer fácilmente de agua destilada para su recarga.



Para sistemas fotovoltaicos se usan baterías de “ciclo profundo”, esto quiere decir que pueden cargarse y descargarse lentamente y suministrar cantidades constantes de energía durante largos periodos de tiempo. La batería para carro por ejemplo, está diseñada para dar en un corto tiempo mucha energía, y no rinden bien si se las descarga mucho.

### 5.2.3.2 Montaje

Este elemento también funciona con corriente continua, tienen un borne positivo y un borne negativo. Por este motivo, como hemos visto anteriormente, es muy importante tener en cuenta la polaridad a la hora de realizar las conexiones entre ellas o con el resto de los equipos.



Si se quiere obtener el voltaje mayor se conectarán las baterías en serie como en el esquema (positivo con positivo y negativo con negativo).

La conexión de las baterías ya sea en serie o paralelo dependerá de la cantidad de energía que se requiere almacenar en el sistema.

### 5.2.3.3 Mantenimiento

Como se mencionó anteriormente existen dos diferentes tipos de baterías, por lo cual es muy necesario realizar un mantenimiento diferente para cada tipo, las siguientes recomendaciones de mantenimiento son para baterías de sistemas individuales.



Verificar que se han ubicado las baterías en lugares ventilados y evitando la luz solar directa. Debido a que las baterías de los sistemas individuales son selladas no se necesita agregar agua destilada.



Limpiar los bornes de la batería (engrasar en los bornes y terminales para que no se oxiden (es necesario que este desconectada la batería). Verificar que los bornes estén limpios, secos y ajustados. Es necesario desconectarlas para ello.



Nunca ubicarlas en un dormitorio que esté cerrado ya que desprenden vapores nocivos y nunca donde se puedan mojar (por seguridad).

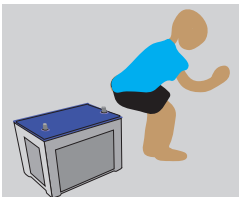
### 5.2.3.4 Cuidados

## 12 Pasos para mantener su batería en perfecto estado.

- 1** Mantener las baterías fuera del alcance de los niños y niñas.



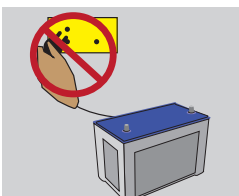
- 2** No sentarse, ni colocar objetos encima de las baterías (peligro de cortocircuito).



- 3** No mover la batería del sitio donde fue conectada originalmente.



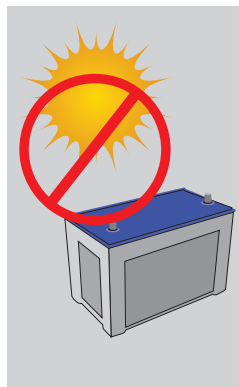
- 4** No desconectar las baterías. Si se desconectan, tanto cuando están entregando energía como cuando están descargadas, se puede dañar el regulador.



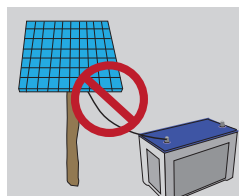
- 5** No es posible conectar artefactos directamente a la carga de la batería.



- 6** Mantener las baterías en lugares cerrados, no expuestos al sol y con ventilación.



- 7** No conectar directamente los paneles a la batería.



- 8** No añadir agua común o ácido a las baterías, sólo agua destilada cuando sea necesario.



- 9** No utilizar baterías de carro para sustituir las baterías originales del sistema fotovoltaico.



- 10** En caso de que se tengan que guardar las baterías por más de 6 meses, guárdalas en un lugar frío y seco alejadas de la luz solar directa.



- 11** No dejar descargar la batería en su totalidad, de esta manera proporcionará más vida útil a la misma.



- 12** En caso de que se tengan que guardar las baterías por más de 6 meses, guárdalas en un lugar frío y seco alejadas de la luz solar directa.



## ATENCIÓN:

El ácido contenido en las baterías es peligroso, puede quemar la piel y los ojos si entra en contacto con éstos. Si esto pasa, limpiar con agua la parte afectada lo más rápidamente posible.

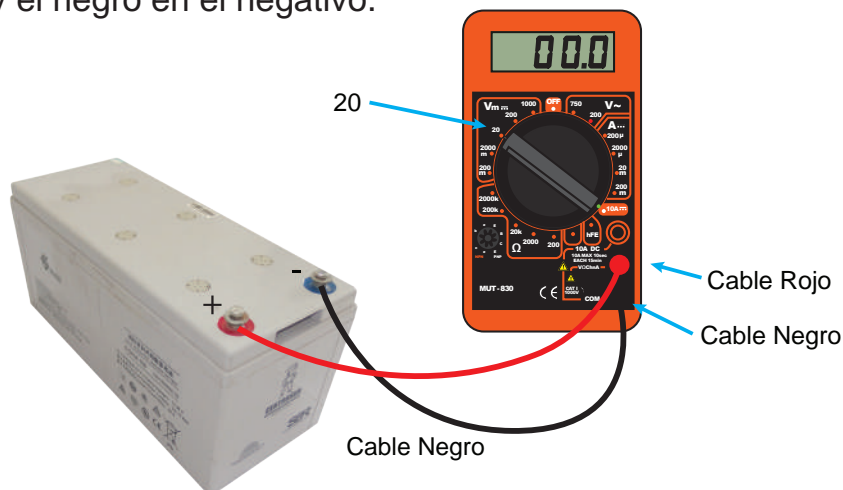


### 5.2.3.5 Detección de fallas

Para saber si las baterías funcionan correctamente, se mide el voltaje con el multímetro, este voltaje tiene que ser más o menos de 12V.

**Procedimiento:**

1. Conectar los cables al multímetro: como el negro en COM, el rojo en VΩmA.
2. Mover la rueda del multímetro hasta la posición que dice DCV (Voltaje en Corriente Continua). Dentro de esa zona escogeremos el valor superior al que queremos medir.
3. Poner la punta de metal de los cables en los bornes de la batería, el rojo en el positivo y el negro en el negativo.



En función del valor que hemos medido, sabremos si las baterías están bien cargadas, en este caso se tomó de referencia una batería de 12V.

Bien cargada	Un poco por encima de los 12V
Descargada	Por debajo de los 11,5V
Si está dañada	Por debajo de los 8,4V

### 5.2.3.6 Durabilidad

La durabilidad de las baterías, como de muchos otros elementos, depende de la función, uso y mantenimiento que se les dé. Aun así, suelen tener una vida útil de entre 4 y 6 años. A pesar de ser uno de los primeros elementos que se debe reemplazar del sistema, resulta más económico que tener que poner diésel en una planta.

Las baterías para automóvil no representan una opción para este tipo de instalaciones, puesto que, aunque son más baratas, normalmente no se adecuan a los Sistemas Solares, tienen menos longevidad (entre 1 y 3 años) y tienen menos capacidad que las selladas.

## 5.2.4 El inversor

La función del inversor(o convertidor DC/AC) es la transformación de la electricidad que proviene de las baterías. Normalmente, los inversores que se disponen en instalaciones domésticas son diseñados para suministrar una corriente alterna a la salida (120 o 230 VAC) a partir de una corriente continua de entrada (12, 24 o 48 V DC).



Es necesaria la transformación de una corriente de entrada para poder ser utilizada en las tomas de corriente donde se enchufarán los distintos aparatos eléctricos que trabajan con corriente alterna (AC). En Ecuador, es habitual encontrar que las instalaciones domésticas están diseñadas para transformar una corriente de entrada de 12VDC, proveniente de los paneles, a una corriente alterna de salida, apta para el consumo, de 110VAC.

Se pueden encontrar en el mercado diferentes tipologías de inversor. Algunos de ellos, de mayor desarrollo electrónico, ofrecen información sobre algunos de los parámetros técnicos del estado del sistema solar. (Temperatura, intensidad y voltaje).





Existen algunas características importantes que se deben tener en cuenta en el inversor:

**Potencia nominal de salida:** Es la que limita que aparatos se pueden conectar en la instalación. Si se tiene un inversor de 1500W no se podrá enchufar ningún conjunto de aparatos que supere dicho valor.

**Potencia máxima:** Hay algunos aparatos que para ponerse en marcha necesitan de mucha potencia (por ejemplo 1800W), pero que pasados unos segundos estabilizan su consumo a valores inferiores (por ejemplo a 900W). En este caso hay que saber cuál es la potencia máxima de salida del inversor para ver si se podrá poner en marcha dicho aparato.

**Protección contra descargas:** Esta característica figura en el catálogo del fabricante e indica si se puede conectar directamente el inversor a la batería (en caso que tenga dicha protección) o si se debe poner en el tercer par de conexiones del regulador.

**Protección contra sobre potencia:** Algunos inversores disponen de elementos que los protegen de sobre consumo (si se enchufan aparatos de más de la potencia nominal de salida). Algunos disponen de una alarma de sobre consumo y se desconectan. De todas maneras, esta protección no es muy fiable ya que si se enchufa un aparato de mucho consumo se puede dañar el inversor.

### 5.2.4.1 Montaje

Para el montaje del inversor es necesario conectar los cables de la batería a los terminales de entrada de DC del inversor, estos deben ser lo más cortos posible (idealmente, menos de 1,8 m) suficiente para manejar la corriente o intensidad requerida.

Así mismo es recomendable instalar un fusible en el cable positivo, si no se coloca un fusible en el cable positivo entre el inversor y la batería puede causar daños en el inversor.

El inversor debe ser instalado en un lugar que cumpla con los siguientes requisitos:

- En un lugar seco, donde no se moje.
- No instalar en áreas donde puedan existir vapores inflamables, tales como áreas de almacenamiento de combustible.

- Asegurar que las aberturas de ventilación en la parte trasera y delantera de la unidad no estén obstruidas.
- Evitar que ingrese insectos dentro de la unidad cuando el ventilador de refrigeración está operando.

### 5.2.4.2 Mantenimiento

El inversor requiere muy poco mantenimiento para mantener su funcionamiento correctamente.

