



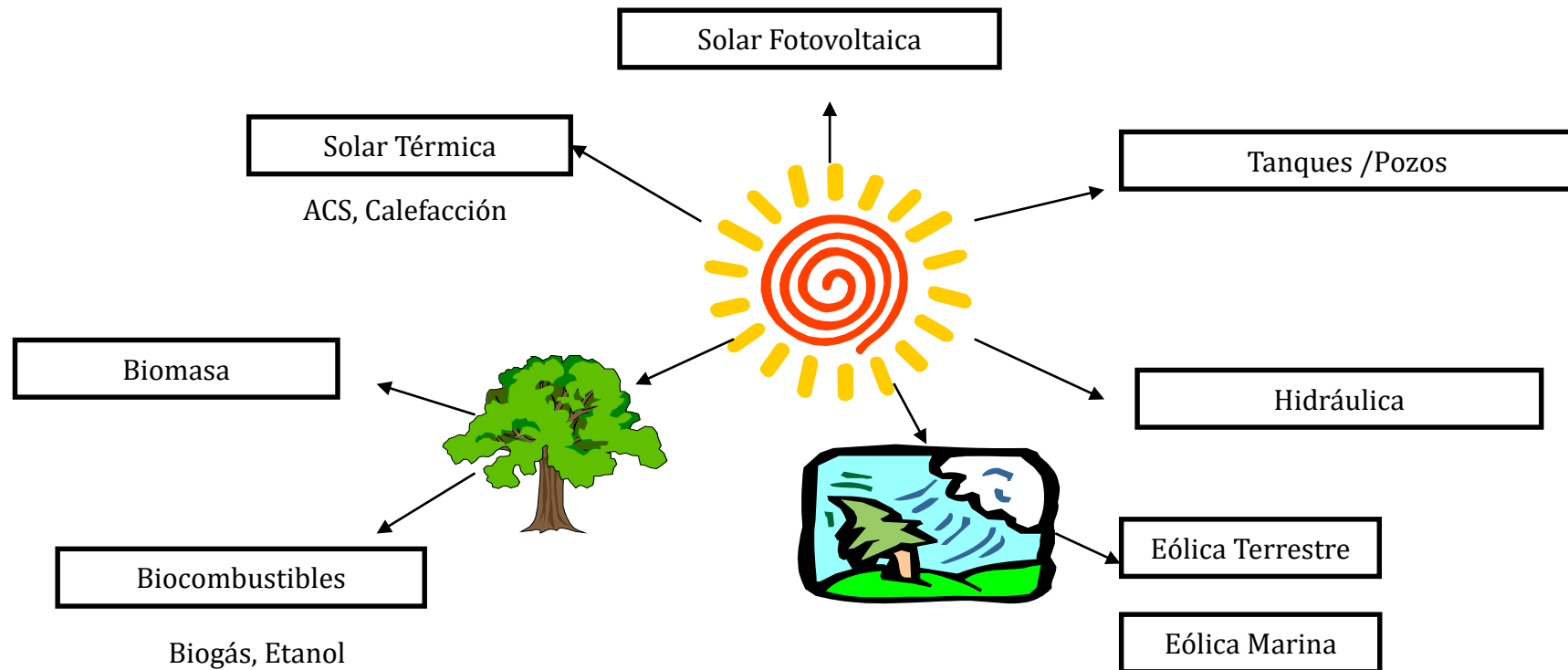
## **Tema 6. Baterías y células solares**

**6.1. Introducción y motivación. 6.2. Generadores de energía eléctrica renovable. 6.4. Células solares. 6.3. Tipos de baterías y su mantenimiento. 6.5. Aplicaciones en robótica móvil.**

**Enrique Miguel Tébar Martínez**



# Introducción y motivación.



---

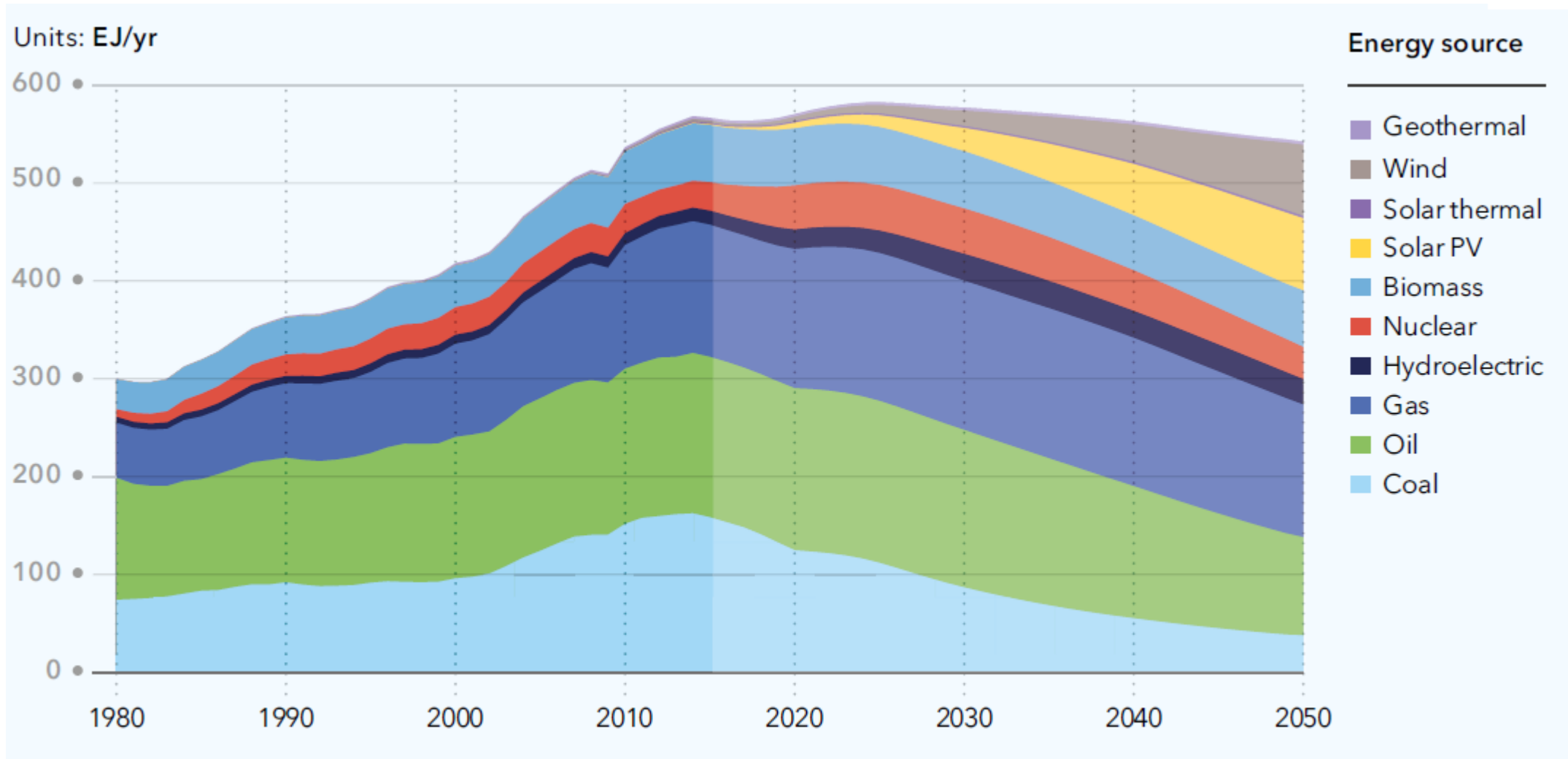
## Geotermia

Aprovechamiento de las diferencias térmicas entre capas del terreno (mecánica de fluidos)

---

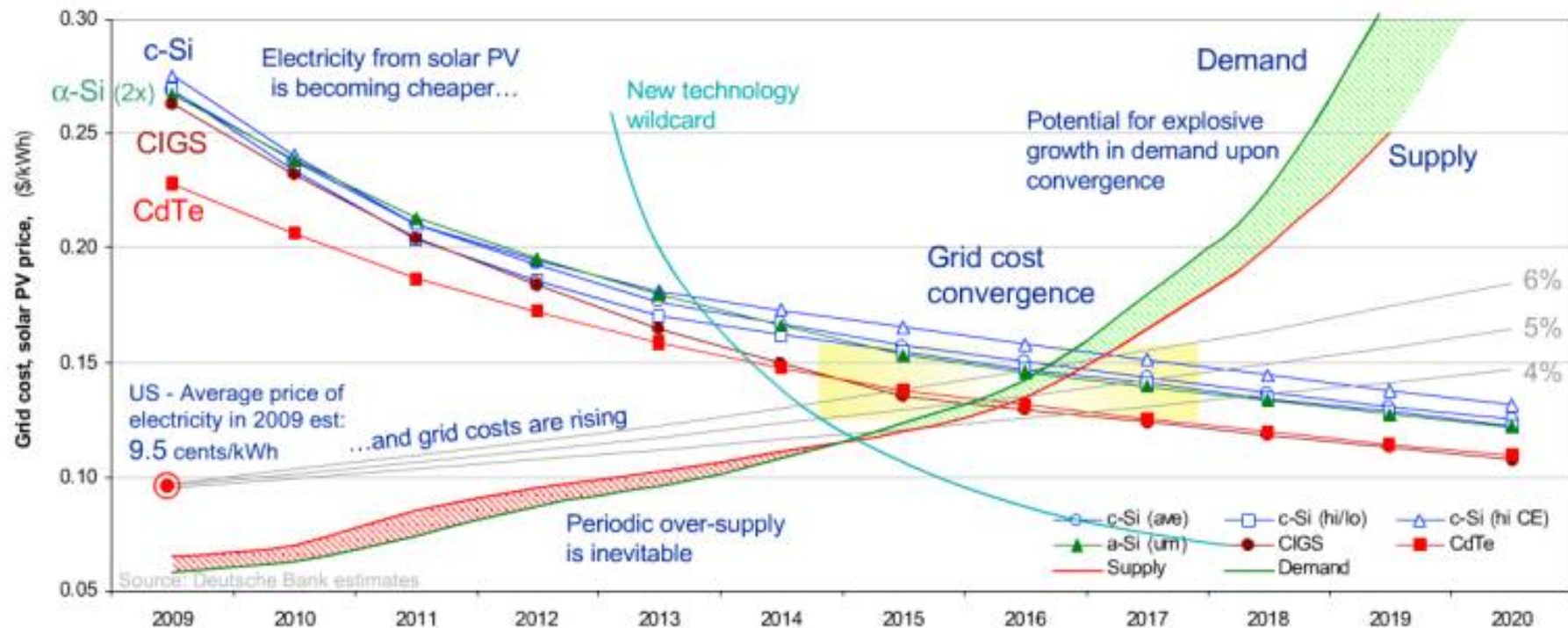
## Gravitación

Energía mareomotriz

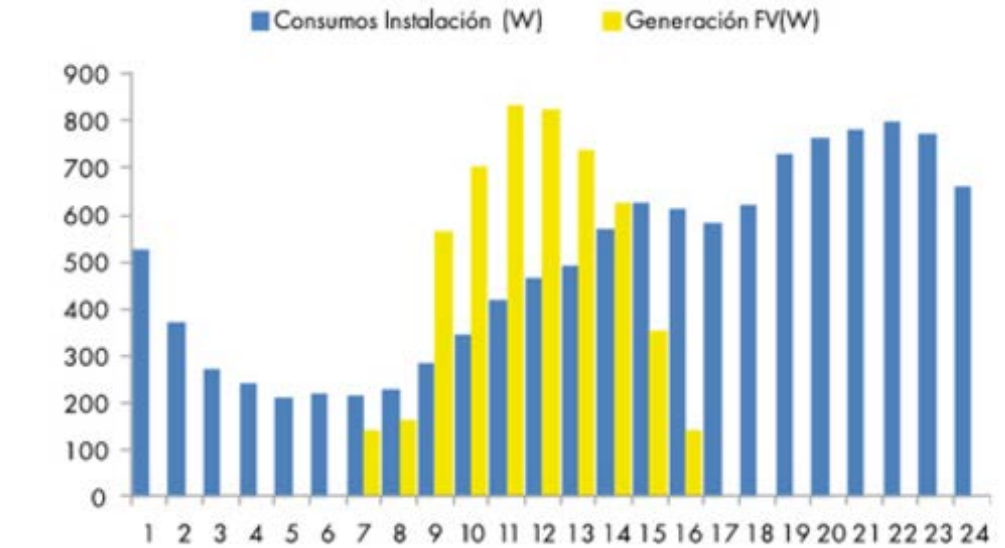


- El cambio de modelo energético no es sencillo:
  - Lobbys, intereses creados, necesario desarrollo tecnología.
- Ha sido necesario un impulso cuando se trataba de tecnología emergente:
  - Feed-in Tariff, deducciones fiscales, certificados verdes.
- “Punto de paridad” ya alcanzado: Cambian las “reglas del juego”.