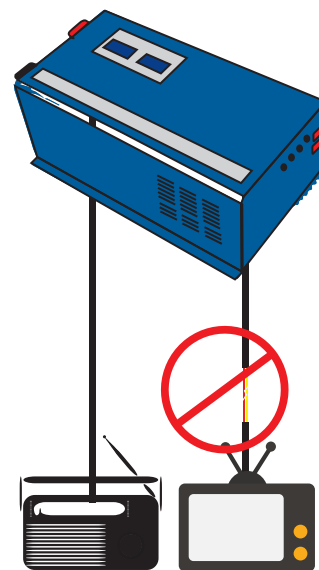
- Limpiar la caja mediante con un paño seco. En caso necesario, puede emplearse un paño húmedo con agua jabonosa. Nunca uses alcoholes ni solventes.
- Si entran insectos al inversor, este podría cortocircuitarse o dañarse. Para evitarlo poner un poco de insecticida (a ser posible natural) de manera periódica.
- Se debe verificar el ajuste de los terminales a la batería cada 6 meses.

### 5.2.4.3 Cuidados

No enchufar electrodomésticos que superen su potencia máxima (se fundirá el fusible de protección y/o se puede dañar el inversor).



Evitar conectar equipos dañados, provocan cortocircuitos y dañan el inversor.





### 5.2.4.4 Detección de fallas

En el mercado existen diferentes gama de inversores que se diferencia por sus prestaciones y sus costos, por tanto cada tipo va a indicar los estados de los equipos conectados al mismo con mayor o menor detalles, como estado de las baterías, cargas y estado del mismo inversor.

Todos los inversores mínimos indicaran los siguientes fallos mediante alarmas sonoras o luminosas en el momento que suceda para poder tomar las acciones correctivas necesarias y evitar el daño del sistema fotovoltaico.

**El estado de la batería:** Cuando la tensión o voltaje de la batería es demasiado bajo, éste se apagará y mucho más antes una alarma sonora o led se encenderá indicando este fallo.

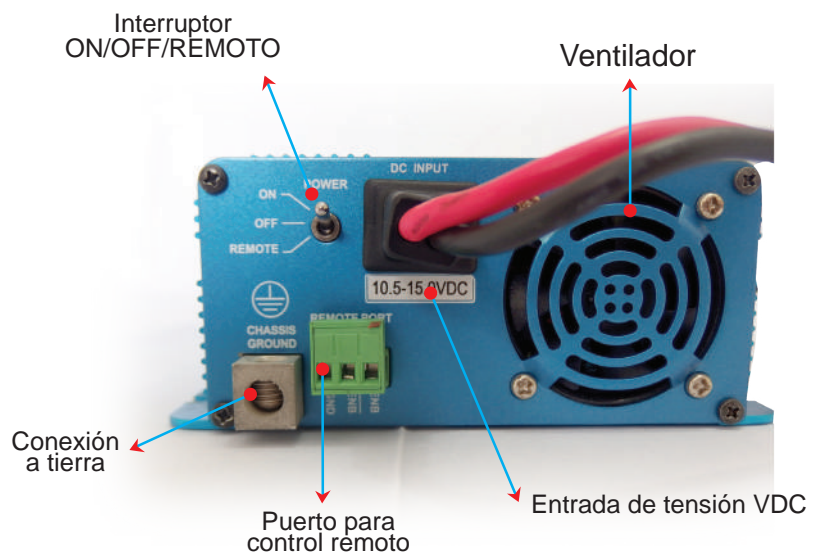
**Sobrecarga:** De igual forma el inversor se apagará si la potencia de la carga es mayor a la potencia que soporta el inversor, y también un led o un sonido pueden indicar que se están conectando muchas cargas o una carga con una potencia mayor a la especificada.

**La temperatura** del equipo o de los equipos conectados, cuando la temperatura del equipo es demasiado alta, éste lo indicara para poder verificar lo que está pasando y corregir el problema.

A continuación se menciona cómo se puede identificar los fallos en diferentes tipos de inversores.

#### Inversor COTEK SK350

Maneja una tensión de entrada de 12VDC y de salida 110 VAC, tiene una eficiencia de 90%, la temperatura de este dispositivo se controlada mediante un ventilador de enfriamiento el cual ayuda a mantenerlo en una temperatura de trabajo moderada, además incluye protección contra cortocircuito, entrada de bajo voltaje, entrada de sobre voltaje, sobrecarga, alarma de descarga de la batería y sobre temperatura.

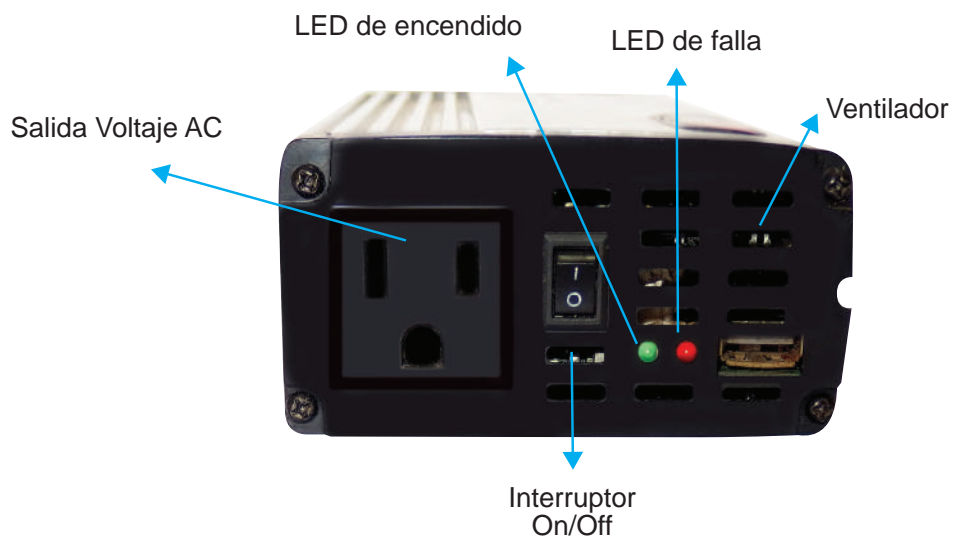




Este inversor posee un led de dos colores que indica el estado del mismo, éste además puede parpadear para indicar otro estado, a continuación se detalla los fallos que puede presentar.

LED VERDE	SEÑAL DE LED	ESTADO	SOLUCIÓN
CONSTANTE	————	Encendido OK.	
LED ROJO	SEÑAL DE LED	ESTADO	SOLUCIÓN
CONSTANTE	————	Cortocircuito error de conexión.	Revise el cableado de CA posible cortocircuito, reducir la carga.
PARPADEO (RÁPIDO)	.....	Sobre Voltaje de entrada.	Reducir la tensión de entrada.
PARPADEO (LENTO)	— — —	Bajo Voltaje de entrada.	Recarga de la batería. Verifique las conexiones y el cable.
PARPADEO (INTERMITENTE)	● ● ●	Temperatura elevada.	Mejore la ventilación. asegúrese que las aberturas del ventilador no estén obstruidas.

## Inversor ELITE 400W





Este inversor maneja una tensión de entrada de 12VDC y de salida 110 VAC, tiene una eficiencia del 90%, consta de una alarma sonora (interna para el inversor), cuando la alarma hace un zumbido, el inversor detecta que la batería está baja.

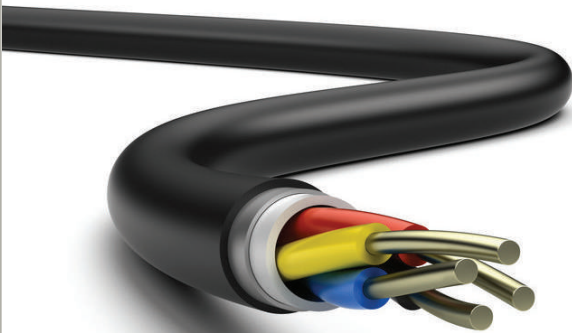
Posee dos leds en la parte posterior que indicaran los diferentes estados del inversor, especialmente cuando presenten problemas o fallas como a continuación se detalla:

PROBLEMAS Y FALLAS DEL INVERSOR		
PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
<b>Tensión de salida baja. Led de fallo (rojo) iluminado.</b>	Mal contacto con la batería. Terminales invertidos a la entrada de voltaje.	Limpie los terminales con mucho cuidado, nunca los junte podría producirse un cortocircuito. Vigilar que la polaridad sea la correcta (+ con + y - con -).
<b>No hay tensión de salida. No hay LEDs encendidos.</b>	<b>Fusible quemado.</b>	<b>Revise el fusible si está quemado, cambiarlo por uno del mismo tipo.</b>
<b>El inversor está apagado. LED de fallo (ROJO) iluminado.</b>	La tensión de la batería está por debajo de 10 voltios.	Esperar a que se cargue la batería.
	El Inversor está demasiado caliente (apagado térmico).	Permita que el inversor se enfríe. Compruebe si hay una ventilación adecuada. Reduzca la carga en el inversor.
<b>Sonido continuo de zumbido.</b>	La tensión de entrada está por debajo de 10,5 voltios.	Mantenga la tensión de entrada por encima de 10.5 voltios.
	Batería en mal estado Cables en mal estado.	Recargue la batería Inspeccione los terminales y apriete todas las conexiones.

### 5.2.4.5 Durabilidad

El inversor es un elemento electrónico muy sensible, que junto con las baterías, son los que más veces hay que reponer. Los cortocircuitos, cambios de temperatura, consumo excesivo y sobrecalentamiento provocan a menudo que disminuya su durabilidad, aunque un buen uso del sistema le puede dar longevidad de muchos años.

### 5.2.5 El sistema de cableado



Los cables son los elementos encargados de transportar la energía eléctrica.

La característica más importante para la elección del cableado más apropiado es el grosor (sección). Estos se encargan de transportar la energía eléctrica a los diferentes equipos de la instalación, por esto si pasa mucha energía, el cableado deberá ser más grueso.



**Comparando con el ejemplo del agua, a más agua transportada, mayor grosor debe tener el tubo.**

A la vez, cuanto más largo es el cable más energía se pierde por el camino por la resistencia que presenta el conductor.



**En el caso del agua, una parte del agua del río se va perdiendo por el camino: la gente que la utiliza para cocinar, beber en agua de regado, filtraciones, evaporación.**

En caso de ser necesario el uso de un tramo largo de cableado, los técnicos deberán recomendar la sección de cable más adecuado para la instalación.



Como en el agua, si el tramo de canalización es muy largo hay más pérdidas de agua que en un tramo corto.

### 5.2.5.1 Montaje

Al momento de realizar el montaje tomar en cuenta las siguientes características para minimizar la pérdida de energía:

**Longitud del cable:** Utilizar la mínima longitud posible de cable; las pérdidas aumentan con la distancia.

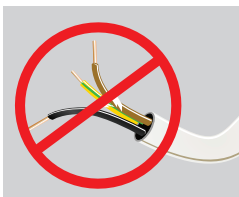
**Grosor del cable:** Grosor de cableado adecuado, nunca inferior al necesario ya que se sobrecalentaría.