## Solar PV industry – long-term outlook



Electrodoméstico	Potencia (W)	Uso diario (h)	Energía diaria (kWh)
4 bombillas de 60 W	240	5	1,20
Aire Acondicionado mediano	2200	5	11
Cargadores (Portátil, Smartphones)	30	4	0,12
Ordenador	300	2	0,60
Lavavajillas	1300	0,50	0,65
Secadora de ropa	1800	0,67	1,20
Horno Eléctrico	1000	0,50	0,50
Secador de pelo	400	0,67	0,27
Plancha	1000	0,20	0,20
Lámpara fluorescente de cocina	36	5	0,18
Horno Microondas	850	0,60	0,51
Nevera y Congelador	400	24	9,60
Tostadora	1200	0,20	0,24
TV y dispositivos asociados	150	6	0,90
Lavadora	1500	0,67	1
<b>RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO</b>	<b>3000</b>	<b>3,67</b>	<b>11</b>
<b>Total (kWh)</b>			<b>39,17</b>



## Ventana fotovoltaica



## Cargas programables



## Cargas no programables



# Generadores de energía eléctrica renovable





Térmica



Fotovoltaica

## Fotovoltaica vs Eólica

- Micro-Universalidad vs Puntualidad
- No rentable para todos los países
- Menor varianza, predictibilidad
- Menor impacto visual
- Menor desgaste de componentes (no hay movimiento)
- Complementarias (“cuando hace viento no hace sol”)
- Eólica complicada de integrar en dispositivos electrónicos







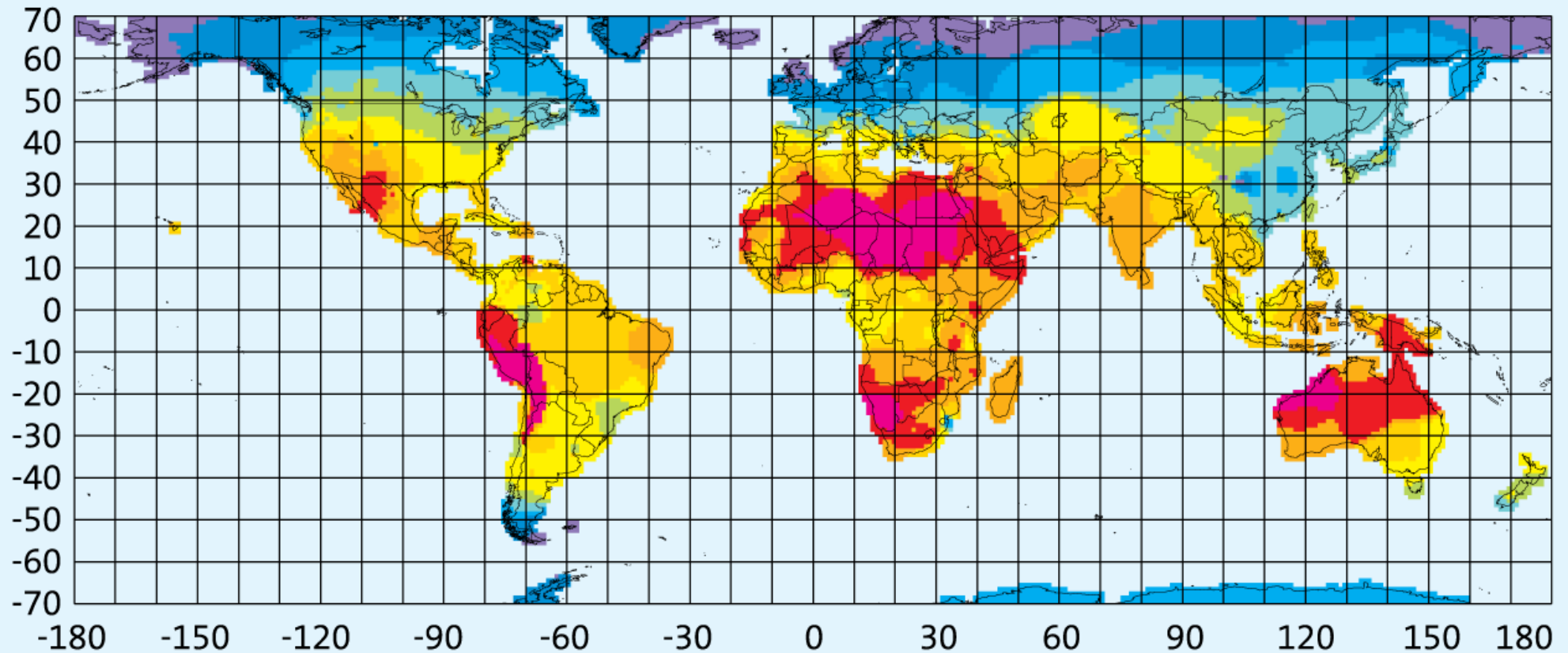
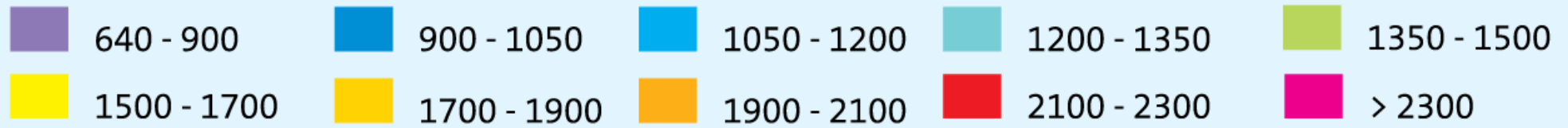
Tendencia a integrar los generadores con el entorno



También a pequeña escala

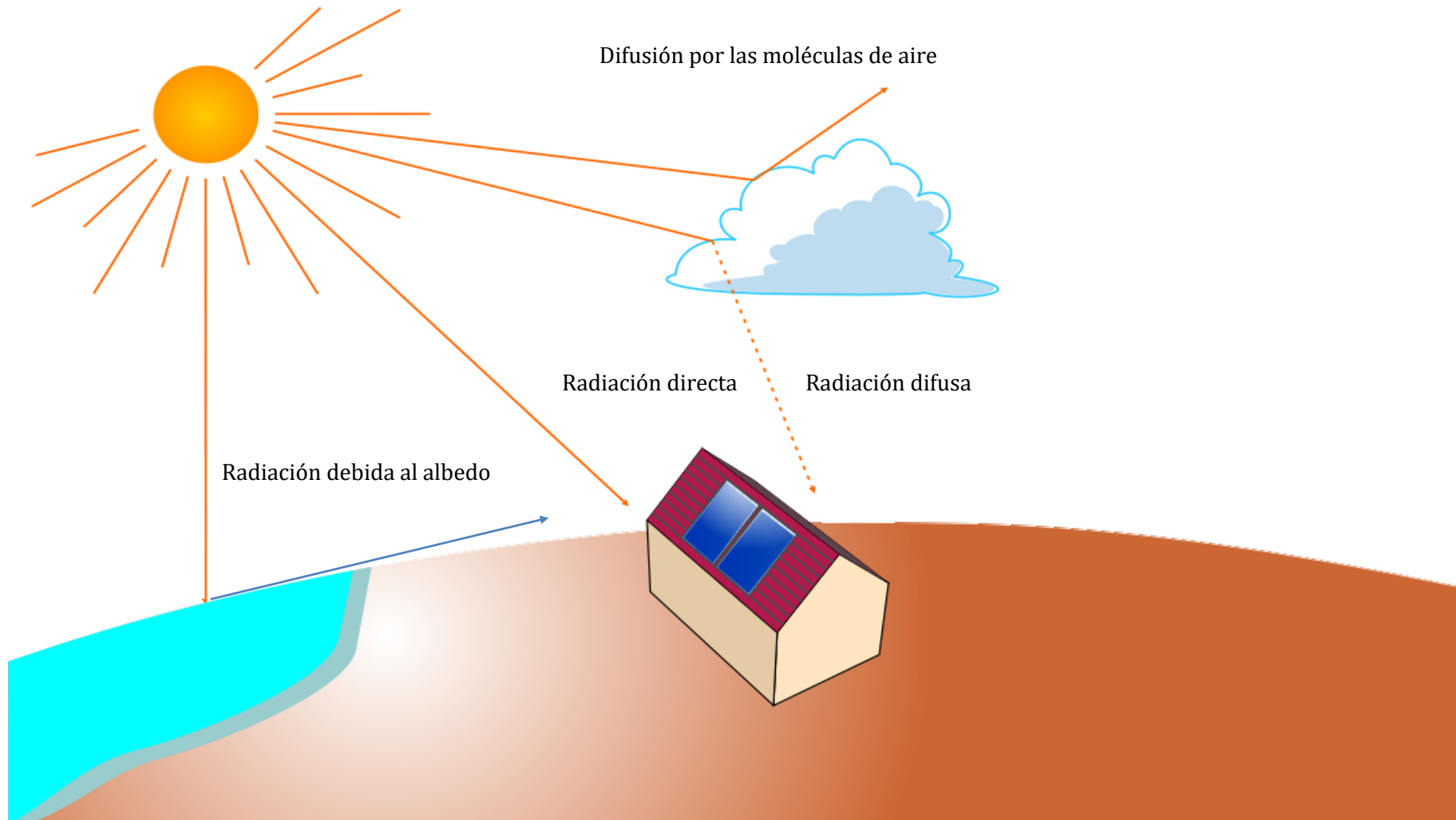


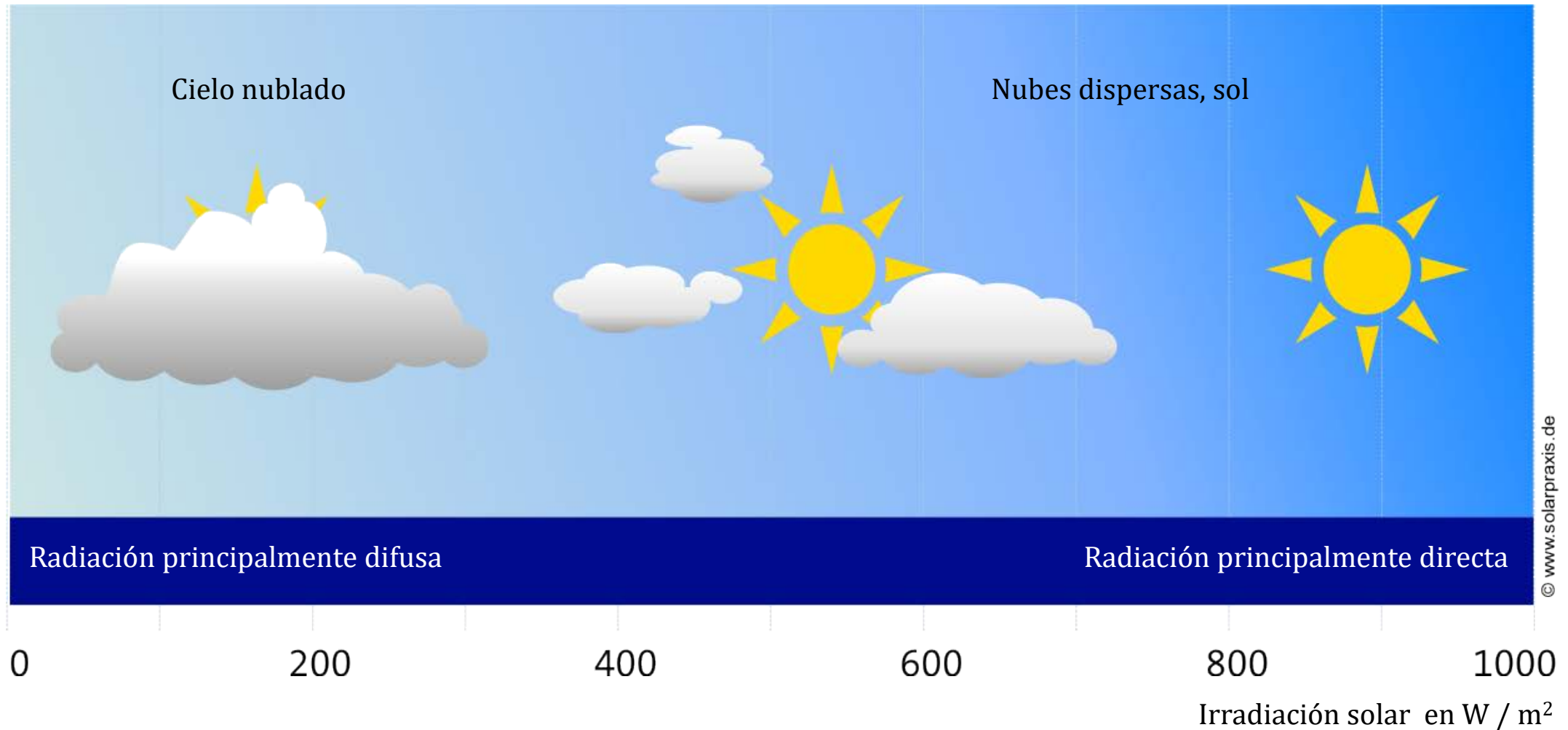
desconocido



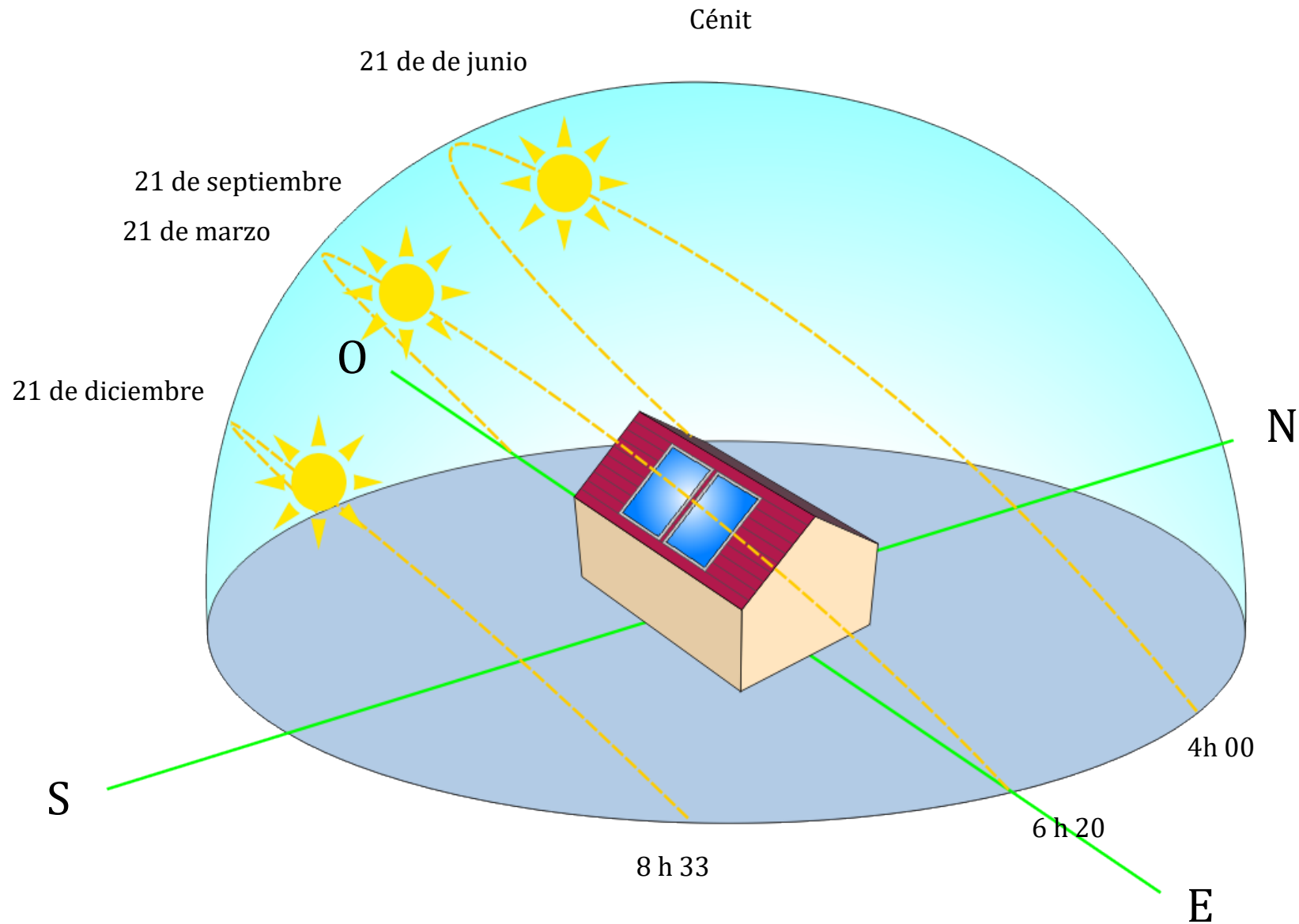
**Radiación global** = Radiación directa + Radiación difusa + Radiación reflejada \*

*\*(albedo x radiación horizontal total)*

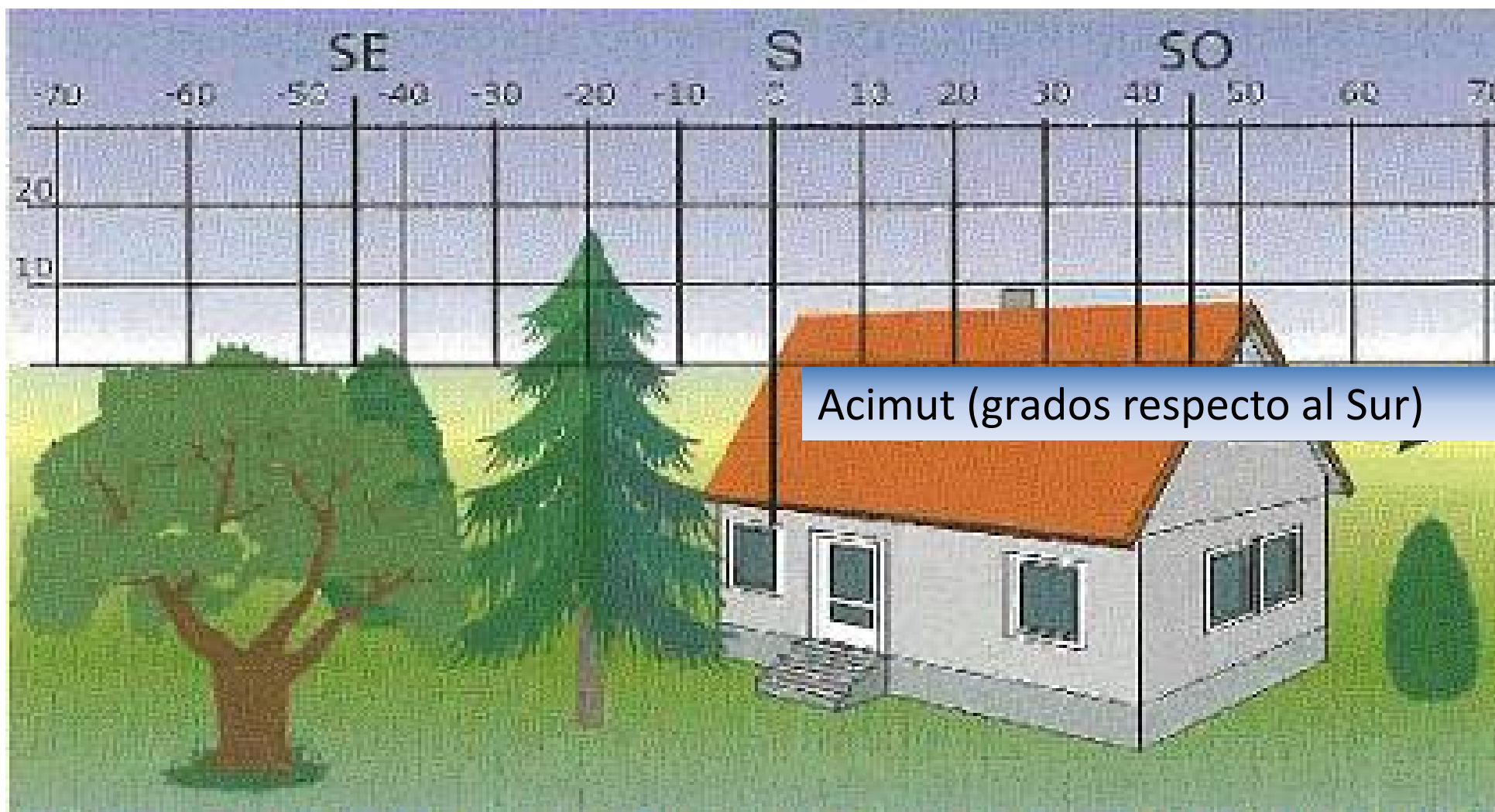




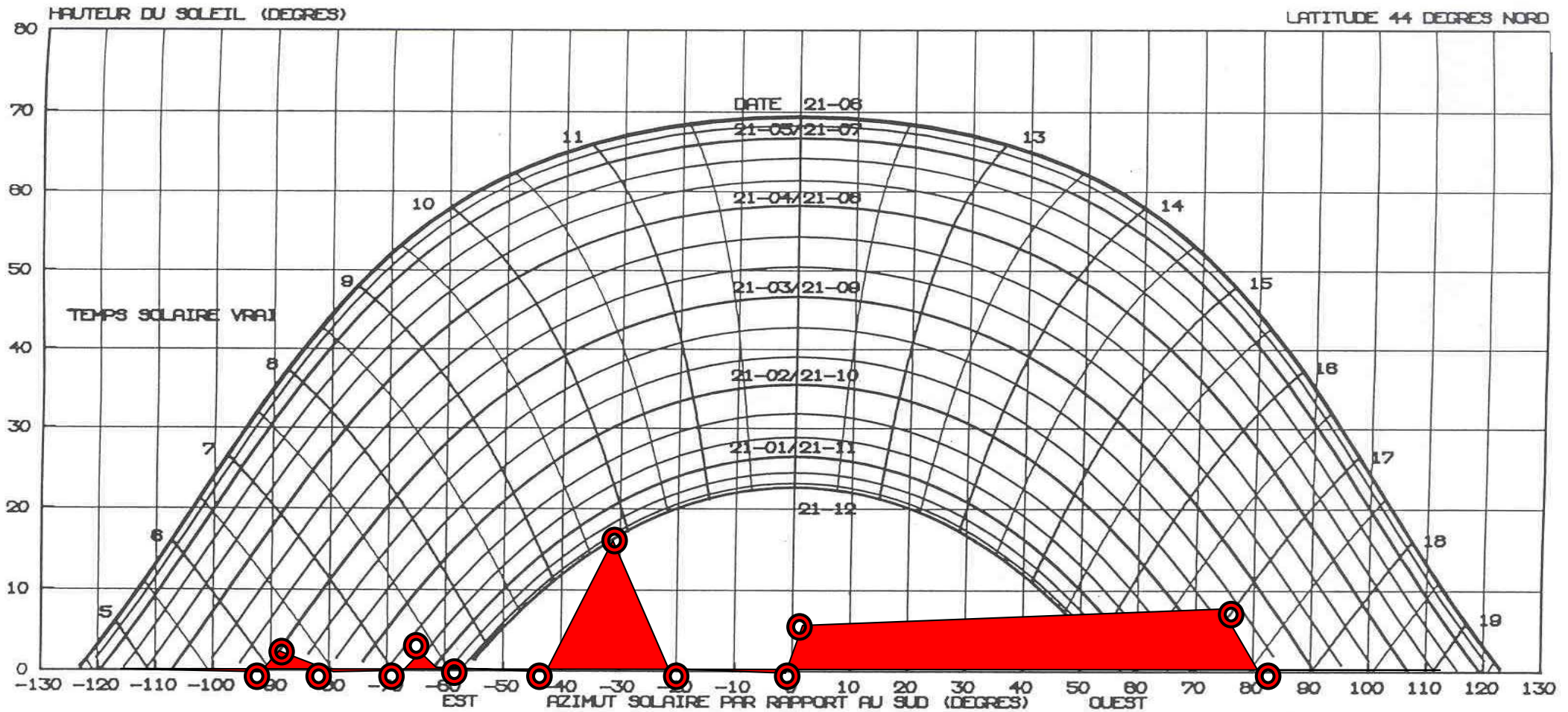
Escala en W/m<sup>2</sup> sobre el plano horizontal ⇒ Es necesario convertirla a los Wp del panel







El diagrama de máscaras solares muestra la trayectoria horaria del sol para cada época del año. Algunas sombras pueden estar presentes únicamente en unos determinados meses a unas horas puntuales, como en el ejemplo de la figura.





# Células solares.

Cristalina: 300mm

**Silicio policristalino (p-Si)**

**Eficiencia entre 12 y 15%**

**Silicio monocristalino (m-Si)**

**Eficiencia entre 14 y 17%**

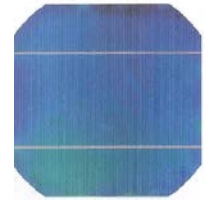
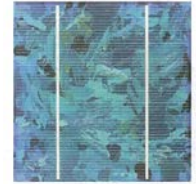


Lámina delgada o « Thin Film »: 1-3 mm

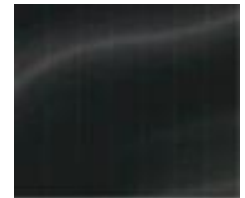
**Silicio amorfo (a-Si)**

**Eficiencia entre 5 y 10%**

**Teluro de Cadmio (CdTe)**

**Seleniuro de Cobre, Indio y Galio (CIGS)**

**Eficiencia algo mayor, problemas de reciclaje**



Thin Film: Menor rendimiento, pero mejor captación de la radiación difusa y no dependencia de la estructura celular. Más adaptable al espacio disponible y más adecuada para las aplicaciones en robótica.





# Silicio: Etapas de fabricación



**Silicio  
purificado**

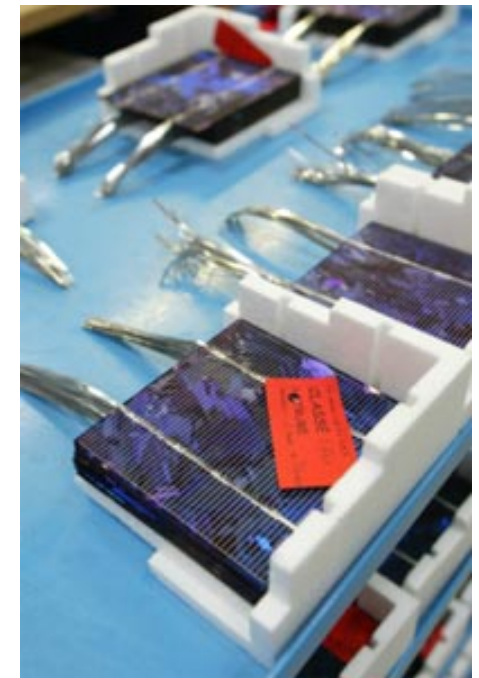
**Lingote**

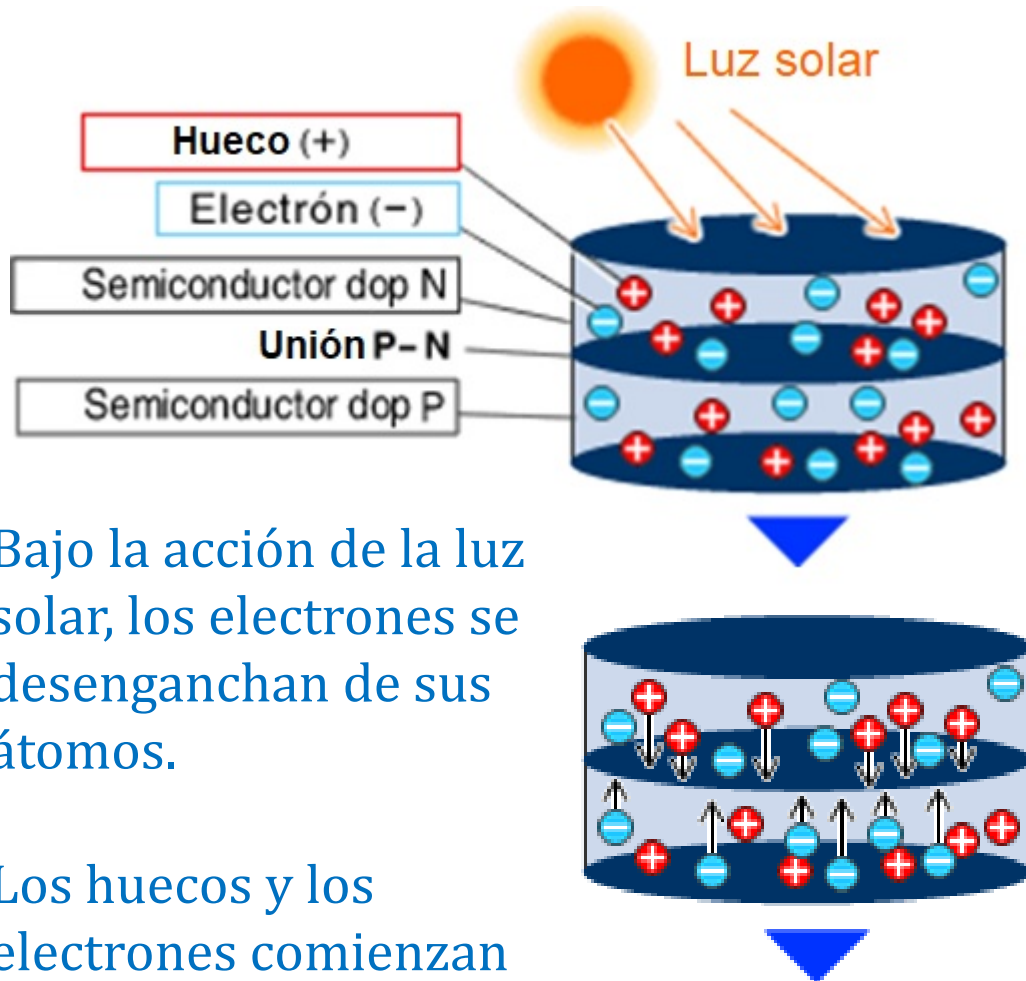
**Oblea o  
"Wafer"**

**Célula  
(solo cristalinos)**

**Módulo**

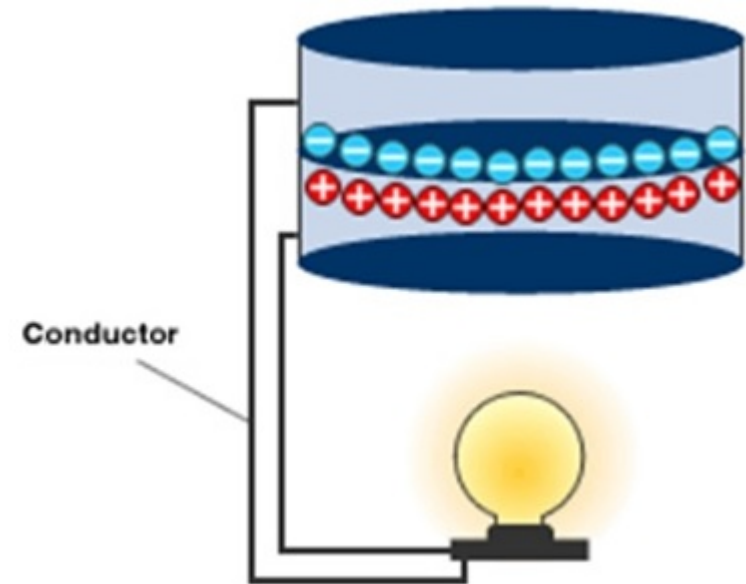
**Sistemas**





Bajo la acción de la luz solar, los electrones se desenganchan de sus átomos.