**Protección:** No poner nunca directamente la parte metálica sola y poner borneras y taipes en las conexiones.

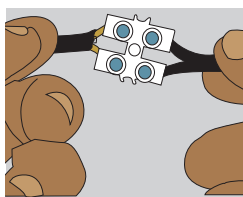
### 5.2.5.2 Mantenimiento

Para realizar un mantenimiento preventivo es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Revisar los cables con el objetivo de evitar cables pelados y posibles cortocircuitos.



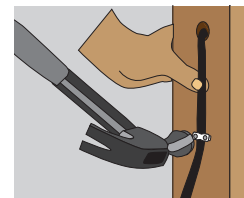
Tener cuidado que ciertos insectos no hagan casas o nidos en los cables o el gabinete, en caso de que esto suceda limpiarlos.



Revisar las conexiones eléctricas (empalmes).

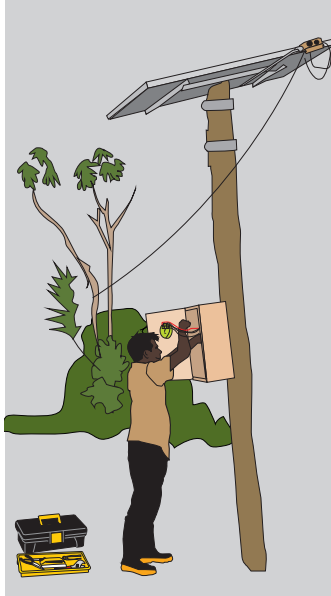


Trabajar siempre con el breaker cerrado y estar seguros de los aparatos que se conecten.

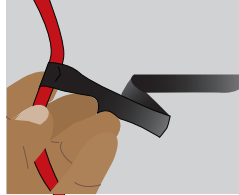


Tener mucho cuidado de no dañar el cable al poner las grapas o puntas.

Inspeccionar externamente el estado de las cajas de distribución.

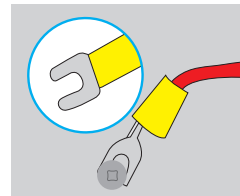
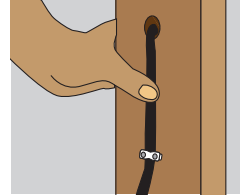


Siempre que haya un cable pelado o se haga un empalme, poner cinta aislante (taipe) para que no puedan hacer daño y no haya cortocircuitos.



Verificar que las conexiones estén en buen estado.

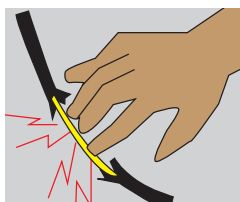
Cuando haya que ubicar un nuevo cable o cambiar uno viejo, ponerlo bien fijado con grapas o puntas dobladas para que no se pueda jalar.



Si hay que hacer conexiones, usar terminales para que la conexión quede bien fijada y se pueda trabajar sin peligro.

### 5.2.5.3 Cuidados

Tener **MUCHO CUIDADO** con los cables pelados (Peligro de accidente, se podrían electrocutar).

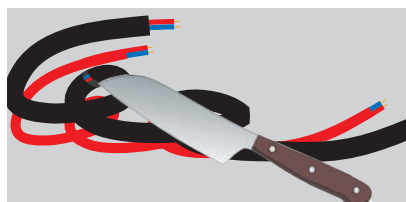


No jalar los cables, no colgarles cosas, ni jugar con ellos (se podrían romper las conexiones y dejar de funcionar).

No es recomendable mover los cables del sitio original de la instalación, se pueden producir cortocircuitos.



No poner los cables cerca de objetos cortantes o punzantes (se podrían pelar).



Tener cuidado de no cortocircuitar los cables.



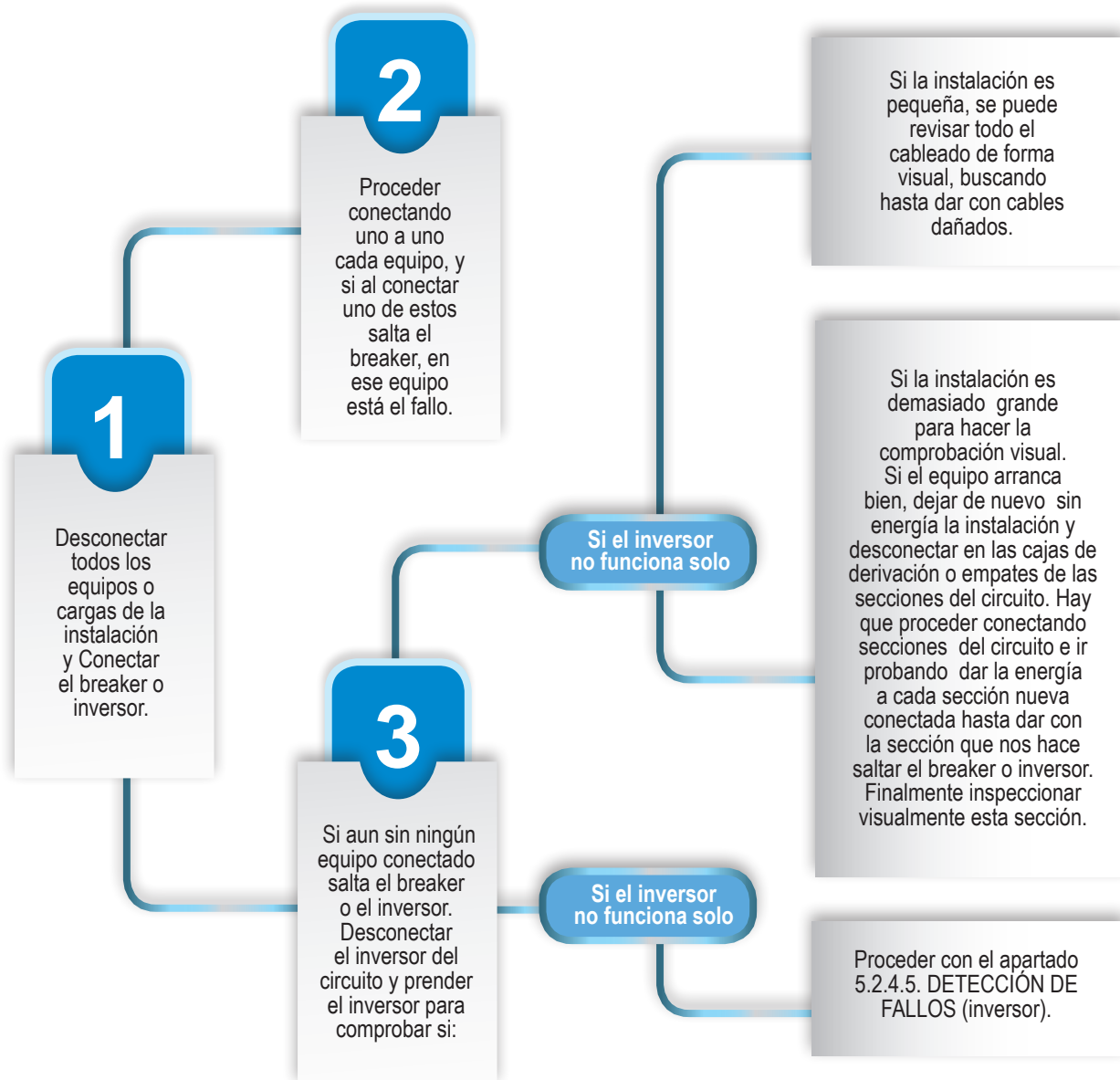


### 5.2.5.4 Detección de fallas

Es frecuente que los cables se suelten, así que es importante que los cables estén bien conectados, revisa que estén sueltos, o que se han roto. Esto se puede comprobar visualmente.

Raramente se encuentran estos fallos en el cableado, aunque sí es posible que puedan romperse. Principalmente podemos observar 2 tipos de problemas relacionados a estos:

**Cortocircuito:** Dos cables en AC o con polaridad distinta en DC se tocan entre sí las partes metálicas. Saltaran las protecciones de la instalación o del inversor. Para detectar donde se encuentra el cortocircuito se recomienda una manera de proceder:





**Interrupción de la corriente o intensidad:** No hay paso de corriente o intensidad a través del cable a causa su fractura. Esta falla puede detectarse mediante la comprobación de la continuidad, por medición con el multímetro.

### 5.2.5.5 Durabilidad

Los cables son un elemento económico, pero si no se cuidan debidamente pueden romperse fácilmente. Por eso es muy importante seguir los consejos de mantenimiento y cuidados para los cables.

## 5.2.6 La carga

Todo aparato y elemento que consume energía es nombrado como carga. Se diferenciarán los que trabajan a 110VAC en Ecuador, son la mayoría de los que se pueden comprar, pensados para usar en los sitios donde llega la energía convencional, y los que trabajan a 12VDC como los focos especiales de 12VDC.



Las características de las cargas que debemos tomar en cuenta al momento de conectar en el sistema son los siguientes:

**Tensión y tipo de corriente (V):** El primer parámetro que debemos conocer a partir del manual del aparato o de la placa que estos tienen grabada, es la tensión (o voltaje) de trabajo (12V, 24V, 110V, 220V) y el tipo de corriente que usan (DC o AC). Eso nos servirá para saber si se pueden conectar a la toma de corriente o al regulador.

**Potencia (W):** Está indicada en el manual de instrucciones del aparato o en la placa de características, sin embargo algunos casos no se expresa la potencia en W pero se sabe la Tensión y la intensidad nominal. En este caso se puede saber la potencia aproximada de consumo aplicando la fórmula de la potencia mencionada en capítulos anteriores.