Los huecos y los electrones comienzan a desplazarse hacia la unión P-N.

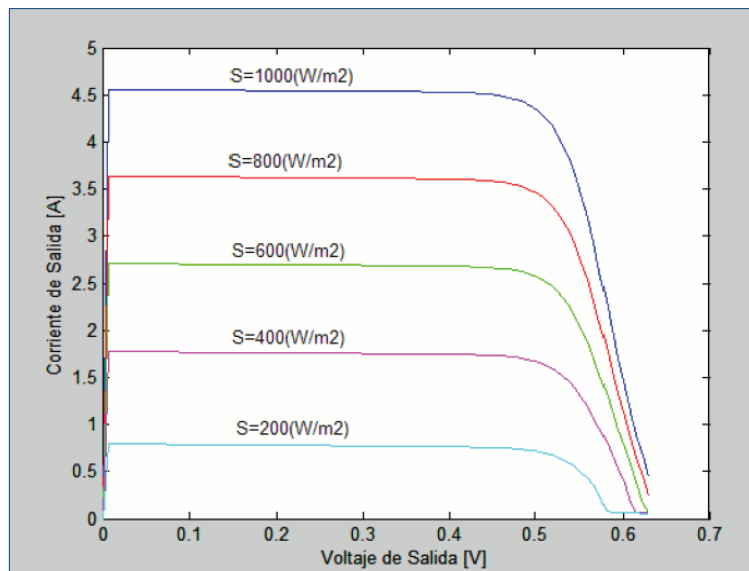


Cuando los huecos se unen a los electrones al nivel de la unión P-N, se genera una tensión. Si se establece una conexión externa, se crea una corriente eléctrica continua.

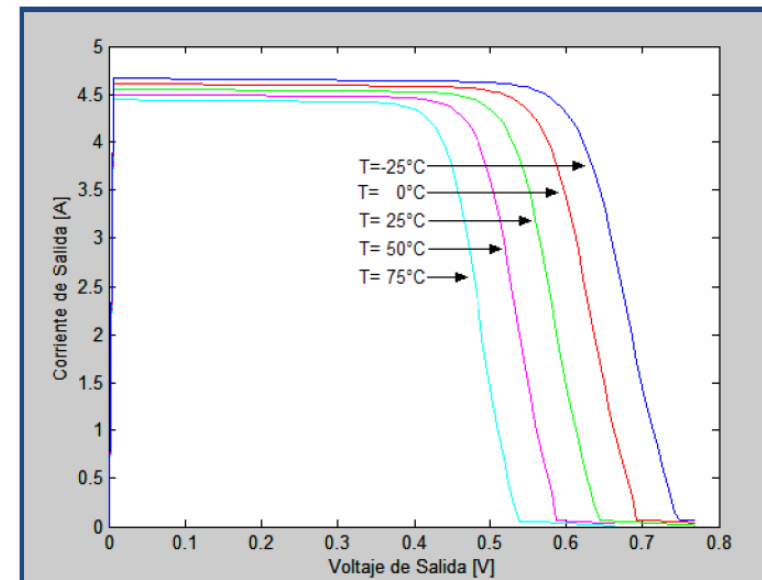


En un Sistema Fotovoltaico los valores tanto de tensión como de corriente son generados en corriente continua pero son variables con respecto a varios parámetros climáticos.

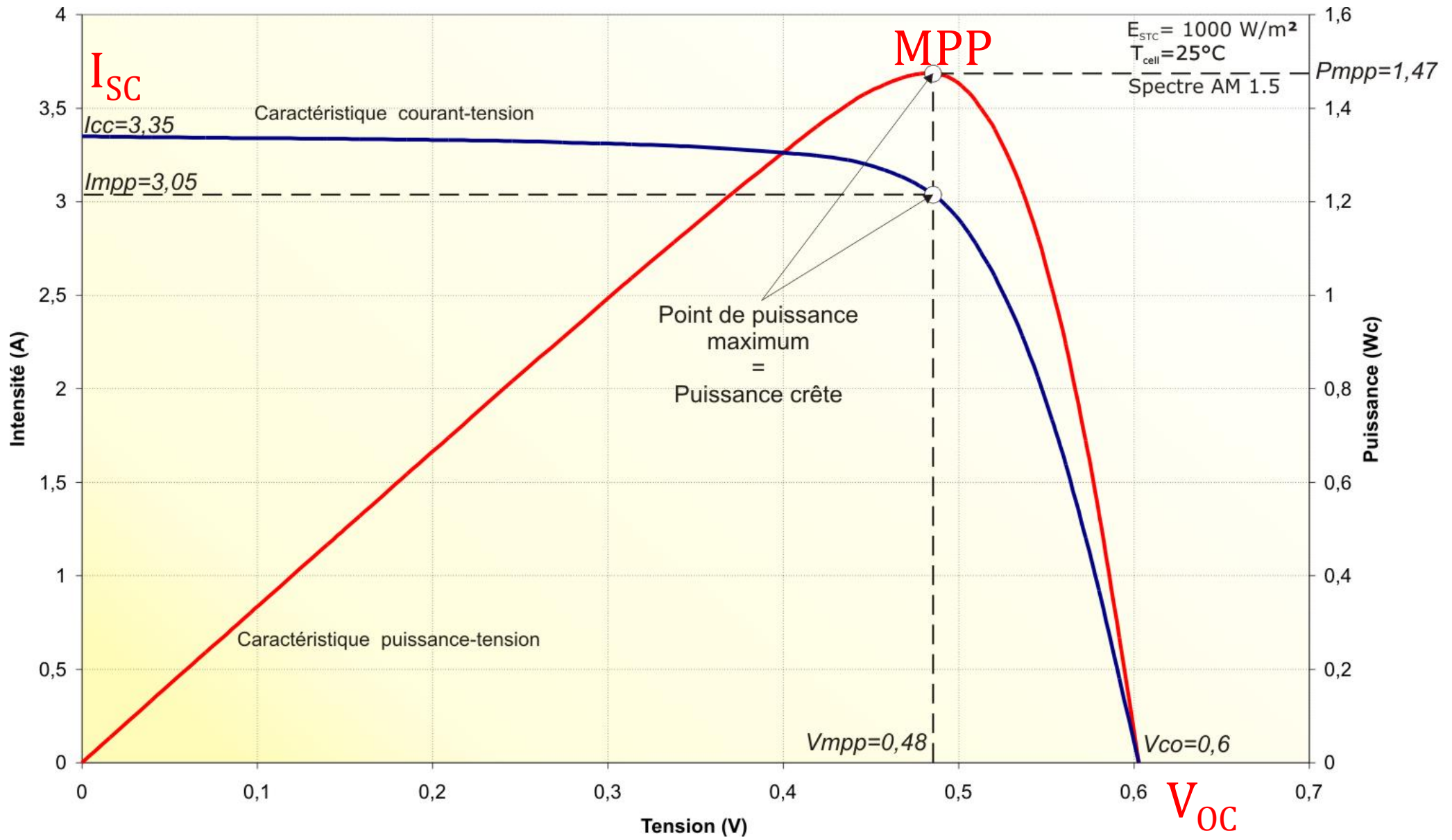
La potencia de salida de una célula fotovoltaica varía considerablemente en función de la irradiancia solar que se esté recibiendo y de la temperatura de trabajo, relacionada con la temperatura ambiente y la temperatura de la célula solar.



V-I con respecto a la  
Irradiancia solar (G)



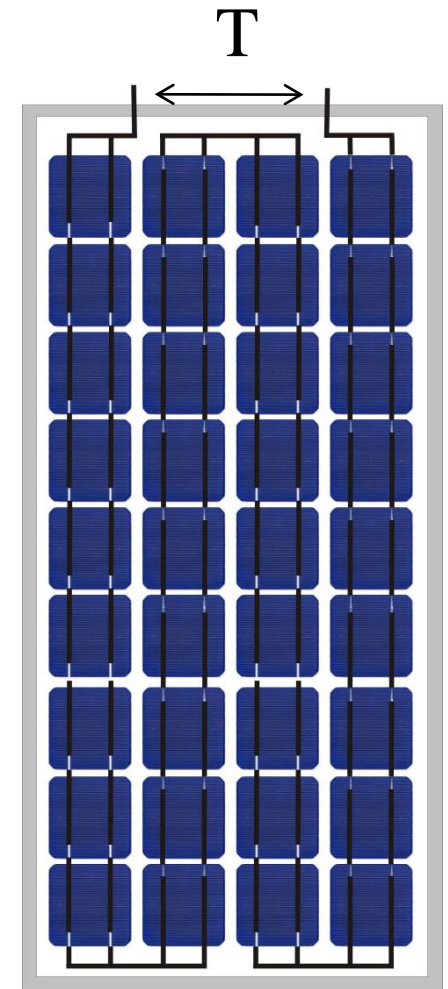
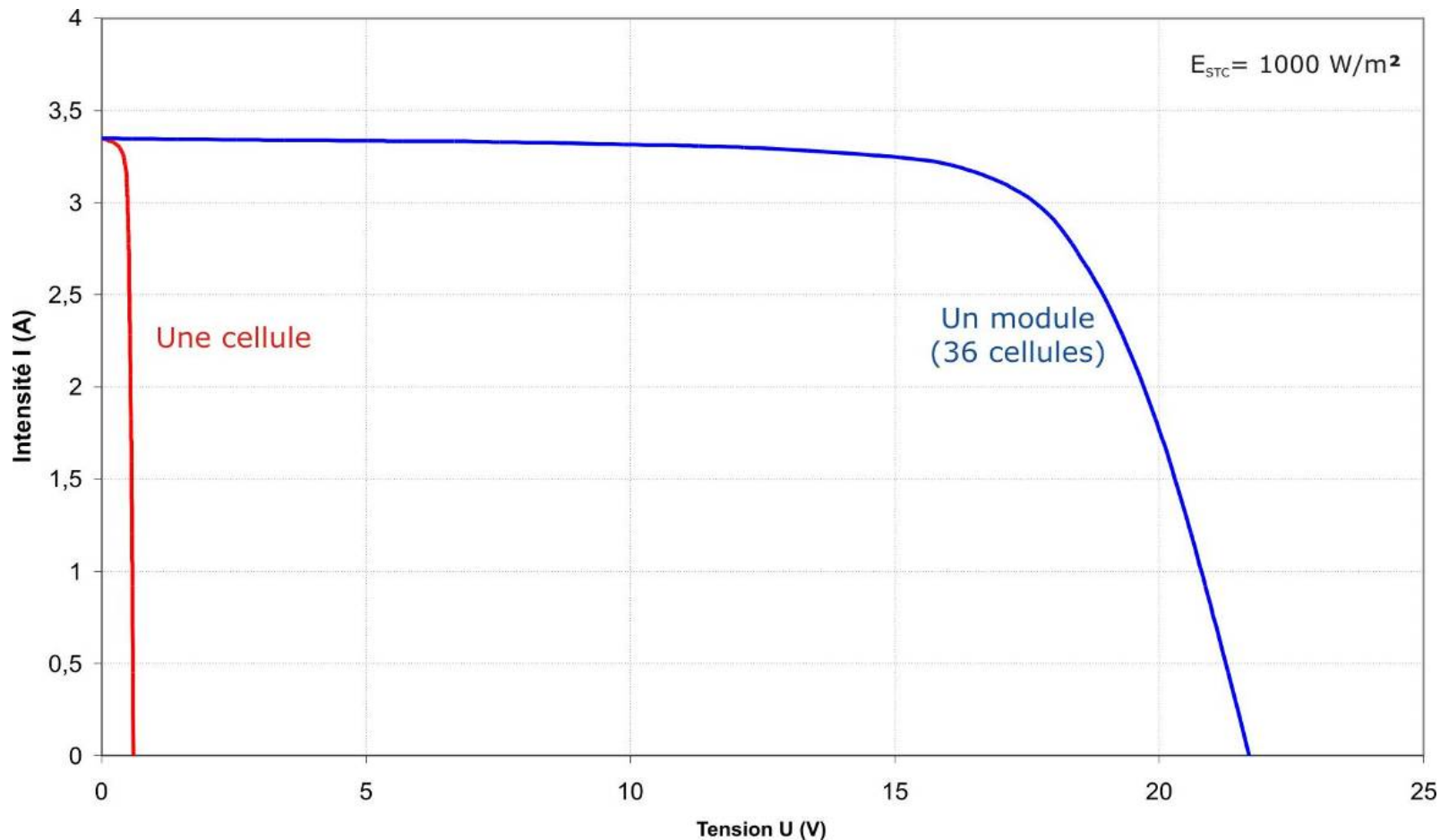
V-I con respecto a la  
Temperatura de trabajo (T)