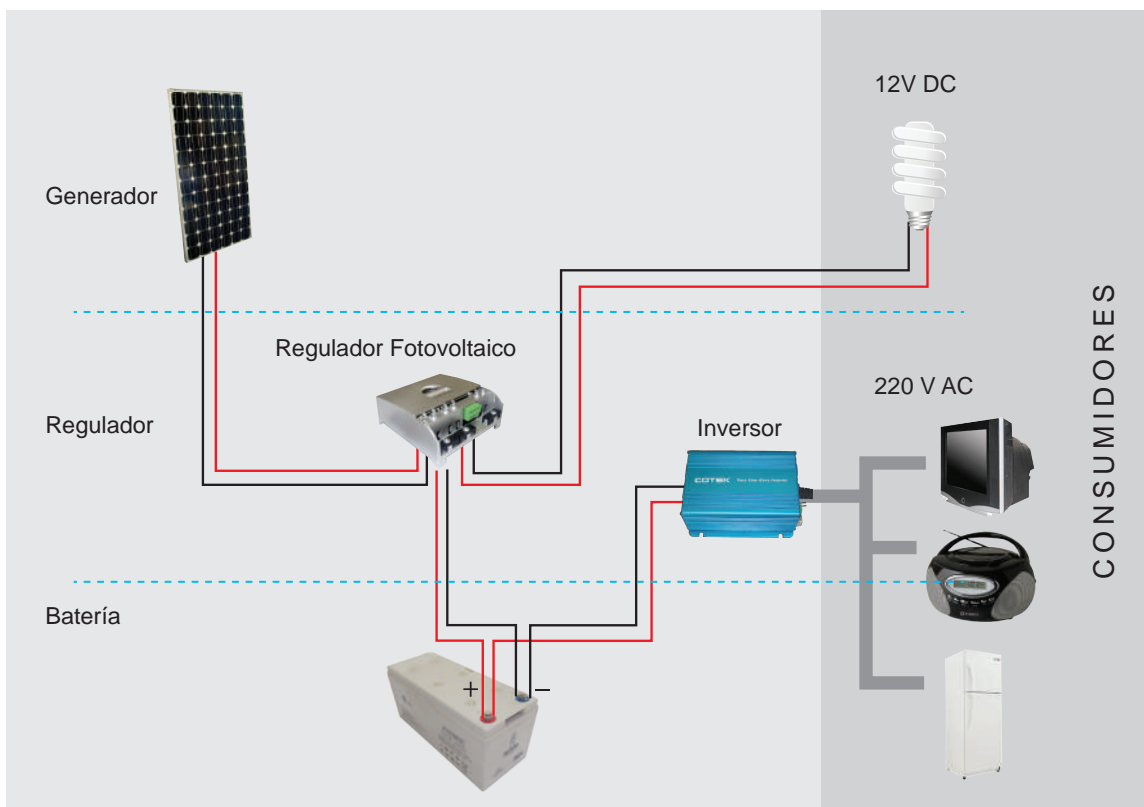
Es necesario conocer este valor, puesto que permite saber si es posible conectarlo al inversor, también permite saber durante cuánto tiempo es posible utilizarlo según la energía que consume. Para que esto suceda, la potencia de la carga siempre deberá ser menor que la aceptada por el inversor.

### 5.2.6.1 Montaje

Al momento del montaje de cualquier de estos elementos es necesario:

- Vigilar la polaridad de aparatos o cargas que funcionen en corriente continua. Si la energía es alterna, no será necesario.
- Los elementos que no funcionen con toma de corriente (ya sean en AC o en DC) es recomendable poner un interruptor o breaker para evitar que se puedan quedar siempre prendidos (sería tanto en el caso de los focos como en el de la radio de comunicación).

Hay que recordar que las luces de toda la instalación funcionan con corriente continua y estas deben estar conectadas a la tercera conexión del regulador, ya que estas funciona con los equipos que trabajan en continua como las radios de comunicación o los focos que se utilizan para estas instalaciones.

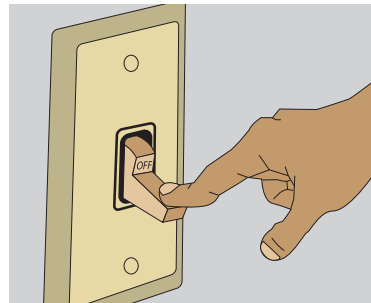
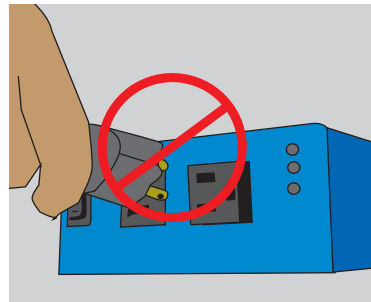




### 5.2.6.2 Mantenimiento

El mantenimiento de las cargas no es muy complicado, pero se debe tener las siguientes recomendaciones:

- No enchufar ningún equipo de potencia superior al inversor, ya que se dañaría.
- Prender los focos sólo cuando sea necesario ya que la batería se descarga.
- Si un foco se daña, cambiarlo por otro de iguales características.
- Usar focos de ahorro a 12VDC, de esa manera se descargan menos las baterías (1 foco normal consume igual que 5 focos de ahorro, y hace la misma luz un foco normal que uno de ahorro equivalente).
- Mantener limpios los focos para que no disminuya su luminosidad. Para realizar la limpieza de los focos apague el sistema accionando el breaker que se encuentra en el gabinete, luego saque los focos girándolos desde la base de plástico, no de la parte del vidrio del foco y realice la limpieza con un trapo seco.





## 5.2.7 Protecciones

### 5.2.7.1 Breakers o disyuntores

El breaker sirve para evitar sobre voltajes que pueden dañar equipos eléctricos o electrodomésticos que se estén usando, evita que un voltaje superior dañe los circuitos, en el caso que el voltaje sea superior el breaker se desconectará (saltará), así mismo puede ser usado como un interruptor para desconectar o conectar.



El disyuntor está calibrado para trabajar dentro de ciertos parámetros de corriente, cuenta con un voltaje máximo de trabajo así como una intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir.

Hay disyuntores para corriente continua, pero los más usados son los de corriente alterna.

### 5.2.7.2 Fusibles

Los fusibles son pequeños dispositivos que permiten el paso constante de la corriente eléctrica hasta que ésta supera el valor máximo permitido, cuando esto sucede, entonces el fusible, inmediatamente, cortará el paso de la corriente eléctrica evitando así algún tipo de accidente, protegiendo los aparatos eléctricos de estropearse.

El mecanismo que posee el fusible para cortar el paso de la electricidad consta básicamente en que, una vez superado el valor establecido de corriente permitido, el dispositivo se derrite, abriendo el circuito, lo que permite el corte de la electricidad.





Por lo general, los fusibles están instalados entre la fuente de alimentación eléctrica y el circuito que se quiere electrificar, y consta de un hilo que, a medida que la corriente eléctrica pasa, se calienta. Por lo tanto, cuando uno de estos dispositivos se quema, entonces significa que alguna parte del aparato ha consumido más electricidad de la necesaria, siendo necesaria una revisión completa de éste y una reposición del fusible quemado por uno de las mismas características.

### 5.2.7.3 Mantenimiento

Las protecciones no necesitan ningún mantenimiento especial, sin embargo, se debe estar atento a su funcionamiento.

1

Si algún breaker salta, debemos desconectar los aparatos eléctricos que están consumiendo para verificar cuál de los aparatos es el que está generando el problema.



2

No es recomendable manipularlos (encender/apagar) sólo en el caso que sea necesario.



3

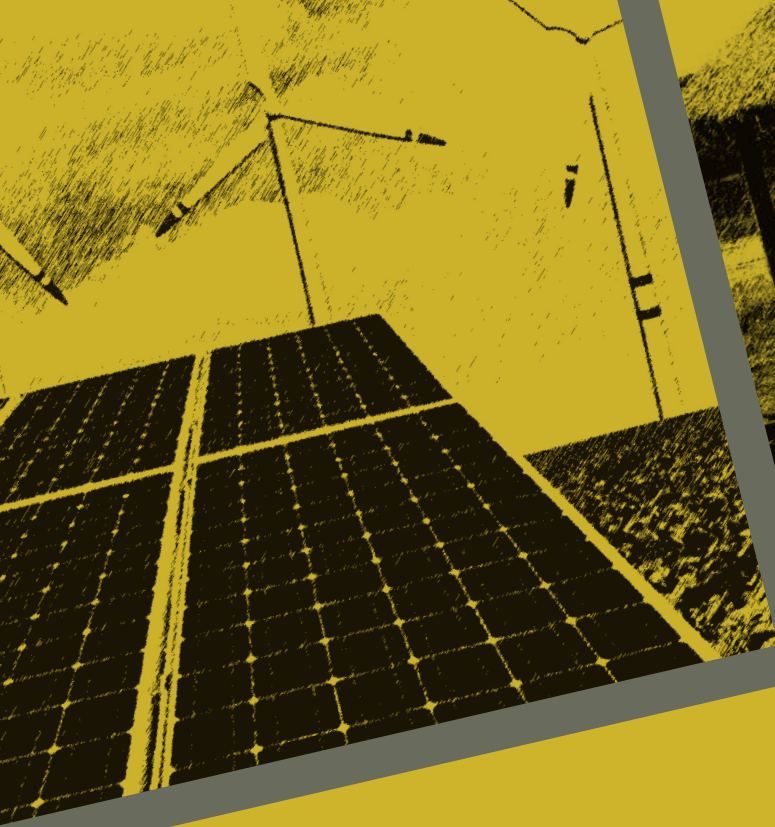
En el caso que un fusible se queme es necesario cambiarlo, se recomienda hacer este cambio con todo el sistema desconectado.



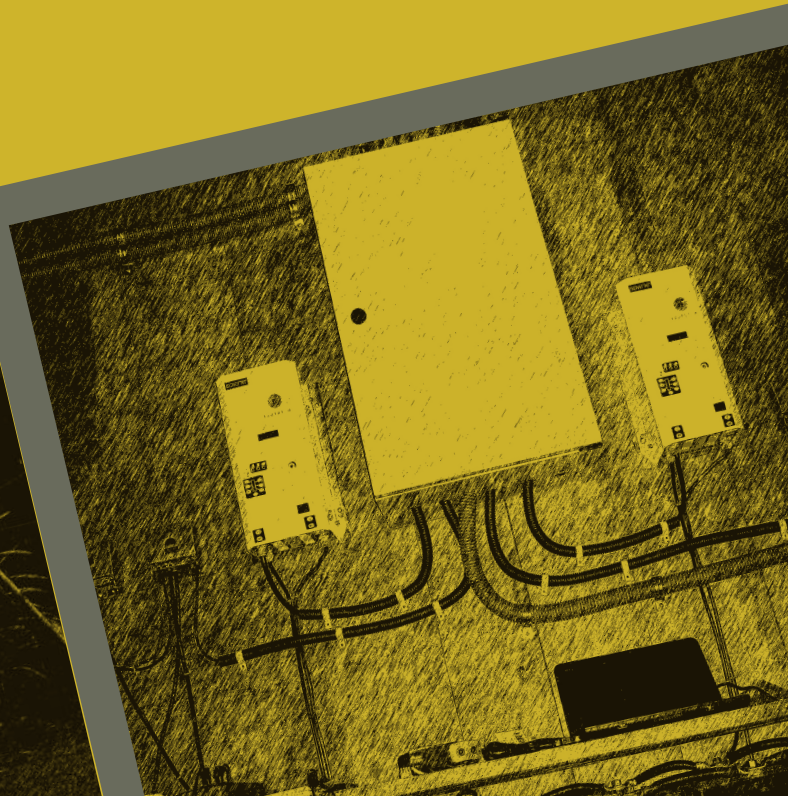


## ANOTACIONES

A large, empty rectangular area with a light gray background and a thin blue border, intended for taking notes.



# 6 SISTEMAS INDIVIDUALES

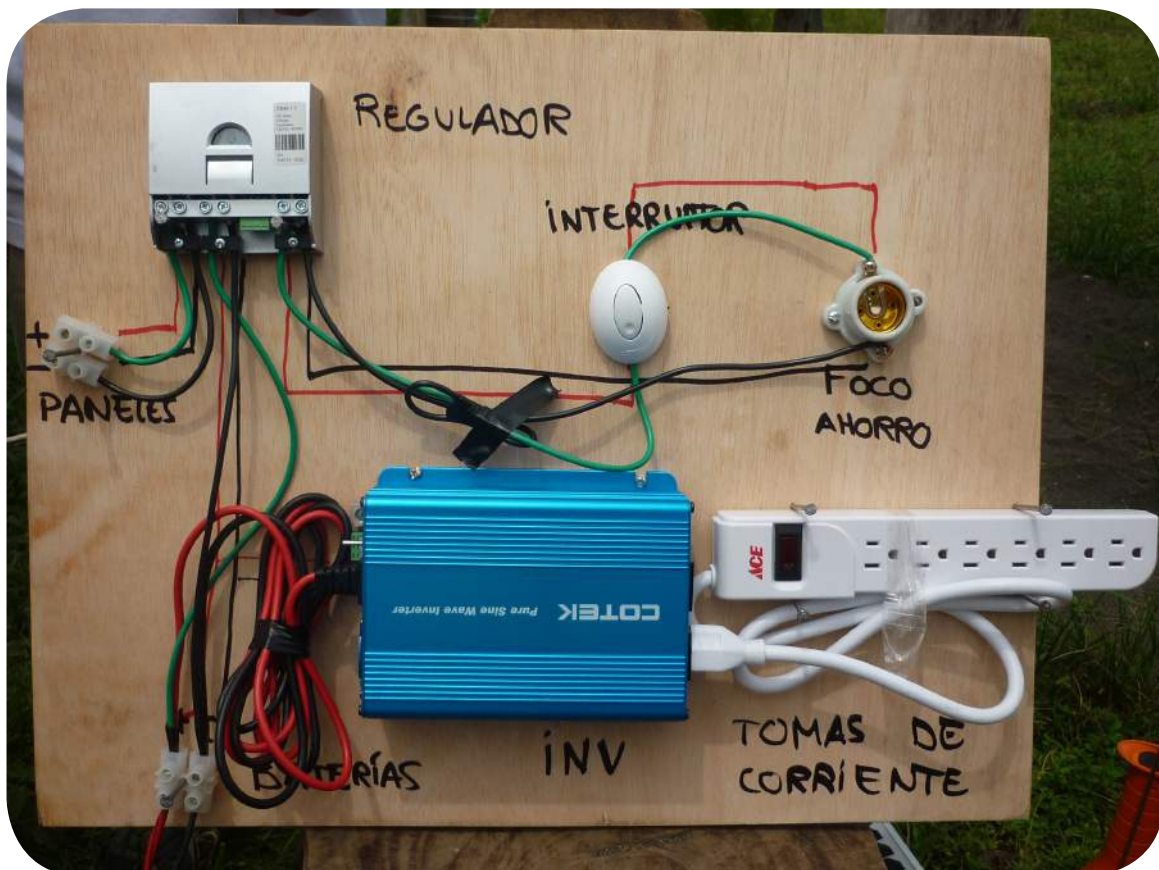




## 6 Sistemas individuales

Los **sistemas individuales** son las configuraciones más comunes y sencillas, constan básicamente de los componentes generales que hemos visto anteriormente, conectados de manera que abastece a un solo punto de consumo.

Generalmente, cuando se habla de un sistema solar fotovoltaico se está hablando de un sistema individual, el cual, como se mencionó anteriormente, permite aprovechar la energía solar fotovoltaica en energía eléctrica.

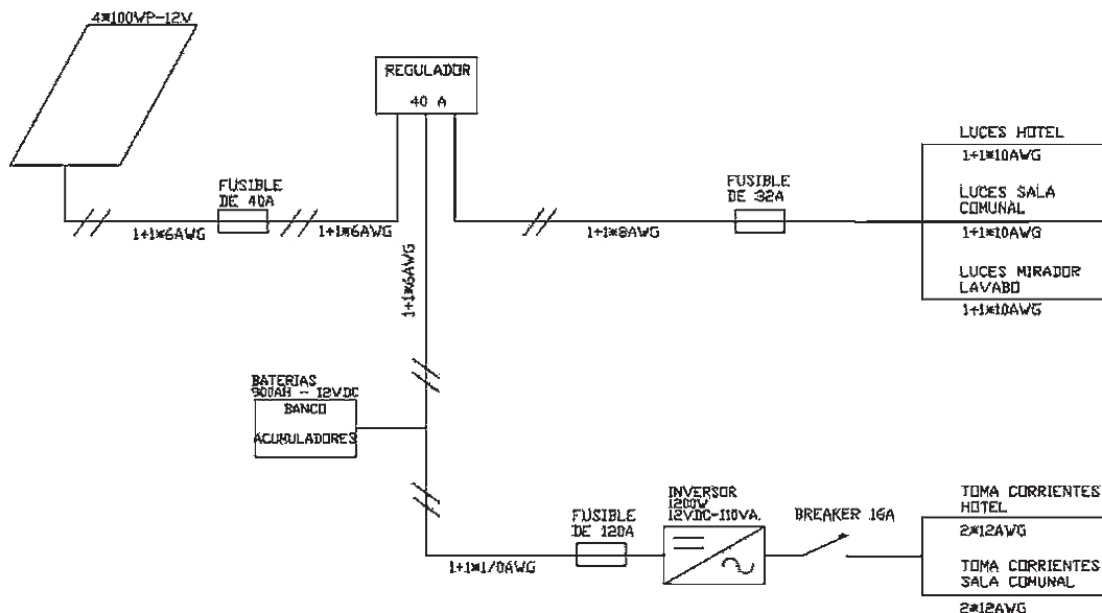




## 6.1 Características, funcionamiento y esquemas de montaje

Un sistema individual generalmente es usado para lugares donde se requiera dar energía eléctrica de forma descentralizada, estableciendo un punto de generación en cada punto de consumo. Por ejemplo uno para cada casa en una comunidad. Se lo emplea generalmente cuando en una comunidad se encuentran muy separadas las viviendas una de otra y no es viable por costos económicos y/o ambientales instalar un sistema en microrred. Estos sistemas no tienen tendido eléctrico.

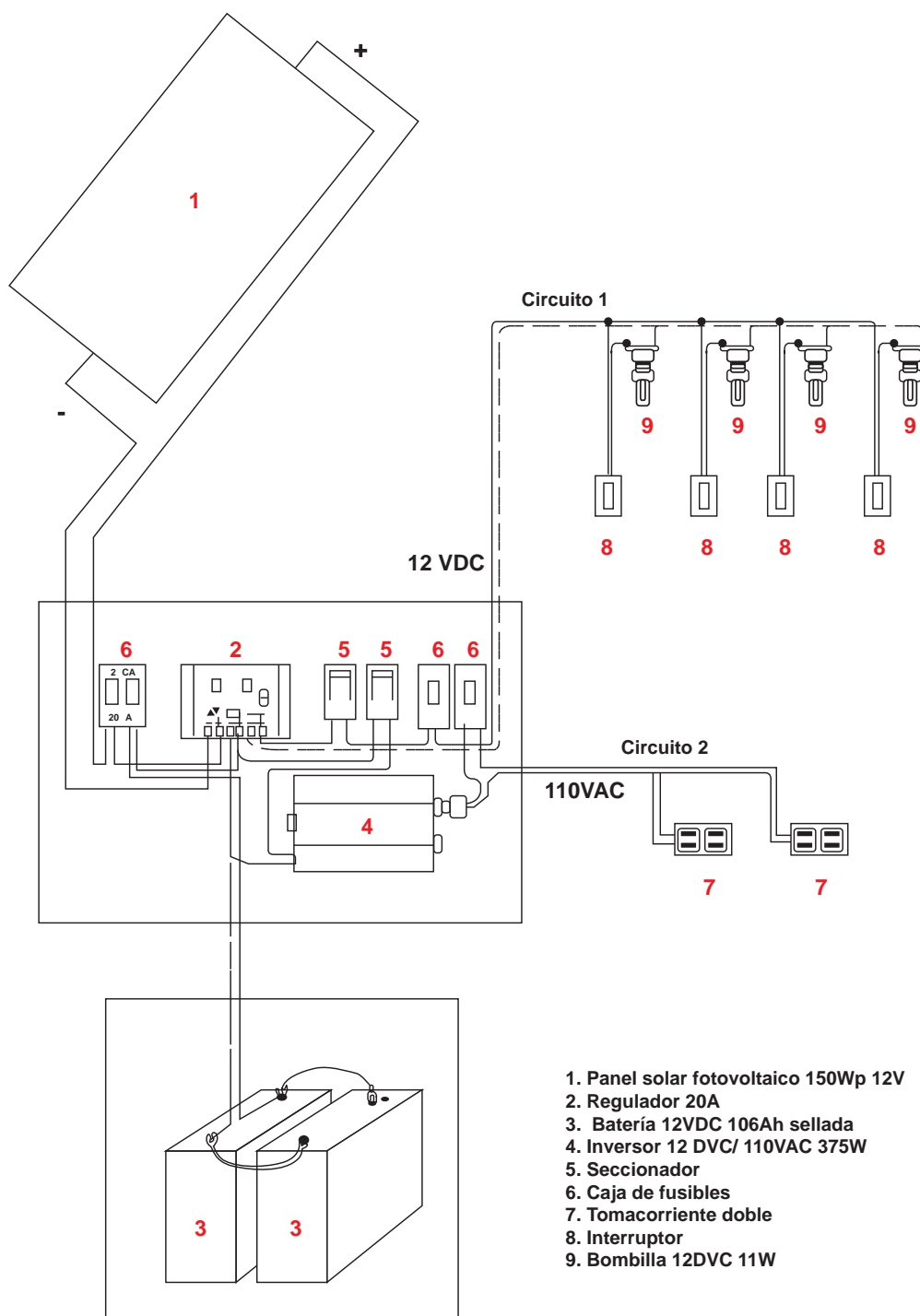
Al constar de pocos elementos estos se les puede encontrar encajados en un gabinete, o en algún pequeño armario adaptado en la misma construcción que se piensa abastecer. Cabe recordar que hay que asegurar el aislamiento mecánico y eléctrico con los usuarios a la vez que se facilita una ventilación que permite mantener los equipos con una temperatura no muy alta que haría bajar su eficiencia.