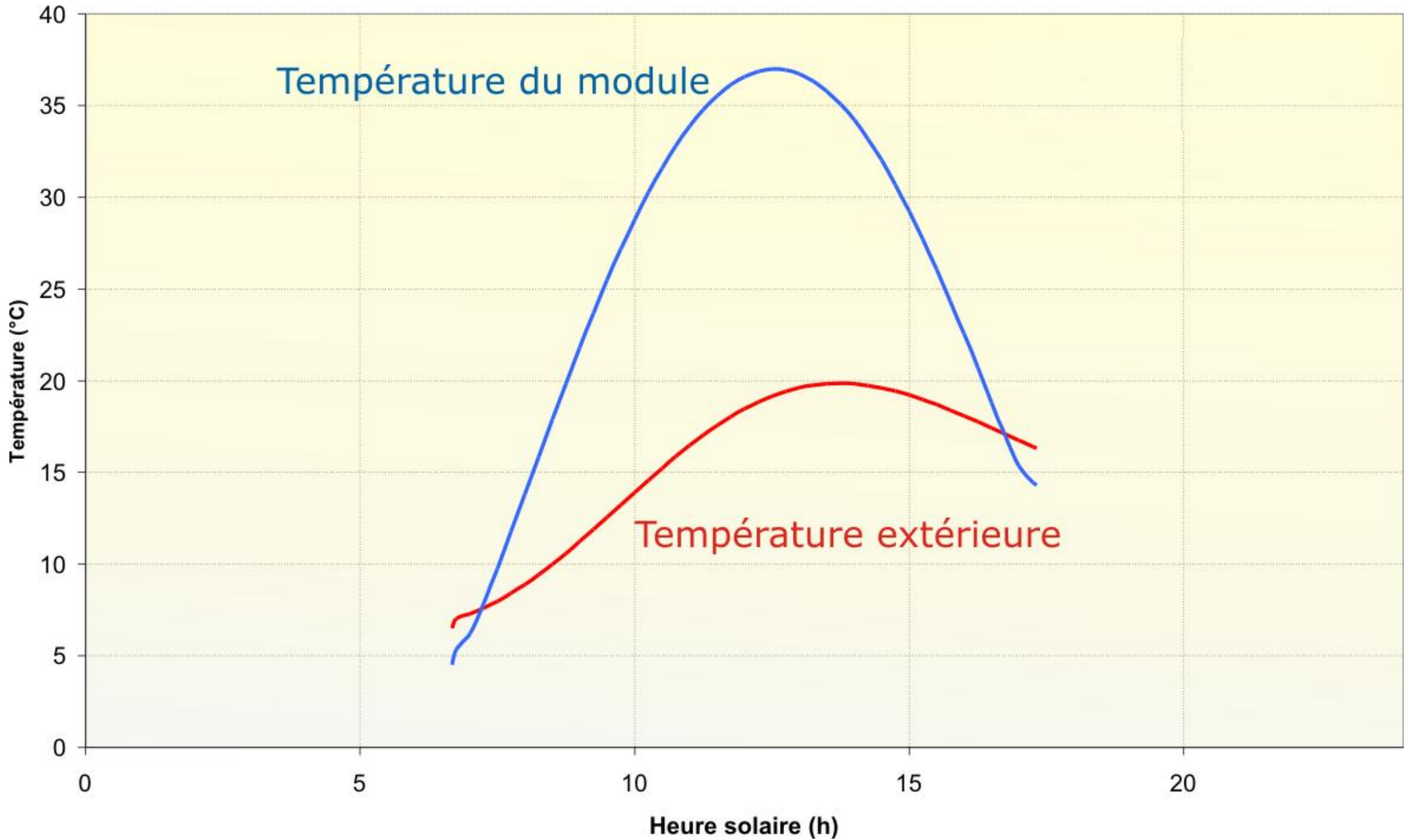


Punto de Máxima Potencia (MPP): Producto  $V \cdot I$  máximo:  $V_{mpp}$ ,  $I_{mpp}$

## Módulo FV cristalino: Conexión en serie de células fotovoltaicas

Las células colocadas en serie aumentan la tensión mientras que la corriente de una célula se mantiene.





- Uso residencial y de conexión a red  
(Aplicaciones “Multipanel”, economías de escala):
  - Cristalinos de 60 ó 72 células.
  - Potencias estándar:  
260 Wp ( $1,6\text{m}^2/60\text{c}$ ) – 310 Wp ( $2\text{m}^2/72\text{c}$ ).
  - Lámina delgada: 100 Wp ( $1,55\text{m}^2$ ):  
Motivos económicos o de integración arquitectónica.
- Podemos disponer de paneles de dimensiones y potencia menor, en función de nuestras necesidades (Generalmente para aplicaciones autónomas “Monopanel”).  
Ej. Panel cristalino de 100 Wp ( $0,6\text{m}^2/24\text{c}$ )

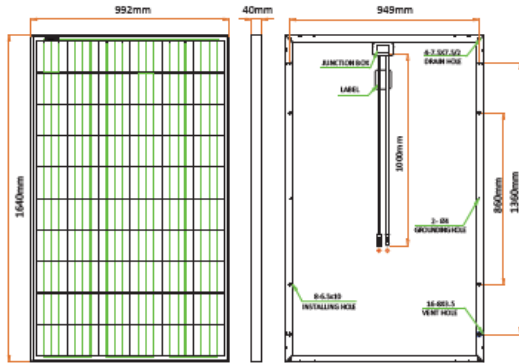




## Virtus® II Module

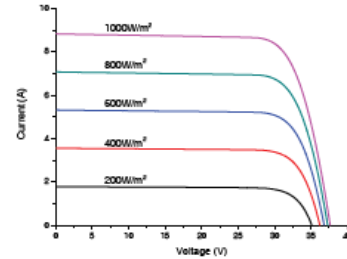
250W, 255W, 260W

### Dimensions



Drawing Only for Reference

### I-V Curves



### Varied Irradiation Efficiencies

Irradiance	200W/m <sup>2</sup>	400W/m <sup>2</sup>	600W/m <sup>2</sup>	800W/m <sup>2</sup>	1000W/m <sup>2</sup>
Efficiency	15.8%	16.2%	16.2%	16.1%	16.0%

### Electrical Characteristics STC

Maximum Power (P <sub>max</sub> )	250 W
Power Tolerance	0 ~ +5W
Module Efficiency	15.4%
Maximum Power Current (Imp)	8.31 A
Maximum Power Voltage (Vmpp)	30.1 V
Short Circuit Current (Isc)	8.83 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.4 V

### JC250M-24/Bb

### JC255M-24/Bb

### JC260M-24/Bb

Maximum Power (P <sub>max</sub> )	255 W	260 W
Power Tolerance	0 ~ +5W	0 ~ +5W
Module Efficiency	15.7%	16.0%
Maximum Power Current (Imp)	8.39 A	8.53 A
Maximum Power Voltage (Vmpp)	30.4 V	30.5 V
Short Circuit Current (Isc)	8.86 A	8.95 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.6 V

### Electrical Characteristics NOCT

Maximum Power (P <sub>max</sub> )	185 W
Maximum Power Current (Imp)	6.57 A
Maximum Power Voltage (Vmpp)	28.2 V
Short Circuit Current (Isc)	7.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.0 V

### JC250M-24/Bb

### JC255M-24/Bb

### JC260M-24/Bb

Maximum Power (P <sub>max</sub> )	189 W	193 W
Maximum Power Current (Imp)	6.63 A	6.74 A
Maximum Power Voltage (Vmpp)	28.5 V	28.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.20 A	7.27 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.1 V	35.2 V

### Mechanical Characteristics

Cell Type	Virtus II (Polycrystalline) 156 x156 mm, 60 (6x10) pcs in series
Glass	High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP65/IP67 Rated, With Bypass Diodes
Dimension	*1640 x 992 x 40 mm
Output Cable	4 mm <sup>2</sup> (EU)/12 AWG (US), 1000 mm
Weight	19 kg
Installation Hole Location	See Drawing Above

### Characteristics

Temperature Coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub>	-0.40%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C

### Packing Information

Container	20' GP	40' GP	40' HQ
Pallets per Container	12	28	28
Pieces per Container	300	700	770

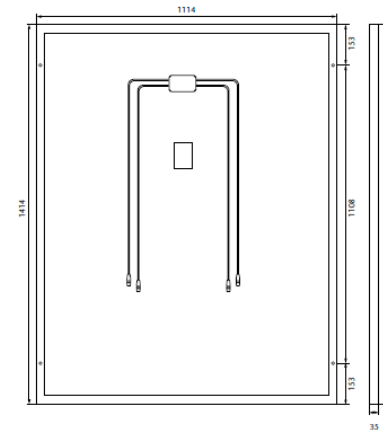
### Maximum Ratings

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum System Voltage	1000VDC (EU) / 600VDC (US)
Maximum Series Fuse Rating	20A (EU) / 20A (US)

See also JCT/TRA/056.05 \*Contact Renewal for tolerance specification  
CAUTION: All rights reserved. Design and specification are subject to change without prior notice.

### Parámetros mecánicos

Longitud [mm]	1414
Anchura [mm]	1114
Profundidad [mm]	35
Profundidad con caja de conexión [mm]	35
Peso [kg]	21
Caja de conexión (fabricante/material/número de diodos)	MH/PPD/1 diodo de bloqueo
Cable positivo (fabricante/longitud [mm]/sección transversal de conductor [mm <sup>2</sup> ])	Sumitomo/950/3,5
Cable negativo (fabricante/longitud [mm]/sección transversal de conductor [mm <sup>2</sup> ])	Sumitomo/950/3,5
Conector (fabricante)	Sumitomo
Cubierta frontal (material)	Vidrio pobre en hierro
Tipo de células (número/tecnología)	160/a-Si
Encapsulado de célula (material)	EVA
Cubierta trasera (material/grosor [mm])	PET/AL/PET/0,1/95
Marco (material/tipo de perfil)	Aluminio/sin grapas bucas



### Parámetros eléctricos

Parámetros eléctricos según condiciones estándar de ensayo - STC (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 (+/- 2)° C, AM 1,5 según EN 6090-4)

Referencia	100194
Potencia [Wp]	100
Tolerancia de potencia [%]	+/- 5
Rendimiento [%]	6,35
Tensión en el punto de máxima potencia V <sub>mpp</sub> [V]	108
Máx. corriente I <sub>mpp</sub> [A]	0,93
Tensión en circuito abierto V <sub>o</sub> [V]	141
Corriente de cortocircuito I <sub>c</sub> [A]	1,17



Mitsubishi Heavy Industries es uno de los pioneros internacionales en el área de la tecnología de capa fina. Phoenix Solar mantiene ya una larga asociación con la empresa japonesa y, entre otras cosas, ha introducido en el mercado europeo los módulos de capa fina de este fabricante.

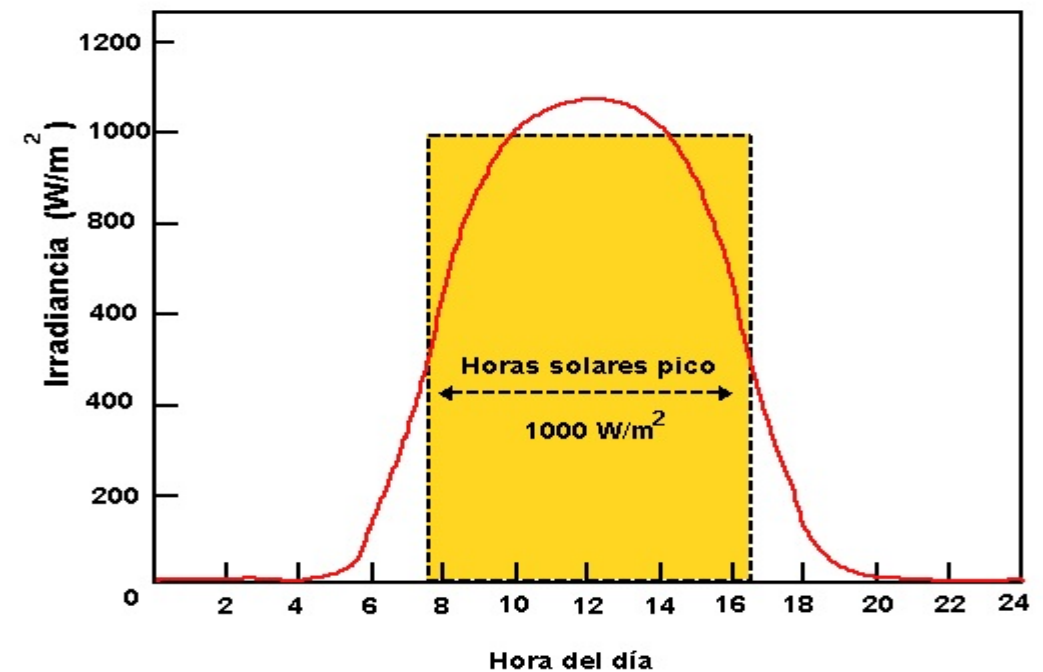
COMPARATIVA	Renesola	Mitsubishi
P (Wp)	260	100
Voc (V)	37,6	141
Isc (A)	8,95	1,17
Vmpp (V)	30,5	108
Impp (A)	8,53	0,93



- Concepto de “Hora Solar Pico” (HSP): Tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de  $1000 \text{ W/m}^2$ .

- Gráficamente, si se representa la distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre se observa que los niveles varían a lo largo del día. El número de horas solares pico se interpreta como la anchura de una función de valor constante que delimita el mismo área que la distribución horaria de la irradiación incidente.

- Dimensionalmente también equivale a un cociente entre kWh entregados por una determinada potencia expresada en kWp.



- Concepto de “Eficiencia de conversión” ( $\eta$ ) Indica el porcentaje de energía solar recibida sobre la superficie de la célula que se convierte en energía eléctrica. Se calcula con el cociente entre la potencia eléctrica máxima  $P_{\text{máx}}$  y el producto del área superficial de la célula  $A_c$  por la irradiancia incidente  $G$  en condiciones estándar de medida (CEM).

$$\eta = \frac{P_{\text{máx}}}{G \cdot A_c} \cdot 100$$

$\eta$ : eficiencia o rendimiento de conversión (%)

$P_{\text{máx}}$ : potencia máxima (W)

$G$ : irradiancia en condiciones CEM (1.000 W/m<sup>2</sup>)

$A_c$ : área superficial de la célula (m<sup>2</sup>)

Ejemplo: ¿Qué eficiencia de conversión tendrá una célula solar de 120 cm<sup>2</sup> de superficie que proporciona 1,9 W en su punto de máxima potencia?

Aplicando la expresión anterior, sabiendo que en condiciones CEM, la irradiancia vale 1.000 W/m<sup>2</sup> y obtenemos:

$$\eta = \frac{P_{\text{máx}}}{G \cdot A_c} \cdot 100 = \frac{1,9}{1.000 \cdot 120 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 = 15,8\%$$

Tienen en cuenta no sólo las características de latitud de la zona sino también los efectos meteorológicos locales



EOSWEB

<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

Válida para todo el mundo, datos en kWh/m<sup>2</sup> sobre plano de los paneles

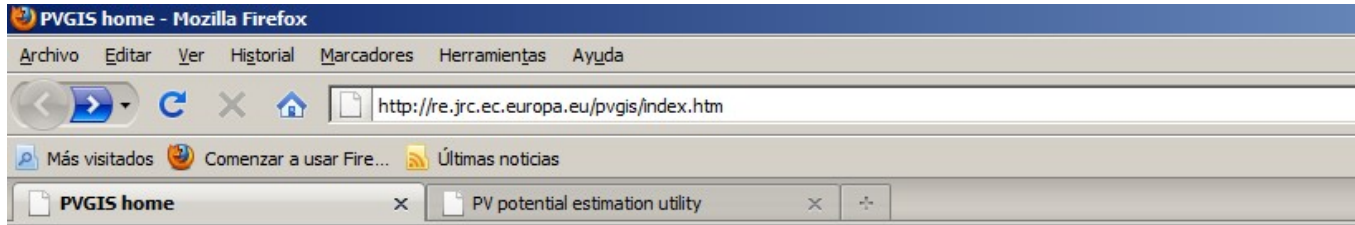


PVGIS

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>

A día de hoy tan sólo disponible para Europa, Asia y África. Muestra datos de radiación en kWh/kWp (HSP) y tiene en cuenta azimut, inclinación y tecnología de fabricación de los paneles.

**EMPLEAREMOS PVGIS CON BASE DE DATOS CLIMATE-SAF**



**JRC**  
EUROPEAN COMMISSION

You are here: EC / JRC / IE / RE / SOLAREC / PVGIS / Home

**Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)**  
Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Systems

**Interactive access to solar resource and photovoltaic potential:**

Europe Africa

See also aggregated data of solar and PV potential for European countries and regions.

The old system with French, German Italian, Spanish, and Slovak language interface still works, but will probably be removed in the next upgrade.

Posters and maps of solar resource and photovoltaic potential (Europe NEW, Africa NEW, Asia NEW, Australia NEW, South America NEW, Middle East NEW)

old version maps

**PV potential estimation utility - Mozilla Firefox**

Address: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe

**JRC CM SAF** Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps

EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > Europa

Search: "Huesca Jaen" (Coordinates: 45.256N, 16.9589E)

**PV Estimation** Monthly radiation Daily radiation

**Performance of Grid-connected PV**

Classic PVGIS

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power: 1000 kWp

Estimated system losses [0;100]: 14 %

**Fixed mounting options:**

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90]: 33 deg.  Optimize slope

Azimuth [-180;180]: 5 deg.  Also optimize azimuth

(East=-90, South=0)

Vertical axis Slope [0;90]: 0 deg.  Optimize

Inclined axis Slope [0;90]: 0 deg.  Optimize

2-axis tracking

Examinar...

**Output formats**

Show graphs  Show horizon

Web page  Text file  PDF

**Calculate** [help]

The screenshot shows the 'Performance of Grid-connected PV' section of the PVGIS interface. It includes several input fields and checkboxes for configuring the simulation. A red arrow points from the 'Classic PVGIS' dropdown to the text 'Elección de la base de datos para parámetros medioambientales'. Another red arrow points from the 'Crystalline silicon' dropdown to 'Tecnología utilizada'. A third red arrow points from the '1000 kwp' input field to 'Potencia pico del GFV'. A fourth red arrow points from the '14 %' input field to '% pérdidas (sin considerar las relacionadas con la Tª de operación)'. A yellow box highlights the 'Fixed mounting options' section, with a red arrow pointing to 'Orientación e inclinación para Sistemas FIJOS'. A green box highlights the tracking options section, with a red arrow pointing to 'Tipo de seguimiento del GFV'. At the bottom, there are buttons for 'Calculate' and '[help]', and a section for 'Output formats' with radio buttons for 'Web page', 'Text file', and 'PDF'.

Elección de la base de datos para parámetros medioambientales

Tecnología utilizada

Potencia pico del GFV

% pérdidas  
(sin considerar las relacionadas con la Tª de operación)

Orientación e inclinación para  
Sistemas FIJOS

Tipo de seguimiento del GFV



PV power estimate information - Google Chrome

re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php

**Performance of Grid-connected PV**

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [this](#)

**PVGIS estimates of solar electricity generation**

Location: 38°20'45" North, 0°29'26" West, Elevation: 36 m a.s.l.,

Solar radiation database used: **PVGIS-CMSAF**

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (CIS)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter, etc.): 1.10%

Combined PV system losses: **23.6%**

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°

Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	3.39	105	4.29	133
Feb	4.01	112	5.08	142
Mar	4.78	148	6.18	192
Apr	4.76	143	6.22	187
May	5.00	155	6.60	205
Jun	5.21	156	6.95	209
Jul	5.25	163	7.09	220
Aug	5.13	159	6.93	215
Sep	4.63	139	6.20	186
Oct	4.22	131	5.56	173
Nov	3.42	103	4.39	132
Dec	3.05	94.7	3.87	120
<b>Yearly average</b>	<b>4.41</b>	<b>134</b>	<b>5.79</b>	<b>176</b>
<b>Total for year</b>		<b>1610</b>		<b>2110</b>

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)  
 $E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)  
 $H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)  
 $H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

PVGIS © European Communities, 2001-2012  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged  
 See the disclaimer [here](#)

**Valores H:**  
 Incidentes sobre el plano de los paneles.

**Valores E:**  
 Entregados por la instalación

## Conversión de kWh/m<sup>2</sup> a kWh/kWp:

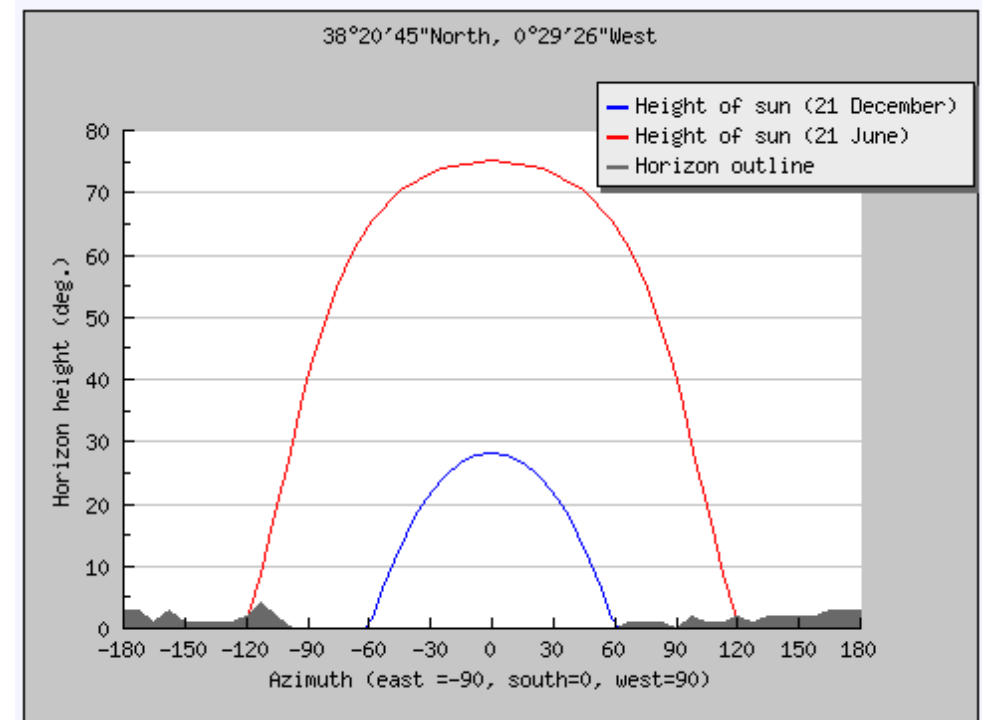
Tiene en cuenta el factor adimensional "Performance Ratio":  $PR = (100 - \text{Pérdidas totales}) / 100$

En este caso: Pérdidas totales=23,6%  $\Rightarrow PR=0,764$



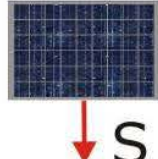






$H_{\text{anual}}=2110 \Rightarrow E_{\text{anual}}=2110 \cdot 0,764=1612 \text{ kWh}$

Muestra también los valores medios diarios y mensuales para cada mes del año, así como el valor medio anual.

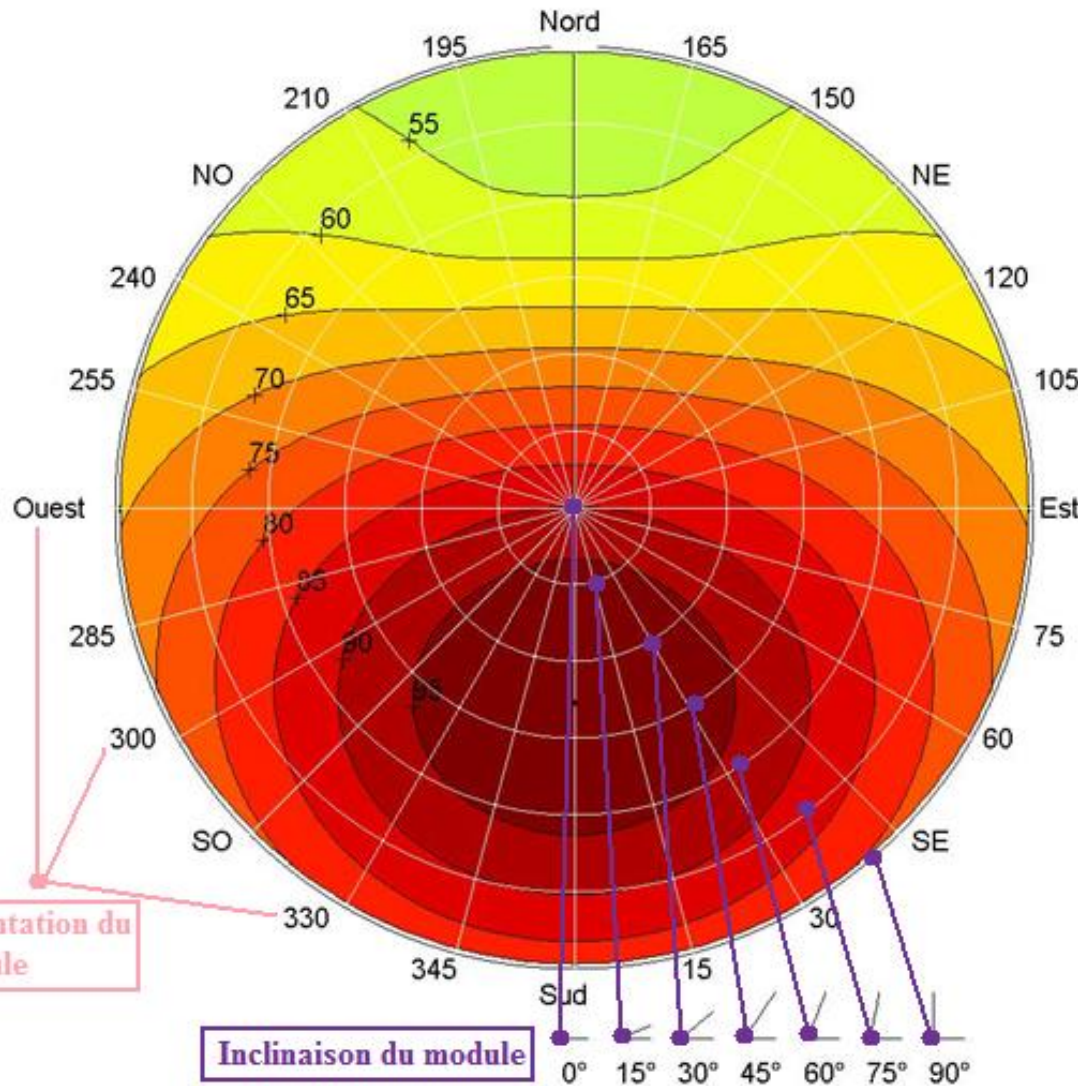
Opcionalmente muestra gráficas de producción y horizonte de recorrido del sol para el 21/6 y 21/12.



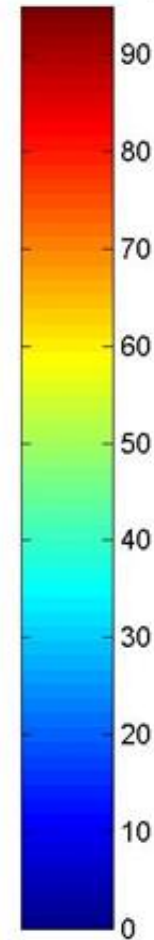


Orientation Inclinaison	O 	SO 	S 	SE 	E 
0° 	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
30° 	0,90	0,96	1,00	0,96	0,90
60° 	0,78	0,88	0,91	0,88	0,78
90° 	0,55	0,66	0,68	0,66	0,55

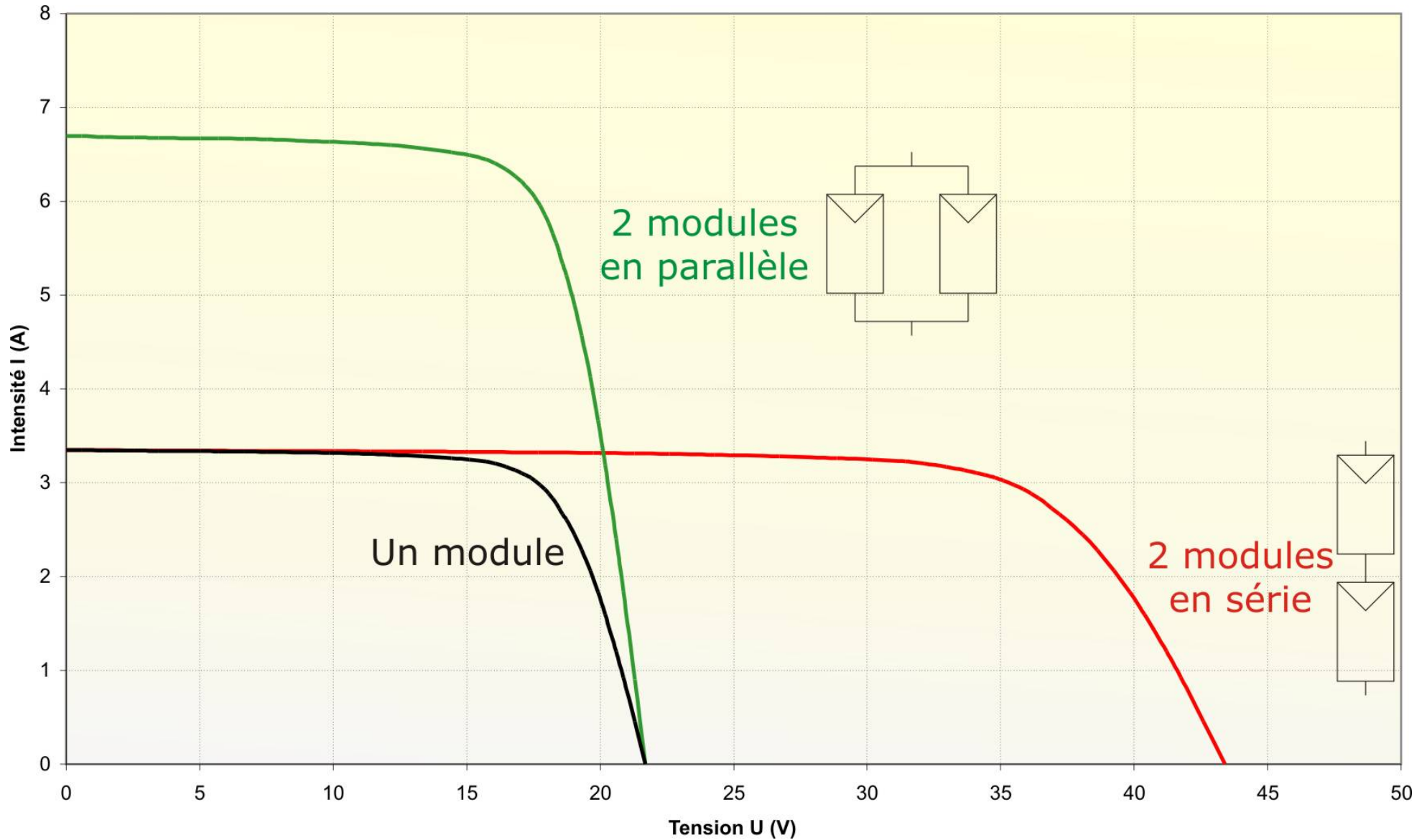
Factores de corrección de potencia por desapuntamiento en azimuth y elevación, suponiendo 100% de rendimiento para 30° de elevación y Hemisferio Norte.