Estos sistemas permiten almacenar menos energía que un sistema en microrred, ya que en sistema individual solo se colocan las baterías necesarias para una casa. Como se mencionó anteriormente, los elementos que forman parte de un sistema individual son los mismos que ya hemos estudiado, con el mismo funcionamiento y función específica para la generación de electricidad a través de la energía solar.

En el siguiente gráfico se puede ver un esquema de todo un sistema individual integrado para generar energía eléctrica.



- 1. Panel solar fotovoltaico 150Wp 12V
- 2. Regulador 20A
- 3. Batería 12VDC 106Ah sellada
- 4. Inversor 12 DVC/ 110VAC 375W
- 5. Seccionador
- 6. Caja de fusibles
- 7. Tomacorriente doble
- 8. Interruptor
- 9. Bombilla 12DVC 11W





## 6.2 Recomendaciones para la operación y mantenimiento

Para un correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico individual es muy importante seguir las recomendaciones de operación de cada uno de los elementos que fueron mencionados en los capítulos anteriores.

De la operación que realice el usuario último de la energía dependerá la vida útil del sistema individual. Es entonces importante que los técnicos y técnicas comunitarios hagan acuerdo a los usuarios de las limitaciones y cuidados que deben tener. Recordamos algunas de las cosas que hay que evitar por parte de los usuarios.

- 1 Lanzar objetos contundentes a los paneles.
- 2 Tocar las conexiones de los paneles y provocar un cortocircuito.
- 3 Lavar los paneles con objetos abrasivos o cepillos de metal.
- 4 Colocar cosas encima de los paneles, eso disminuye su captación solar y su rendimiento.
- 5 Tocar los botones de los equipos si se desconoce su función.
- 6 Mojar el sistema para lavarlo.
- 7 Conectar equipos en corriente alterna a las fuentes de energía en corriente continua o viceversa.
- 8 Conectar equipos aunque superen la potencia del inversor.
- 9 Colocar bombillas en corriente alterna aunque deban funcionar en corriente continua.
- 10 Conectar equipos de los que se desconozca su potencia o que estén en mal estado, ya que saltarán las protecciones.
- 11 Colgar ropa de los cables.
- 12 Hacer conexiones extras sin la ayuda del responsable técnico.
- 13 Conectar un generador extra al sistema fotovoltaico.
- 14 Jugar con las tomas de corriente, interruptores o breakers.
- 15 Cambiar de posición una instalación sin la ayuda del responsable técnico.



Así mismo es muy importante realizar un mantenimiento preventivo de cada elemento que puede ser facilitado por los técnicos y técnica comunitarios. En la siguiente tabla se muestra algunas recomendaciones de mantenimiento generales que se debe dar a cada uno de los equipos del sistema solar individual.

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
 <p><b>PANELES SOLARES</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar que los paneles estén limpios.</li> <li>2. Identificar si hay ramas de los árboles que hagan sombra a los paneles.</li> <li>3. Comprobar visualmente el buen estado físico de los paneles.</li> <li>4. Chequear voltaje en circuito abierto de los paneles (Voc).</li> </ol>
 <p><b>REGULADOR</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar el buen estado físico del regulador.</li> <li>2. Chequear voltajes en sus borneras.</li> <li>3. Comprobar la buena sujeción del cableado.</li> <li>4. Si es necesario desconectar el regulador recuerda desconectar primero los paneles, el inversor y las cargas, y ultimo las baterías. Al reconectar, lo primero que se debe conectar son las baterías.</li> </ol>
<p><b>BATERÍA</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar el buen estado de los bornes de conexión y aplicar grasa si procede.</li> <li>2. Chequear el voltaje de la batería desconectada del regulador y del inversor.</li> <li>3. Comprobar que la batería tenga marcas de haber soltado líquido.</li> </ol>
<p><b>INVERSOR</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar a través de sus indicadores el funcionamiento normal del equipo.</li> <li>2. Evitar que los insectos entren en su interior.</li> </ol>



## 6.3 Criterios de seguridad

Durante el manejo y el mantenimiento de un sistema solar fotovoltaico es muy importante tener en cuenta criterios de seguridad, los cuales, en gran medida, pueden garantizar un buen funcionamiento del sistema, permiten evitar posibles daños en los equipos y principalmente en las personas que conviven con el sistema. Recordemos que tan peligrosa es la electricidad a 12 voltios como a 120 voltios, y que una de las partes más importante para la seguridad de las personas de una instalación eléctrica es la manera en que el instalador deja los equipos y circuitos instalados. El mismo instalador, a la hora de chequear instalaciones o de hacerlas, sufre un riesgo muy alto al que hay que estar siempre pendiente.

Vamos a listar criterios generales de seguridad que hay que tener en cuenta a la hora de instalar o dar mantenimiento de un sistema.

- Para hacer nuevas instalaciones **hay que conocer bien los equipos y materiales**, no olvidar revisar hojas de características y manuales.
- Cuando se vaya a realizar el mantenimiento, el responsable técnico **no podrá estar bajo los efectos del alcohol, puede ser peligroso para él y para el sistema.**
- **No se debe tocar los botones** de los equipos si se desconoce su función.
- Para realizar las instalaciones y cableados **usar borneras para las conexiones y cajas de derivación** para hacer nuevas ramas del circuito principal.
- Para realizar una instalación **se deberá tener los zapatos puestos, esto sirve como aislante y puede impedir pequeñas descargas eléctricas.**
- No se debe dejar que manipulen los equipos personas sin autorización.
- **Ordenar los circuitos** tanto exteriores como los que van dentro de los gabinetes, **el orden ayuda a que en futuras revisiones se identifiquen más rápido y mejor las fallas.**
- Siempre que se realice una conexión en continua, se debe **vigilar que no ocurra una inversión de polaridad**, esto podría dañar los equipos.
- Vigilar **para no conectar equipos en corriente alterna** a las fuentes de energía en corriente continua o viceversa.
- **Comprobar las conexiones** halando de los cables una vez ajustadas, en especial los terminales de baterías y toda la parte que funciona en corriente continua y conduce más intensidad.
- **No conectar equipos de los que se desconozca su potencia**, que estén en mal estado, o que su suma supere la potencia del inversor.



A continuación detallamos algunos de los posibles problemas en nuestra instalación:

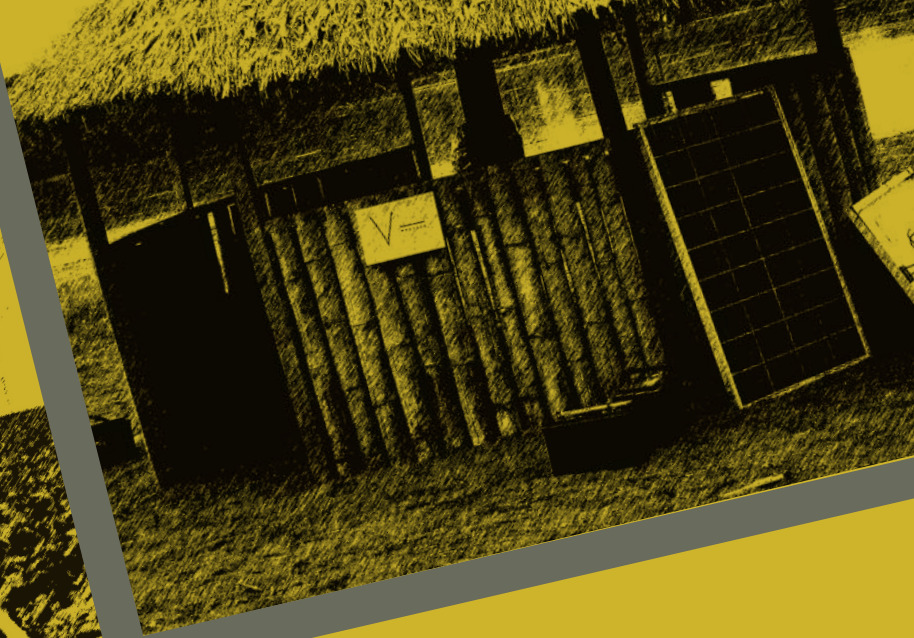
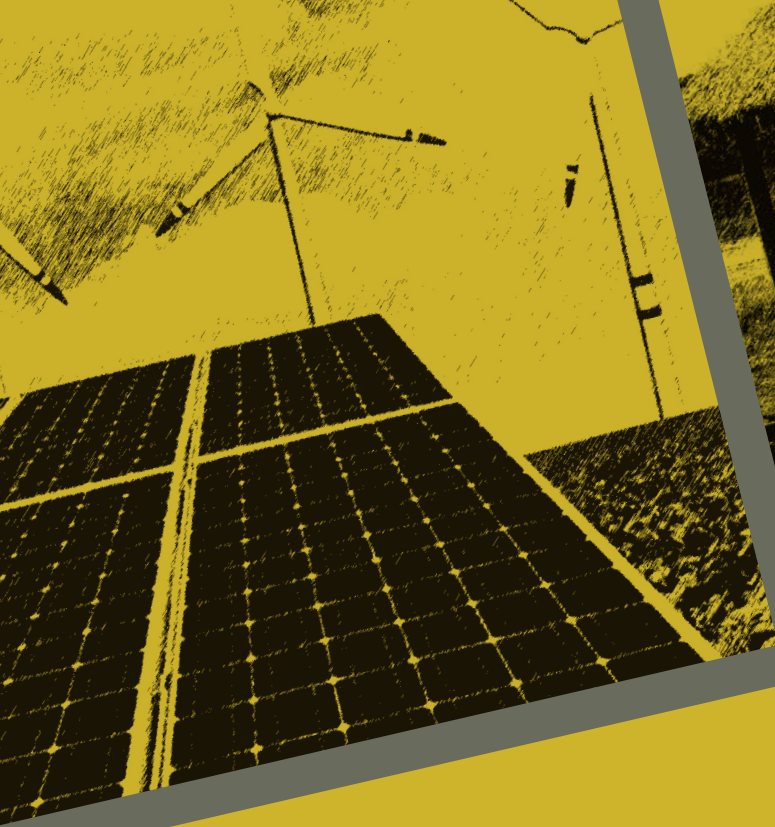
PROBLEMA	CAUSA POSIBLE	TÉCNICO COMUNITARIO: ¿QUÉ HACER?
<b>El consumo de agua destilada de las baterías es más alto de lo normal.</b>	Hay algún cable cortado o desconectado o cortado.	Aplicar las recomendaciones de verificación de fallos, en el caso que sea por alguna razón vista anteriormente, caso contrario solicitar ayuda al responsable.
	Los paneles están bajo sombra.	Eliminar la sombra.
	Algún panel está roto.	Solicitar al responsable por el cambio o reparación del panel.
	El nivel del electrolito de la batería es bajo.	Agregar agua destilada, tener en cuenta que si las baterías están consumiendo más agua de lo normal podría haber algún problema del sistema.
	Hay un problema en el regulador y este no desconecta los paneles cuando las baterías están totalmente cargadas.	Solicitar al responsable por el cambio o reparación del regulador.
	Hay una pérdida de electrolito a través de alguna fisura en las paredes de la batería.	Solicitar al responsable por el cambio o reparación de la batería.
<b>Se corta el suministro de corriente alterna.</b>	La temperatura de las baterías está demasiado alta.	Verificar la ventilación de las baterías, en el caso no encontrar el problema, Solicitar al responsable por el cambio o reparación de la batería.
	Algún conductor se ha cortado o desconectado.	Apagar todo el sistema e identificar el conductor cortado o desconectado, solicitar al responsable por el cambio o la reparación.