Ratio de performance  $P_1$



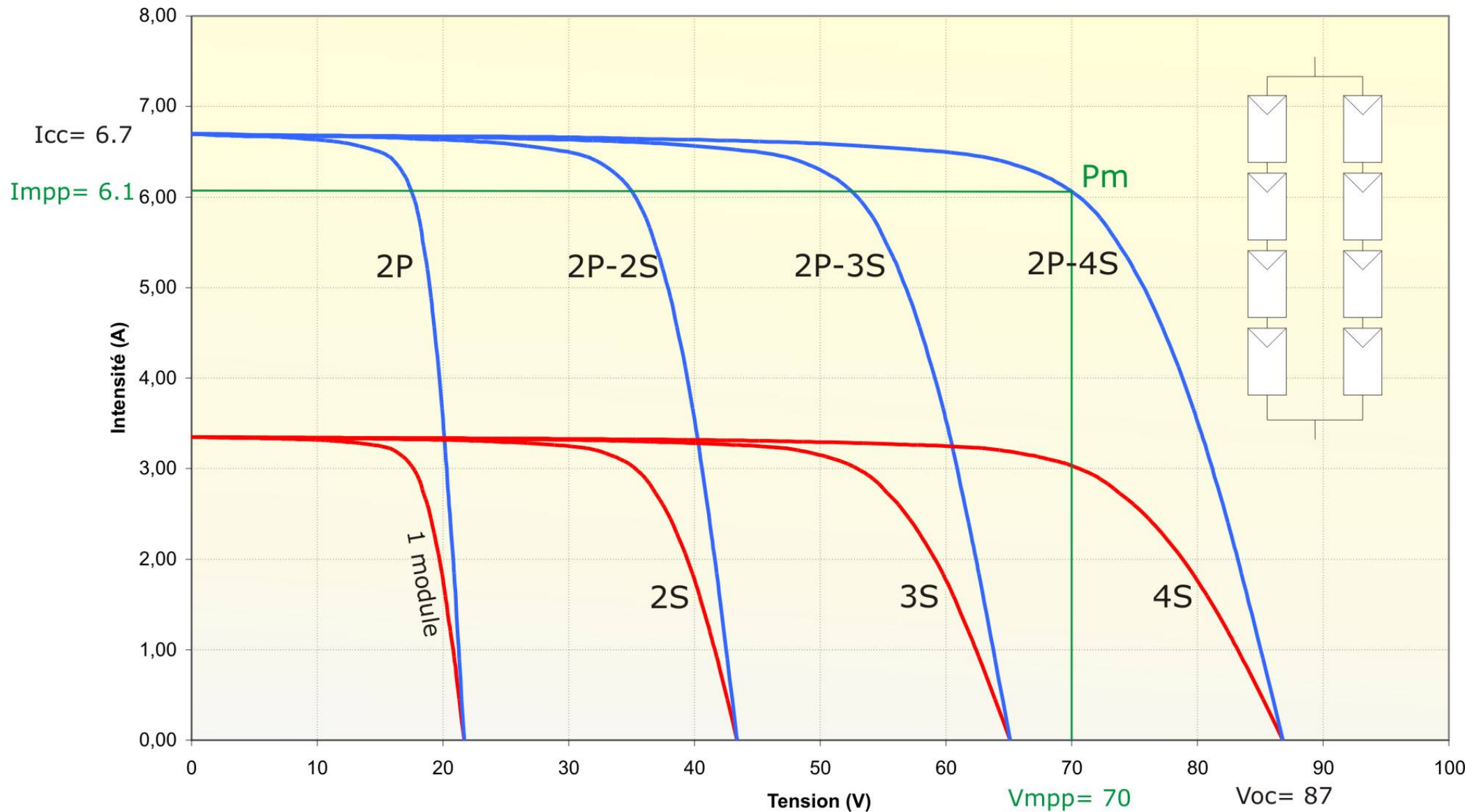
- Nos permite conocer los parámetros idóneos de azimuth y elevación de los módulos solares si no pueden ser los óptimos.
- El objetivo es alejarnos lo menos posible del 100% del rendimiento de potencia (PR o Performance Ratio).
- Centro del disco: Panel horizontal.
- Contorno del disco: Panel vertical.







# Conexión combinada: Generador FV con 2 strings de 4 módulos/string





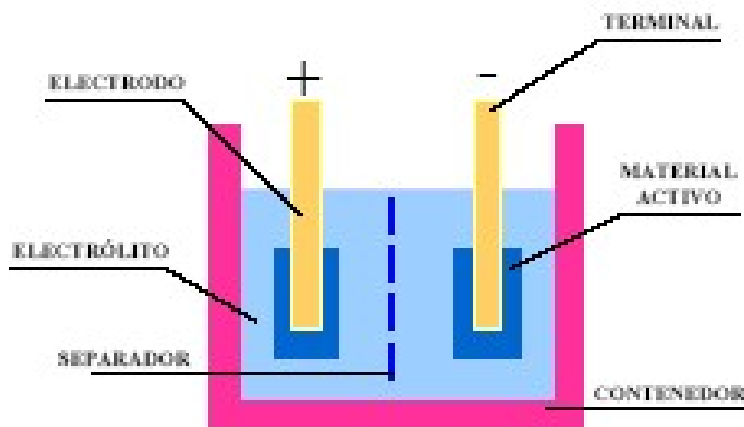
# Tipos de baterías y su mantenimiento.



Tipo De Batería	Arranque	Tracción	Estacionaria/Reserva
Aplicación de movilidad	Sí	Sí	No
Alta intensidad en pocos segundos	Sí	No	No
Gran profundidad de descarga	No	Sí, habitualmente	Sí, esporádicamente
Carga continuada durante el uso de la batería	Sí	No	Sí

- Sistema fotovoltaico autónomo  $\Rightarrow$  Baterías estacionarias, dimensionadas para trabajar habitualmente con poca profundidad de descarga; es decir descargar una parte pequeña de su capacidad total y volver a cargar de forma intermitente. Esporádicamente, descargas de hasta un 80%.
- Tensión de trabajo de la batería: Valores típicos: 12, 24, 48 V.
- Capacidad Nominal: Carga eléctrica que una batería en estado de plena carga puede suministrar bajo determinadas condiciones. Se mide en Ah.
- El cociente kWh/V (energía acumulable o entregable entre la tensión de trabajo del sistema) corresponde dimensionalmente a kAh. Ej:  $3 \text{ kWh}/48 \text{ V} = 62,5 \text{ Ah}$ .
- Profundidad de descarga máxima: Carga eléctrica que puede entregar una batería en determinadas condiciones. Se expresará en % de la capacidad total.

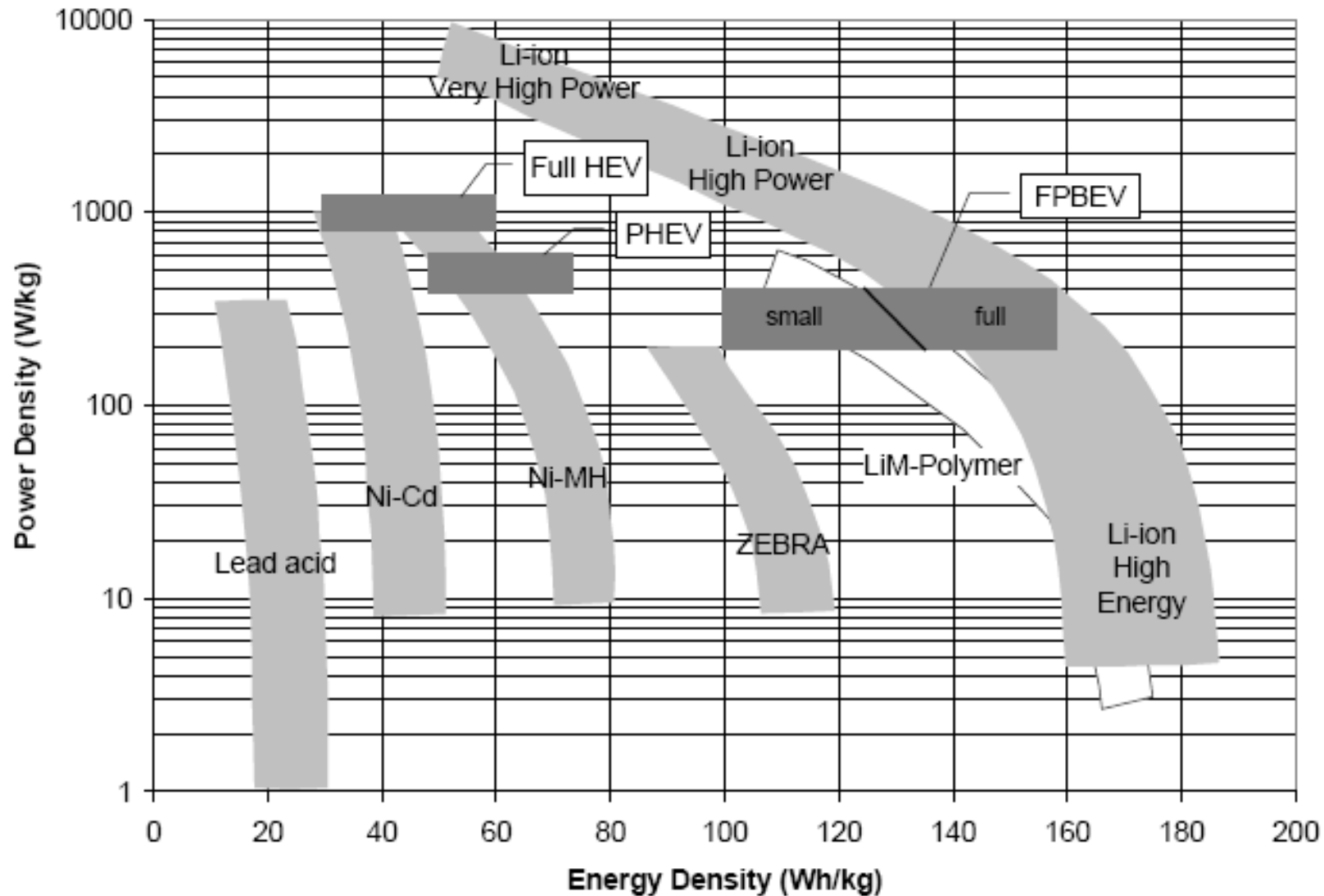
- Necesarias porque el perfil de producción no coincide con el de consumo.
  - Almacenamiento de energía para poder suministrarla cuando no hay luz solar.
  - Suministrar potencia instantánea superior de la que el campo de paneles podría generar.
- Suelen estar sometidas a ciclos diarios de carga y descarga parciales (valor típico: 15%).
- Deben mantener un nivel de tensión estable.
- Son el elemento más débil y caro del sistema, y el que necesita mayor mantenimiento.



Baterías OPzS



Baterías monoblock



- Para aplicaciones estacionarias se emplean habitualmente baterías de plomo-ácido o equivalentes, como la tecnología de gel.
- Más pesadas que otras tecnologías como la Ni-Cd pero más económicas.

Tipo batería	C6	C10	C12	C24	C48	C72	C100	C120	C240
Tensión corte	1,75 Upe	1,80 Upe	1,80 Upe	1,80 Upe	1,80 Upe	1,80 Upe	1,85 Upe	1,85 Upe	1,85 Upe
OPzS Solar 70	55,0	51,5	63,7	69,4	78,4	79,8	83,2	82,7	92,9
OPzS Solar 140	95,4	103,0	108,2	118,7	141,6	137,8	144,0	139,9	162,3
OPzS Solar 210	131,4	154,5	150,7	167,0	187,5	196,2	204,5	208,3	234,1
OPzS Solar 280	203,4	206,0	229,3	250,8	296,2	289,2	301,8	294,0	338,3
OPzS Solar 350	245,5	257,5	284,0	311,5	374,2	361,2	377,5	364,1	424,5
OPzS Solar 420	284,3	309,0	322,9	354,6	420,8	410,8	429,4	417,7	482,9

- En solar FV se suele emplear la capacidad referida a 100 horas de descarga (C100) dado que las instalaciones se suelen dimensionar para una autonomía de unos 5 días aproximadamente. Los regímenes no se expresan en amperios, sino en horas necesarias para plena descarga (C6, C10, ..., C100, etc.) hasta la tensión final de corte  $U_{pe}$  (Tensión Por Elemento: 2,15 V a 25 °C).
- La capacidad e intensidad nominal siempre se deben dar referidas a un régimen de descarga. Por ejemplo, a una batería con capacidad nominal de  $C_n = 280\text{Ah}$  y para C100 le corresponde una intensidad nominal  $I_n = 3,018\text{ A}$ . Es decir, puede suministrar 3 A constantes durante 100 horas de funcionamiento.



Ejemplo: A la batería AGM SOLARX-3, con una capacidad nominal de  $C_n=3Ah$ :

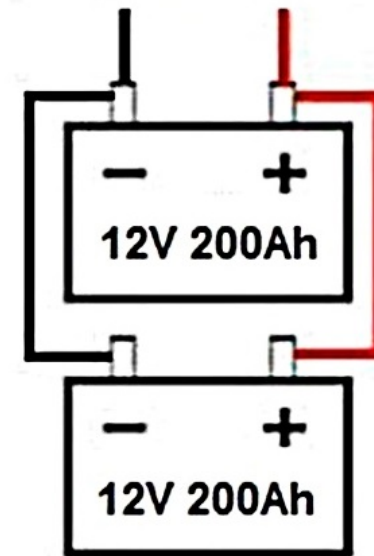
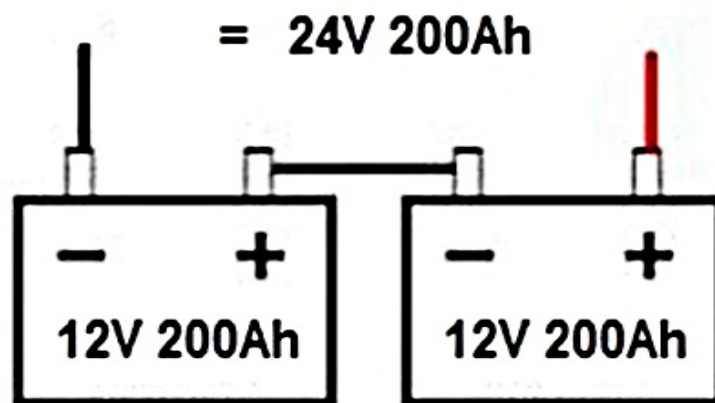
- Para C100 le corresponde una intensidad nominal  $I_n=0,0265$  A. Es decir, puede suministrar 26,5mA constantes durante 100 horas de funcionamiento.
- Para C20 le corresponde una intensidad nominal  $I_n=2,45/20=0,1225$  A. Es decir, puede suministrar 122,5mA constantes durante 20 horas de funcionamiento.

	CAPACIDAD [Ah] -100% DOD (a 1.75V/celda) a 25°C		
Modelo	C20	C100	C120
SOLARX-3	2.45	2.65	3.00
SOLARX-8	7.00	7.87	8.00
SOLARX-14	12.50	13.80	14.00
SOLARX-30	26.00	29.20	30.00
SOLARX-48	42.00	47.20	48.00
SOLARX-78	68.30	76.70	78.00
SOLARX-120	105	118	120
SOLARX-240	210	236	240



- La conexión en serie de dos baterías iguales, permite obtener una salida dos veces el voltaje nominal de las baterías individuales, manteniendo la misma capacidad.
- La conexión en paralelo de dos baterías iguales, permite obtener una salida dos veces la capacidad de las baterías individuales, manteniendo el mismo voltaje nominal.
- También es posible conectar baterías diferentes entre sí, aunque es deseable que al menos tengan igual voltaje nominal o igual capacidad.

## Conexión en serie



Conexión en paralelo  
= 12V 400Ah



**Ej: Batería OPZS de 6 vasos y 12 V**

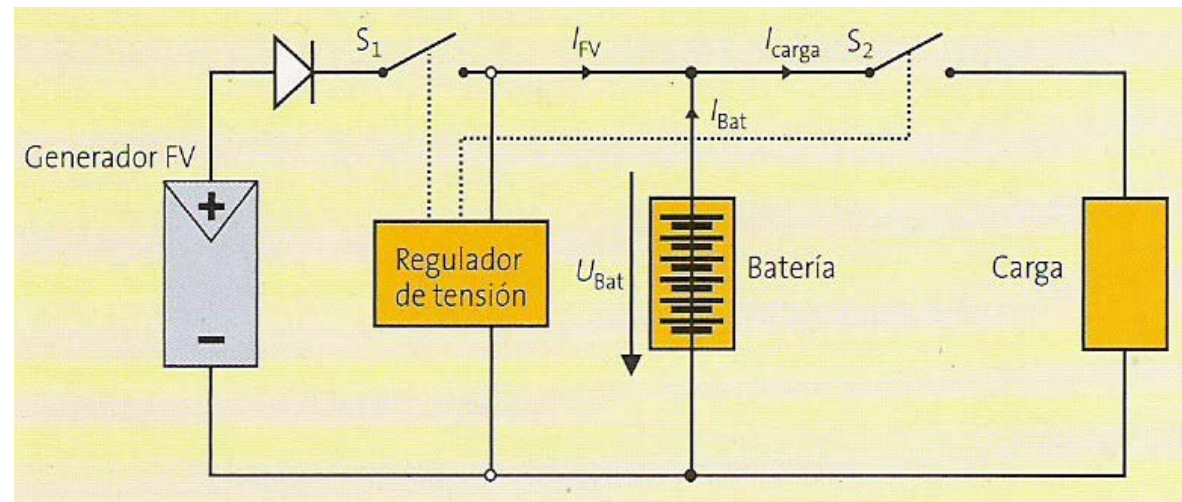


**Densímetro**

Estado	Densidad	Voltios/vaso	Voltios/conjunto	Congelación
Cargada	1,265	2,12	12,70	-57°C
Cargada 75%	1,225	2,10	12,60	-38°C
Cargada 50%	1,190	2,08	12,45	-25°C
Cargada 25%	1,155	2,03	12,20	-16°C
<b>Descargada</b>	<b>1,120</b>	<b>1,95</b>	<b>11,70</b>	<b>-10°C</b>

- Necesario mantenimiento periódico del electrolito, ya que se evapora periódicamente.
- Otras tecnologías (AGM, Gel, Selladas) no necesitan mantenimiento de electrolito.
- Además se debe controlar la temperatura de la estancia de las baterías, así como la limpieza de los bornes y el estado de las conexiones.

- Instalado entre los paneles solares y la batería, tiene como misión fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solar una vez que ha alcanzado su carga máxima.
- También evita la descarga hacia el panel, abriendo el circuito automáticamente (mecanismo de seguridad ya que el panel dispone del diodo de corte) y protege la batería frente a sobredescargas, desconectando el receptor cuando el nivel de carga de la batería alcanza el umbral mínimo.
- Además, disipa el exceso de corriente que viene del panel mediante un limitador de tensión, evitando así tensiones de cargas elevadas.
- Por último, realiza el control del estado de carga de la batería, ya que suele disponer de una pantalla de información que indica si los paneles están o no cargando la batería, y si la batería está suministrando o no potencia eléctrica a las cargas.





Debe adaptarse al panel y la batería elegida.



Ejemplo regulador para alimentación de dispositivos electrónicos:

- Hasta 40V/20A del generador fotovoltaico a la entrada
- Autoconmutable para tensión de trabajo de baterías 12/24V
- 2 salidas USB 5V/3A
- 2 salidas DC 12V/2A
- Pantalla LCD
- Control de carga y alimentación a cargas
- Termómetro



“Modo noche”

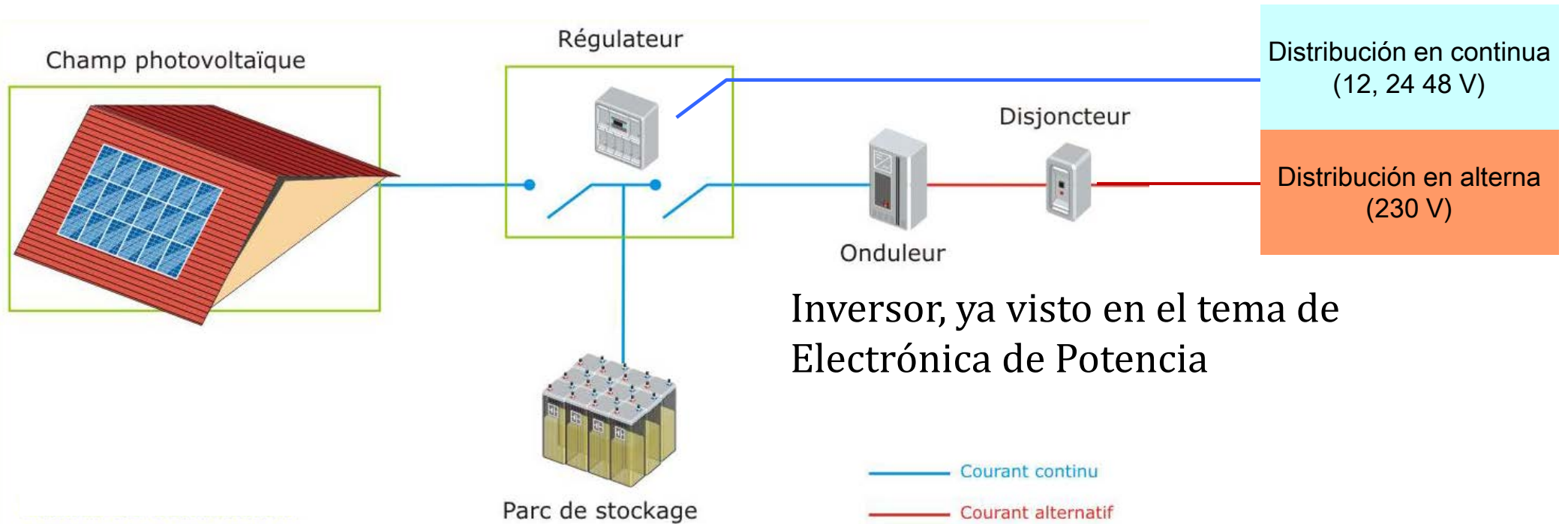


19/7/17-19:35h



28/7/17-12:20h

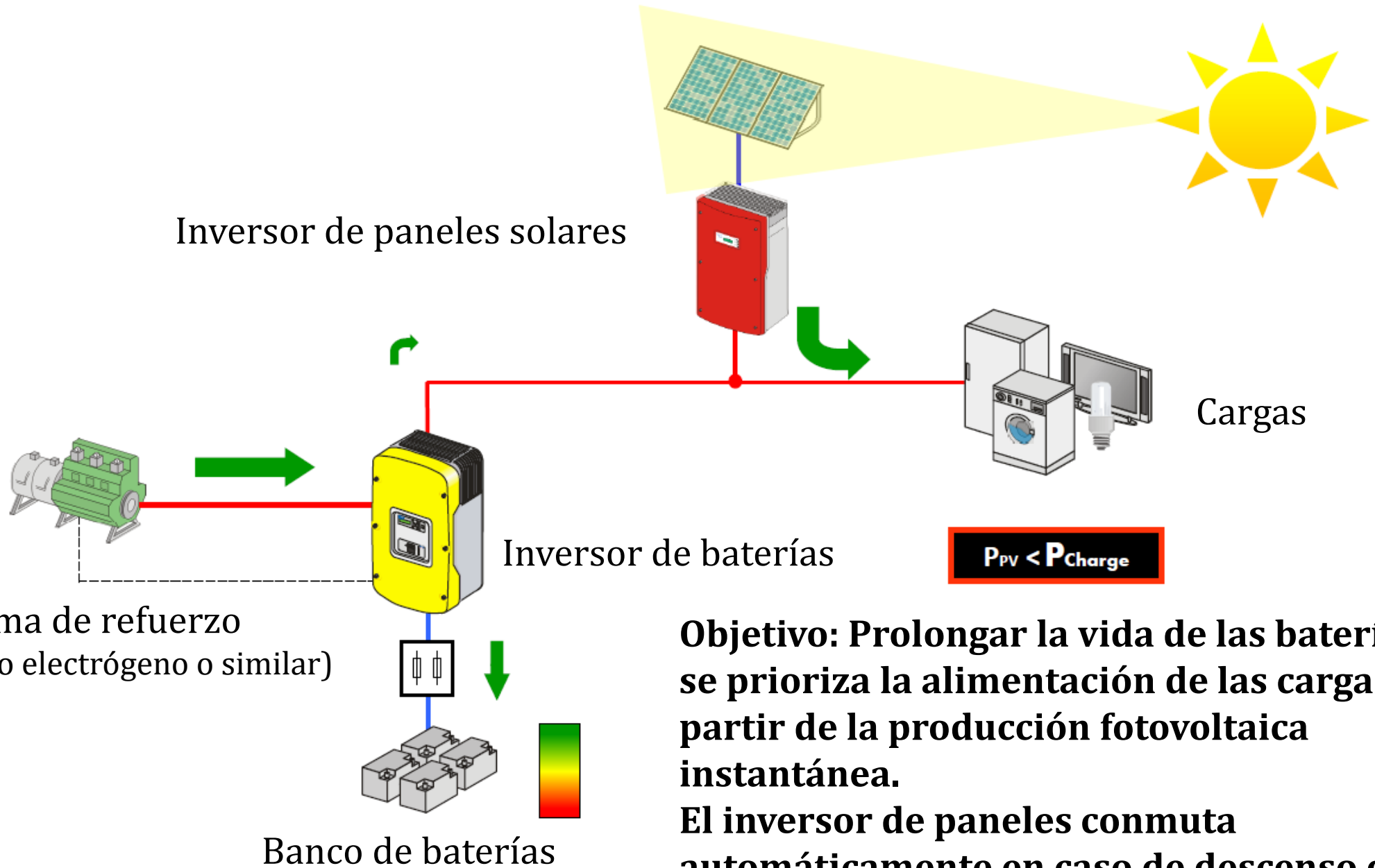




Inversor, ya visto en el tema de  
Electrónica de Potencia

Para evitar que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar, éstos están previstos de un diodo de bloqueo ubicado en la parte posterior, dentro de la caja de conexión. Este diodo evita también que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o más de ellos se produce una sombra.





**Objetivo: Prolongar la vida de las baterías, se prioriza la alimentación de las cargas a partir de la producción fotovoltaica instantánea.**

**El inversor de paneles conmuta automáticamente en caso de descenso de la producción FV al inversor de baterías.**



# Aplicaciones en robótica móvil.

- **Puntos de partida:**
  - Necesidades del sistema: Potencia, Energía
  - Época del año (si procede)
  - Autonomía del sistema
  - Ubicación geográfica del generador: PVGIS
  - Posición de los módulos solares
  - Espacio disponible en el sistema
- **Resultados del dimensionamiento**  
(con conexiones serie y paralelo)
  - Potencia solar pico necesaria
  - Características de las Baterías