PROBLEMA	CAUSA POSIBLE	TÉCNICO COMUNITARIO: ¿QUÉ HACER?
<p><b>El nivel de carga de las baterías esta generalmente bajo.</b></p>	<p>Se está consumiendo más energía que la prevista.</p>	<p>Reducir el consumo de energía.</p>
	<p>Los días han estado nublados y los módulos han producido poca energía eléctrica.</p>	<p>Reducir el consumo de energía.</p>
	<p>Hay problemas en las baterías.</p>	<p>Aplicar las recomendaciones de verificación de fallos, y comunicarse con la Empresa Eléctrica.</p>
	<p>Hay problemas en el regulador.</p>	<p>Aplicar las recomendaciones de verificación de fallos, y comunicar a la Empresa Eléctrica.</p>
	<p>Hay algún cable cortado o desconectado.</p>	<p>Desconectar todo el sistema, y aplicando las recomendaciones d seguridad sustituir por una de iguales características si se dispone. En cualquier caso, informar a la Empresa Eléctrica.</p>
	<p>Los paneles están bajo sombra.</p>	<p>Eliminar la sombra.</p>
	<p>Algún panel está roto.</p>	<p>Cambio o reparación del panel Informar a la Empresa eléctrica.</p>
	<p>El nivel del electrolito de la batería es bajo (baterías con mantenimiento).</p>	<p>Agregar agua destilada, tener en cuenta que si las baterías están consumiendo más agua de lo normal podría haber algún problema del sistema.</p>



<b>Se corta el suministro de corriente alterna.</b>	Algún conductor se ha cortado o desconectado.	Apagar todo el sistema, identificar el conductor cortado o desconectado, sustituir por una de iguales características. En cualquier caso informar a la Empresa Eléctrica.
	Se ha quemado algún fusible o ha saltado un breaker.	En el caso que sea un fusible desconectar todas las cargas y remplazar el fusible quemado o subir el breaker.
	El inversor se ha desconectado por sobrecarga o cortocircuito.	En el caso que vuelva a saltar proceder como en 5.2.5.5 DETECCIÓN DE FALLAS (Cableado).
		Proceder como en el 5.2.5.5 DETECCIÓN DE FALLAS (Cableado).



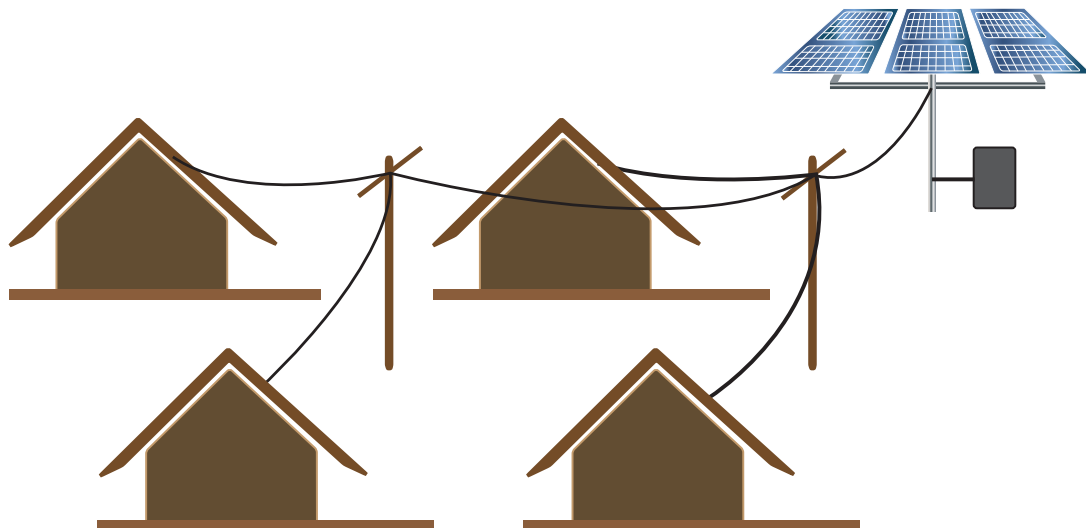
# 7 SISTEMA DE MICRORRED





## 7 | Sistemas de microrred

Una microrred de generación solar es un conjunto de sistemas solares fotovoltaicos centralizados (casa de luz) que permiten obtener mayor potencia de generación eléctrica que un sistema individual, lo cual permite proporcionar electricidad a varias viviendas. Generalmente se lo aplica en comunidades donde varios hogares se encuentran próximos entre sí o en pequeñas comunidades donde ya se disponga de redes de distribución.



En un sistema en microrred es muy importante que exista una baja dispersión de las viviendas de la comunidad, es decir, que no se encuentren muy alejadas una de otra, con lo cual no se usan más componentes y las pérdidas eléctricas son menores.

La creación de un sistema en microrred de generación y distribución de energía provoca una mayor unión entre la comunidad. Al ser las instalaciones públicas y para el uso de la comunidad, se crea una conciencia de grupo, ya que el cuidado personal y el buen uso individual de los servicios irán en favor del resto de los habitantes.





Además, es muy importante mencionar que en una microrred, el mantenimiento es más fácil ya que al estar todos los equipos en el mismo lugar, (casa de luz) es más fácil y rápido dar con el problema y la solución, con lo cual ya no sería necesario que el técnico comunitario se desplace a cada vivienda con sistema individual en la que hubiera un problema.

## 7.1 Características, funcionamiento y esquemas de montaje

La Microrred de generación solar está formada por:

- **La planta de generación (casa de luz):** Donde se genera la electricidad a través de los paneles solares.
- **La red de distribución:** Mediante la que se reparte esta energía a cada una de las viviendas e instalaciones comunitarias.
- **La instalación receptora de demanda:** incluye la instalación eléctrica y los aparatos eléctricos de las viviendas.

La diferencia entre la microrred y los sistemas individuales es que en la microrred, los paneles solares, el regulador, el inversor y las baterías (planta de generación) se encuentran todas en un mismo sitio, en la Casa de la Luz que cuenta con un tendido eléctrico que transporta la energía hasta los puntos de consumo.

Desde la Casa de la Luz, la electricidad producida se distribuye a todas las viviendas conectadas a través de la red de distribución.

## 7.2 Equipo especiales microrred

En una microrred existen equipos que no se los utilizan en sistemas individuales y otros que sí, si bien son comunes en ambos sistemas algunos tienen diferente funcionamiento y mantenimiento.

Hay multitud de equipos y posibles configuraciones diferentes en la actualidad para sistemas en microrred. El nivel de complejidad para su manejo es normalmente más elevado que en los utilizados para sistemas individuales.



También aumenta el riesgo o peligro al operar estos sistemas ya que se trabaja con voltajes e intensidades más altas. Es por todo esto que se hace indispensable coordinar todas las acciones entre los responsables de la Empresa eléctrica y los técnicos comunitarios. Para que el técnico comunitario pueda maniobrar algún equipo, tendrá que haber recibido una formación específica sobre los equipos instalados y la autorización de los ingenieros de la empresa eléctrica.

A continuación revisaremos algunos de los equipos especiales de una microrred e indicaremos características generales para el uso en microrredes.

### 7.2.1 Paneles



Al igual que un sistema individual los paneles solares son los componentes que se encargan de recoger la energía del sol y transformarla en energía eléctrica. Sin embargo en una microrred, es necesario instalar un mayor número de paneles juntos debido a que la energía eléctrica debe ser la suficiente para distribuir a todos los hogares que forman parte del sistema, el número de paneles a instalar dependerá de las necesidades energéticas de la comunidad.

Los voltajes a los que se trabajara también serán habitualmente más altos y necesitan que los aislantes estén siempre en buen estado. Se deben revisar los anclajes de manera periódica, de igual manera la afectación de sombras y la limpieza. El resto de recomendaciones de mantenimiento y detección de fallas son similares a las explicadas en el apartado 5.2.1.5. DETECCIÓN DE FALLAS (paneles solares).



## 7.2.2 Las baterías

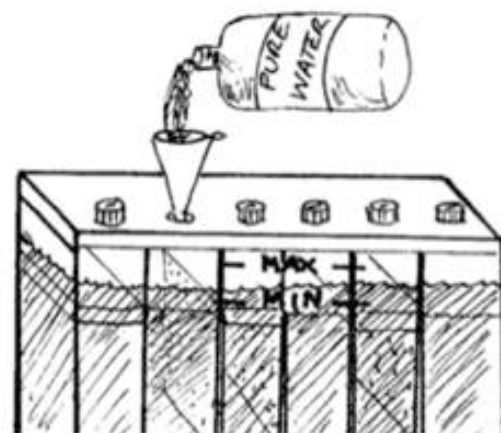
Las baterías cumplen el mismo funcionamiento que en un sistema individual (**almacenar la energía que se recoge durante el día para poder usarla cuando se necesite, y permitirnos pico altos de energía que no nos podrían dar los paneles**). En la mayoría de ocasiones son de diferente tipo ya que las más utilizadas son abiertas, se caracterizan por tener orificios de acceso a su interior con tapones removibles, los cuales permiten la verificación del nivel y densidad del electrolito por lo cual el usuario debe realizar un mantenimiento seguido.



### 7.2.2.1 Mantenimiento de baterías tubulares estacionarias

Se recomiendan los siguientes pasos para el mantenimiento de este tipo de baterías:

- Inspecciona una por una las partes superiores de los vasos de las baterías (donde están las conexiones). Esta parte tiene que estar limpia, sin líquidos, polvos ni arena. Si se encuentran sucios, límpialos con un trapo limpio y húmedo.





- Verifica que el nivel de electrolito esté entre el máximo y el mínimo. Si el nivel es bajo, rellena e iguala el nivel de los distintos vasos únicamente con agua destilada hasta la indicación de máximo. Realiza la operación con embudo de plástico o de cristal (nunca metálico), procurando no mojar ni los bornes ni las plaquetas de interconexión.
- Si hay mucha suciedad, quita las tapas teniendo mucho cuidado que la suciedad no se caiga dentro de los vasos y limpia las capas separadamente.
- Revisa que los bornes de las baterías no presenten signos de corrosión. Si es necesario, úntalos con vaselina para evitar la oxidación.
- Comprueba que las conexiones de las baterías estén debidamente apretadas. En caso contrario apretar (¡sin exagerar!).
- Verifica el estado de carga de la batería midiendo la densidad del electrolito.
- Revisa los aprietes de los tornillos de todas las platinas y conexiones.
- Controla que las “válvulas” (tapas que cubren el agujero en la parte superior de las baterías) estén en buen estado.

### 7.2.2.2 Detección de fallas

Para saber si las baterías de una microrred funcionan correctamente, es importante tomar en cuenta los siguientes parámetros.

**La densidad** de todos los vasos que componen baterías tiene que tener más o menos los mismos valores. Este valor tiene que ser alrededor de  $1.24 \text{ g/cm}^3$ . Valores por debajo de  $1.12 \text{ g/cm}^3$  indican problemas en el estado de las baterías. Diferencias muy grandes (más de  $0.02 \text{ g/cm}^3$ ) en los diferentes valores de los vasos indican también un problema.

Para saber si las baterías funcionan correctamente, se mide el voltaje con el multímetro. El voltaje de las baterías tiene que estar comprendido entre  $1,95 < V < 2,5$ .

El procedimiento para medir el voltaje en las baterías de una microrred es el mismo que un sistema individual. Desconexión de paneles y cargas y toma de muestra de voltaje estabilizado.

### 7.2.2.3 Durabilidad

La durabilidad de las baterías, como de muchos otros elementos, depende del modelo, la función, el uso y el mantenimiento que se les dé. Suelen tener una vida útil de entre 4 y 12 años. A pesar de ser uno de los primeros elementos que se debe reemplazar del sistema.



### 7.2.3 El regulador

Al igual que un sistema individual el regulador en una microrred cumple la misma función, **(controla la electricidad que los paneles generan, cuida las baterías evitando que se carguen o que se descarguen demasiado)**. En instalaciones grandes, como suelen ser las de microrred, pueden estar integrados con el inversor o separados en equipos autónomos.

En microrred es común también encontrar varios reguladores trabajando a la vez, recibiendo cada uno la energía de un grupo de paneles y cargando todos el mismo banco de baterías. Recordemos que las características clave de los reguladores son el voltaje al que puede trabajar y la intensidad que puede gestionar.

Suelen ser reguladores de tecnología avanzada (MPPT) que al menos con una pequeña pantalla indican el estado actual (cargando, en corte...), el voltaje de las baterías, algunos datos acumulados de energía o de picos máximos y mínimos de carga. Es muy importante disponer del manual de uso del regulador ya que estos suelen tener prestaciones que solo con el manual encontraremos.

Los parámetros de funcionamiento, el mantenimiento y la detección de fallos en un regulador serán los mismos que ya hemos visto de forma general en al . 5.2.2.4. DETECCIÓN DE FALLAS (regulador).



## 7.2.4 El inversor

Al igual que un sistema individual, el inversor en una microrred cumple la misma función (transforma la electricidad que viene de las baterías (Corriente Continua) en la electricidad que necesitan los equipos (Corriente Alterna), sin embargo en microrred es necesario disponer de inversores de más potencia, y en ocasiones tener 2 o más inversores en paralelo que trabajan coordinadamente.

De nuevo los inversores que son utilizados para microrredes suelen ser más potentes, de tecnología más avanzada y con una gran variedad de prestaciones. Pueden mostrar un gran número de información a través de sus pantallas, potencia pico entregada, voltajes de baterías mínimo y máximo, estado de entrega o recepción de energía, etc. A continuación dos ejemplos concretos de una parte de la información que puede mostrar el inversor.

### EJEMPLO 1

#### Representación gráfica de los flujos de energía





Posición	Símbolo	Denominación	Explicación
A		Batería	Símbolo de la batería
B		Dirección del flujo de energía	La batería abastece los equipos consumidores.
			La batería se está cargando.
C		Generador	Símbolo del generador
D		Relé de transferencia interno	El generador está desconectado de la red aislada.
			La red aislada está sincronizada con el generador. El generador abastece los equipos consumidores y carga la batería.
E		Dirección del flujo de energía	Los equipos consumidores se abastecen.
			Las fuentes de CA en la red aislada inyectan más energía de la que se consume en la red aislada.
F		Equipos consumidores en la red aislada	Símbolo para los equipos consumidores en la red aislada

## EJEMPLO 2

- LED apagado
- LED intermitente
- LED encendido

### Inversor

cargador		inversor
<input type="radio"/> mains on	on	<input checked="" type="radio"/> inversor "on"
<input type="radio"/> bulk	off	<input type="radio"/> sobrecarga
<input type="radio"/> absorption	charger only	<input type="radio"/> batería baja
<input type="radio"/> float		<input type="radio"/> temperatura

El inversor está encendido y suministra energía a la carga.

cargador		inversor
<input type="radio"/> mains on	on	<input checked="" type="radio"/> inversor "on"
<input type="radio"/> bulk	off	<input checked="" type="radio"/> sobrecarga
<input type="radio"/> absorption	charger only	<input type="radio"/> batería baja
<input type="radio"/> float		<input type="radio"/> temperatura

Se ha excedido la potencial nominal del inversor. El LED indicador de "sobrecarga" parpadea.

Existen también muchos accesorios que se puede conectar a estos inversores, para alternar el funcionamiento con un generador a diésel, para el control del consumo.



Tendremos que ver cómo está diseñada la instalación y si alguno de estos equipos adicionales requiere de un seguimiento por nuestra parte.

Los parámetros de funcionamiento, el mantenimiento y la detección de fallos en un inversor serán los mismos que encontramos en el capítulo 5.2.4.4. DETECCIÓN DE FALLOS (inversor).

## 7.2.5 Sistemas de control de la microrred

Actualmente existen multitud de posibilidades en la gestión/control de una microrred, se nombraran aquí algunas de las posibilidades.

El control más simple sería disponiendo de diferentes circuitos que nos permitan apagar algunos puntos de consumo cuando la energía almacenada en las baterías se va agotando. Esto se podría hacer desde la casa de luz por los mismos técnicos comunitarios, o de manera automática con un sistema de control que pueda medir el voltaje de las baterías desconectando y conectando los circuitos.

Existen sistemas de control por dispensadores de energía. Estos equipos permiten medir en cada punto de consumo de energía de la microrred, el consumo acumulado en un periodo establecido, por ejemplo en un día, se pueden programar para que desconecte el punto de la red si ha superado un límite marcado por los técnicos o en ocasiones que este codifique con la ayuda de una tarjeta que registra la información de cupo de energía de cada usuario. Así se distribuye el consumo para cada punto según la necesidad.

Otro modelo de control de microrred se consigue a través de una centralita (cerebro) que pueda comunicarse con los dispensadores que se colocan en cada punto de consumo, y puedan ir cambiando los límites de cada día.







Un paso más en la sofisticación de este control lo consiguen equipos capaces de comunicar estos dispensadores ubicados en cada punto de consumo con una central, que puede saber cuál es el estado de carga de las baterías, y ajustar los límites diarios que cada punto de consumo puede gastar.

Otros equipos importantes de control permiten la integración de diferentes fuentes de generación, como generadores a diésel o aerogeneradores (molinos de viento), y pueden hacer que trabajen en nuestra microrred de manera coordinada.

### **7.2.6 Protecciones (breakers)**

Los sistemas en microrred, al igual que los sistemas individuales, constan de protecciones (breakers, fusibles) que permiten evitar que se dañen los equipos eléctricos o electrodomésticos, sin embargo en una microrred generalmente se los ordena en cuadros de protección para cada zona, por ejemplo: cuadro de protección para la red de distribución, cuadro de protección para la planta (casa de luz).

Cada cuadro, si bien cumple la misma función de proteger, no cuentan con protecciones de las mismas características debido a que en cada zona se manejan diferentes parámetros energéticos (voltaje, intensidad). Estos breakers o fusibles deben estar bien señalizados.

### **7.2.7 Instalaciones internas**

Las instalaciones de cada punto de consumo de la microrred deben cumplir con las obligaciones establecidas en la normativa del país. La Empresa Eléctrica fiscalizará o desarrollará estas instalaciones. Es entonces muy importante que no hagan modificaciones en estas por los usuarios. Solo técnicos comunitarios en coordinación con la Empresa Eléctrica podrán hacer estos cambios.

El chequeo de instalaciones o la búsqueda de fallas si las puede hacer el técnico comunitario. Un método de identificación de posibles fallas la hemos visto ya en el apartado 5.2.5.4 DETECCIÓN DE FALLAS (Sistema de cableado).

El proyecto "Consolidación y promoción de la aplicación de sistemas descentralizados de generación eléctrica renovable en el norte amazónico Ecuatoriano", es apoyado por el Programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina (AEA) del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con el aporte financiero del Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia (MAEF).

Las ideas, planteamientos y formas de expresión de este documento son propios de/del/los autores/consultores y no representan necesariamente la opinión del IICA, AEA o el MAEF.



Con el apoyo de:

