



# PVS IN BLOOM

Seminarios de formación  
para técnicos de  
entidades locales

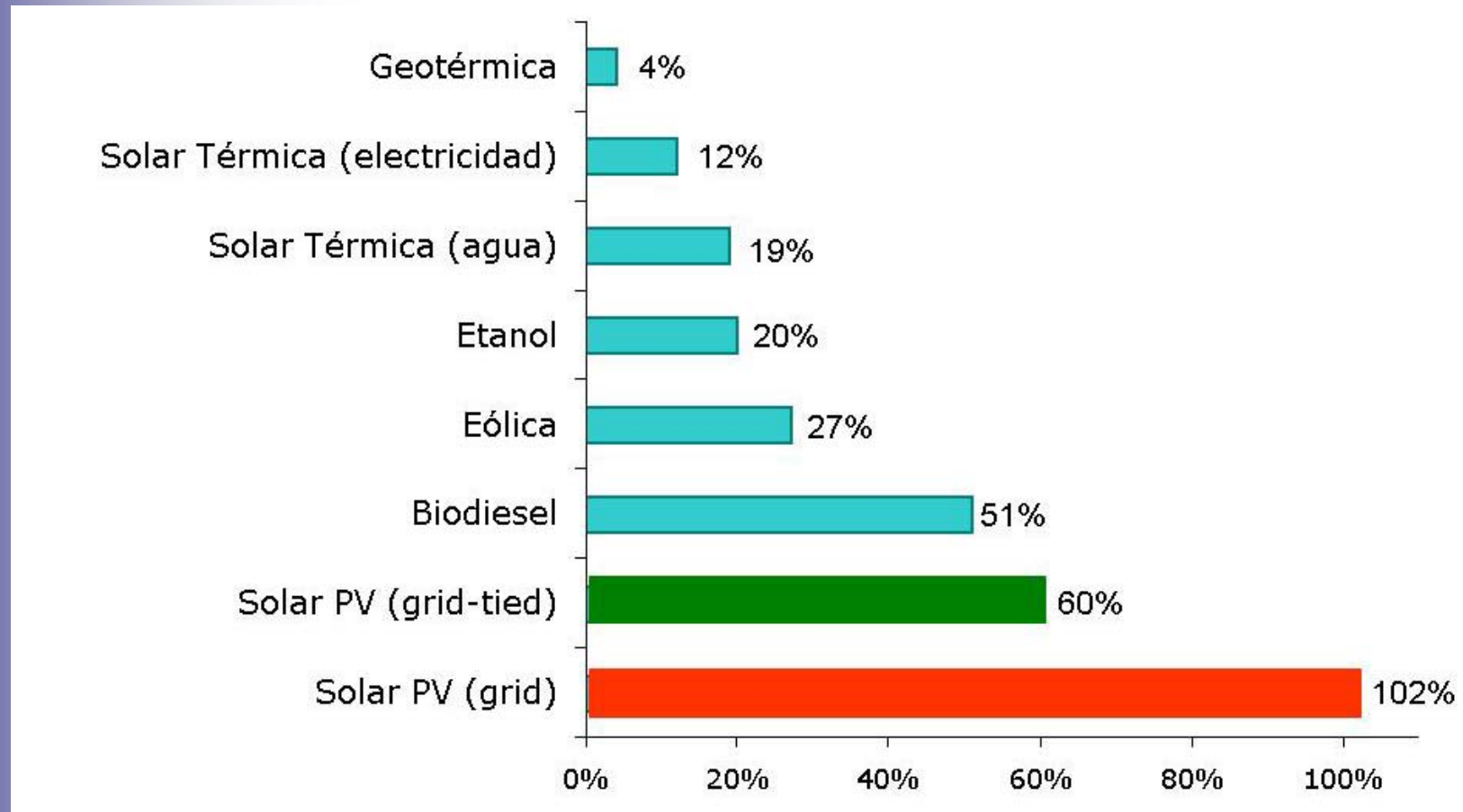
Introducción a la  
Tecnología Fotovoltaica



# INTRODUCCION



Tasa media de crecimiento anual de las energías renovables (2004 - 2009)



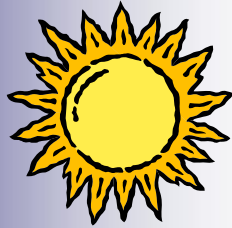
Europe



Intelligent Energy



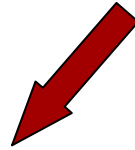
# INTRODUCCION



**ENERGÍA SOLAR DIRECTA**



**SOLAR TÉRMICA**



**SOLAR FOTOVOLTAICA**



Europe



Intelligent Energy

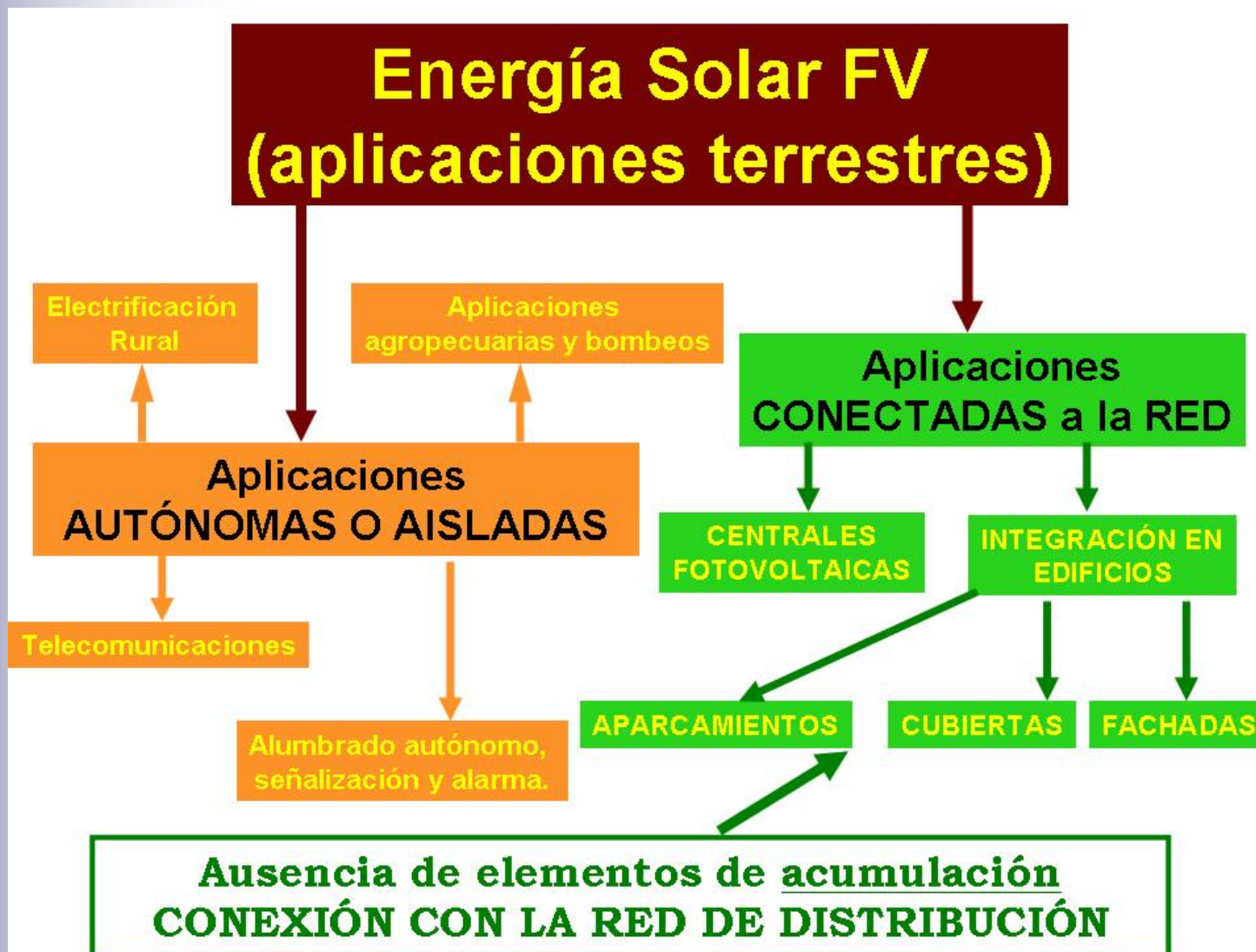




# INTRODUCCION



## Clasificación Sistemas Fotovoltaicos



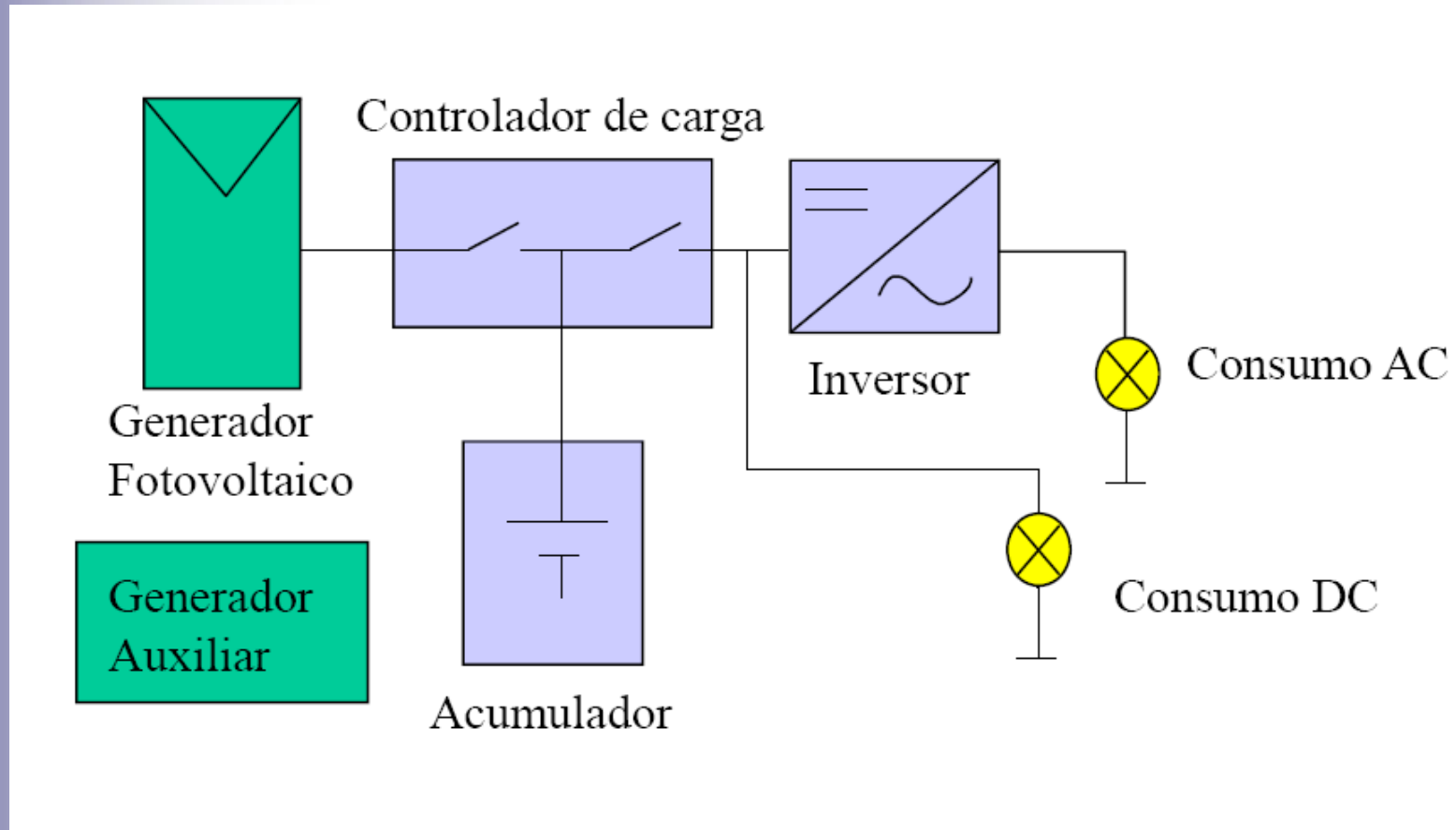


# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos





# INTRODUCCION



Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

**Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Telecomunicaciones**



Europe



Intelligent Energy

Seminarios de formación para técnicos de entidades locales.





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Electrificación Rural



Europe



Intelligent Energy

Seminarios de formación para técnicos de entidades locales.



# INTRODUCCION



Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

**Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Electrificación Rural**



Intelligent Energy Europe



Seminarios de formación para técnicos de entidades locales.





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Bombeo



Intelligent Energy  Europe

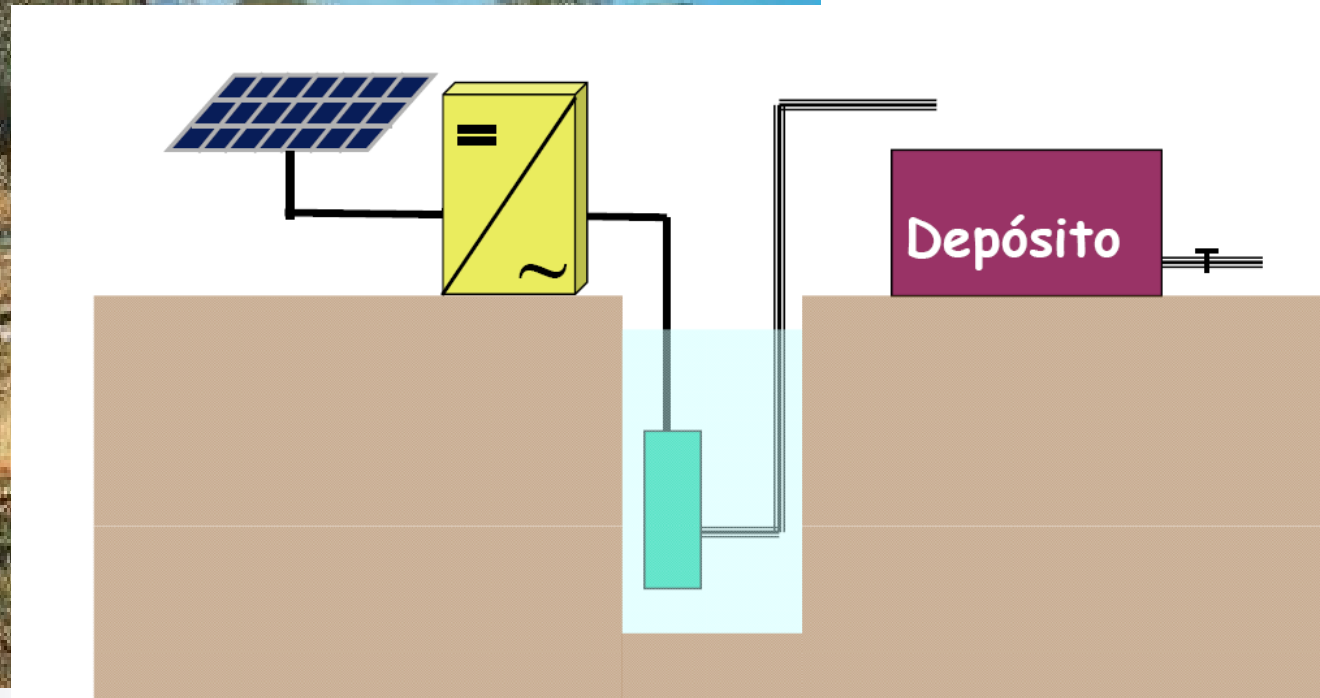


# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Bombeo



- No baterías

Intelligent Energy Europe



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Alumbrado



Intelligent Energy Europe







# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Otras aplicaciones



Intelligent Energy  Europe



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Sistemas extraterrestres



Intelligent Energy  Europe



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Elemento clave:  
**INVERSOR**



SISTEMA DE  
GENERACIÓN



INVERSOR



RED  
ELÉCTRICA





# INTRODUCCION



Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

## Plantas FV



**Olmedilla  
60 MWp**



Europe



Intelligent Energy





## Plantas FV



**Beneixama  
20 MWp**



**Gálvez  
70 kWp**

Europe



Intelligent Energy





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica- Plantas FV

**Olivenza  
18 MWp**



**Calasparra  
30 MWp**



Europe



Intelligent Energy





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Integración Arquitectónica

Pérgola 20kWp

Fachada 40kWp



La integración en edificios responde a un concepto novedoso, *la generación distribuida*, en donde, uno de los objetivos es la generación de electricidad cerca de los lugares de consumo

ntidades locales.



70kWp

18







# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **HAUS DER ZUKUNFT** Ciudad: **WELL (AT)**

Características: **Edificio Residencial**

**Monocristalino Conectado a red**

**Tejado 3,47 kWp**



Europe



Intelligent Energy



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **AUF DEM KRUGE** Ciudad: **Bremen (DE)**

Características: **80 Casas Individuales**

**Multicristalino**

**Conectado a red**

**Tejado**

**2.5 kWp/unid. (200 kWp Total)**



Europe



Intelligent Energy

Seminarios de formación para técnicos de entidades locales.





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **STADTWERKE** Ciudad: **Heidenheim (DE)**

Características: **Edificio de Oficinas**

**Monocristalino Conectado a red**

**Parasoles**

**14 kWp**



Europe



Intelligent Energy



## INTRODUCCION



### Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

#### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **BRE**

Ciudad: **Watford (GB)**

Características: **Edificio Comercial**

**Si Amorfo**

**Conectado a red**

**Fachada**

**3 kWp**



Europe



Intelligent Energy





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **IKEA Store**      Ciudad: **Stockholm**

Características: **Zona Comercial**

**Multicristalino**

**Conectado a red**

**Tejado**

**kWp**



Europe



Intelligent Energy



## INTRODUCCION



### Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

#### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **CAFETERIA IMEC**

Ciudad: **Leuven (BE)**

Características:

**Edificio Comercial**

**Conectado a red**

**Monocristalino**

**Tejado**

**2.5 kWp**







# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **DE KLEINE AARDE**

Ciudad: **Boxtel (NL)**

Características: **Centro de Educación**

**Multicristalino**

**Conectado a red**

**Tejado**

**7.8 kWp**



Europe



Intelligent Energy



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **PV Umbrella**

Ciudad: **Roma (IT)**

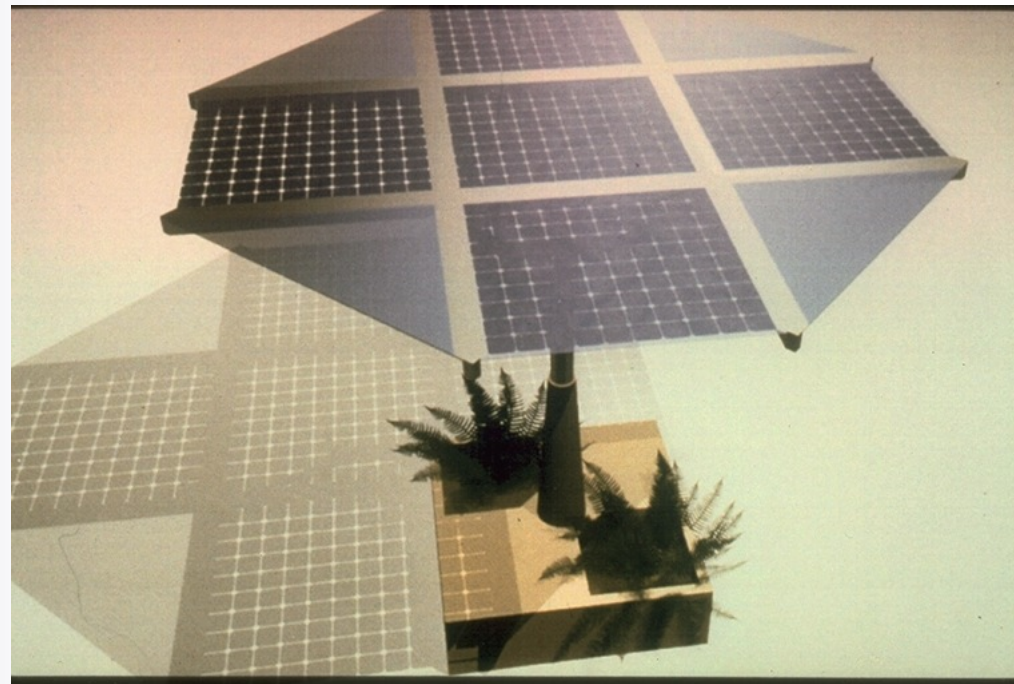
Características: **Mobiliario Urbano**

**Multicristalino**

**Conectado a red**

**Parasol**

**0.5 kWp**



Europe



Intelligent Energy





# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **Car Shetler**

Ciudad: **(JP)**

Características: **Mobiliario Urbano**

**Amorfo**

**Conectado a red**

**Tejado**

**0.74 kWp**



Europe



Intelligent Energy



# INTRODUCCION



## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica-

### Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red

Proyecto: **ESTACION DE TREN**

Ciudad: **Morges (CH)**

Características:

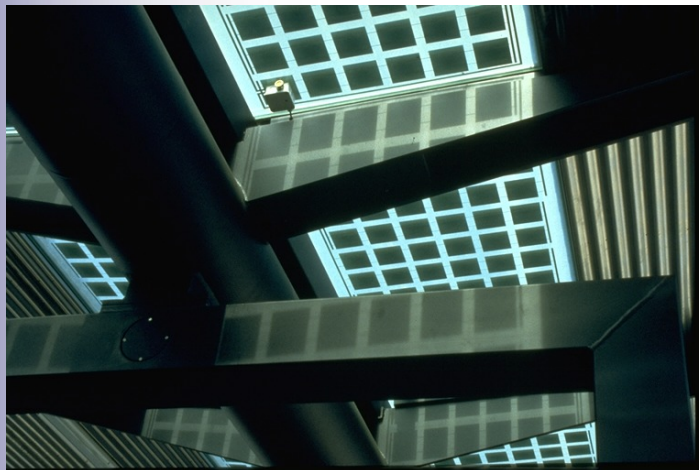
**Edificio Comercial**

**Conectado a red**

**Multicristalino**

**Tejado**

**21.6 kWp**







# INTRODUCCION

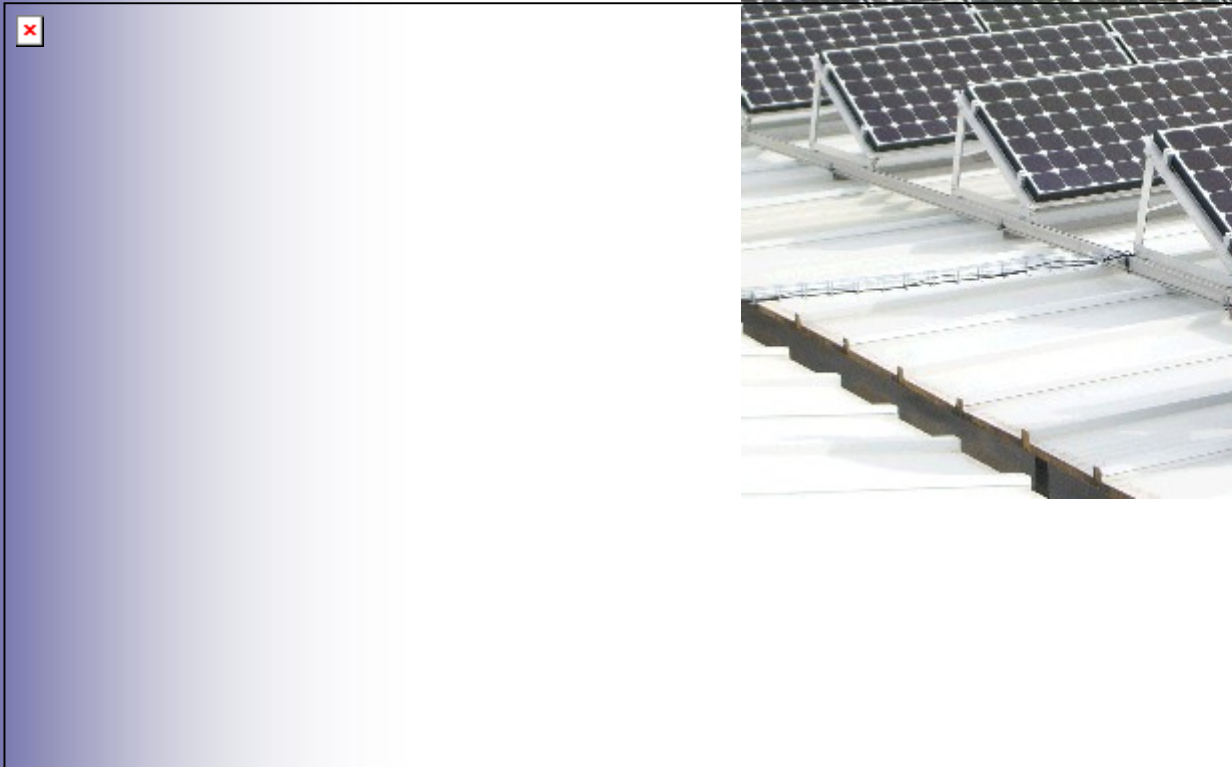


## Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

Europe



Intelligent Energy

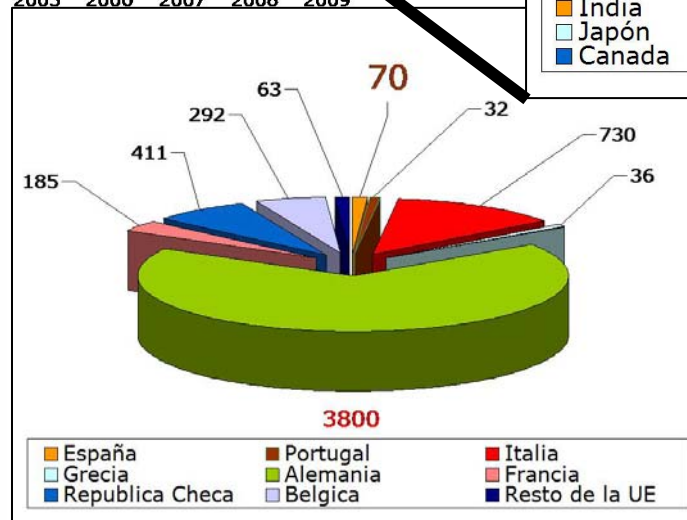
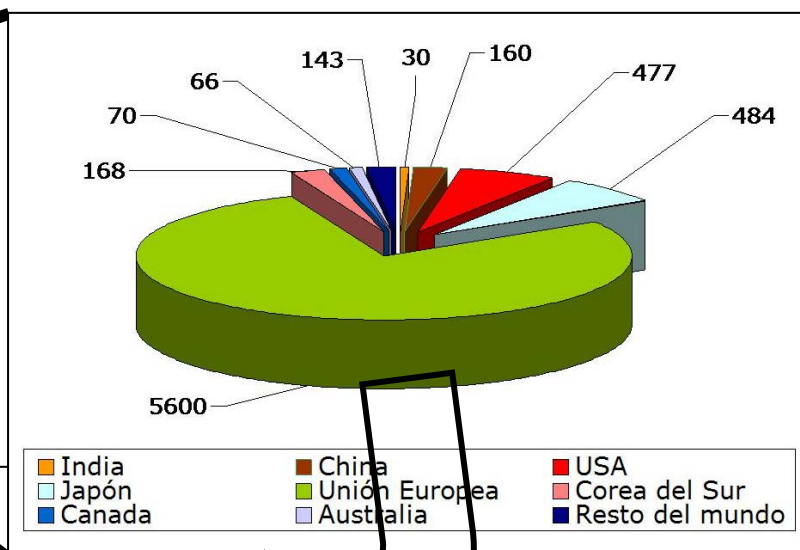
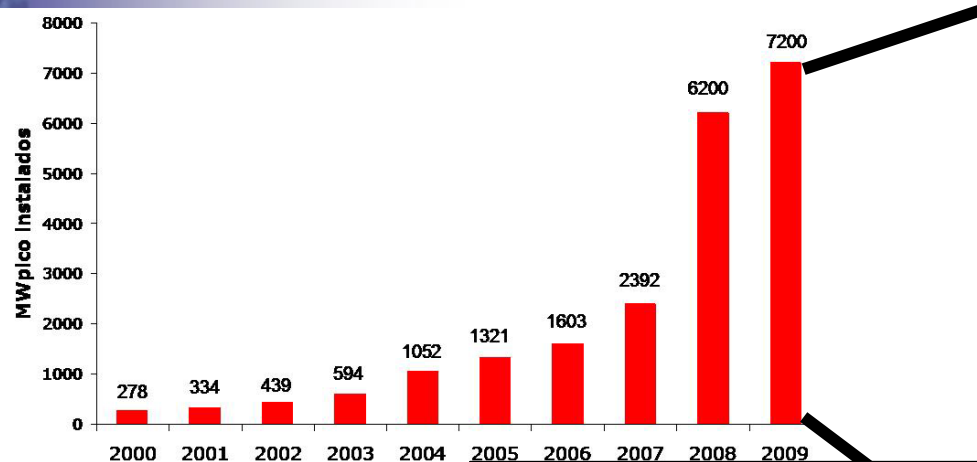




# INTRODUCCION



## Evolución anual del mercado Mundial FV (año 2009)



Intelligent Energy Europe





# INTRODUCCION

## Radiación Solar



Europe



Intelligent Energy

Magnitud	Explicación	Unidad	Símbolo
Irradiancia	La radiación que incide en un instante sobre una superficie determinada (Potencia)	W/m <sup>2</sup>	$I, E$
Irradiación	La radiación que incide durante un periodo de tiempo sobre una superficie determinada (Energía)	Wh/m <sup>2</sup> o J/m <sup>2</sup>	$H$
Irradiancia directa	Radiación que llega a un determinado lugar procedente del disco solar	W/m <sup>2</sup>	$I_{dir}, E_{dir}$
Irradiancia difusa	Es la radiación procedente de toda la bóveda celeste excepto la procedente del disco solar	W/m <sup>2</sup>	$I_{dif}, E_{dif}$
Irradiancia global	Se puede entender como la suma de la radiación directa y difusa. Es el total de la radiación que llega a un determinado lugar	W/m <sup>2</sup>	$I_g, E_g$
Radiación extraterrestre	Es la radiación que llega al exterior de la atmósfera terrestre. Solo varía con la distancia Tierra-sol.	W/m <sup>2</sup> o J/m <sup>2</sup>	$I_0, E_0$ o $H_0$

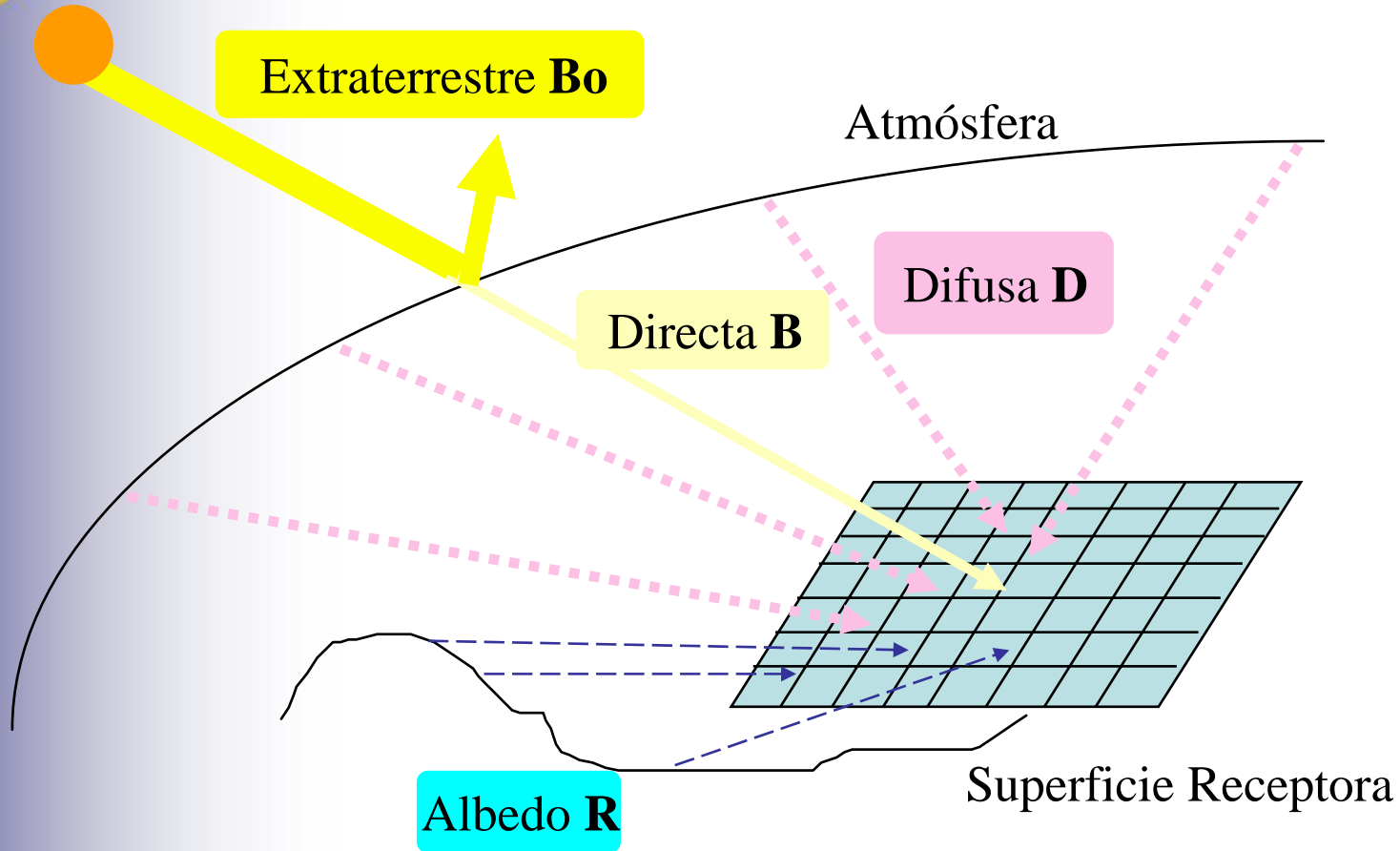
Fuente: Instalaciones Fotovoltaicas. Dirección General de Industria, Energía y Minas



# INTRODUCCION Radiación Solar



Intelligent Energy Europe



$$\text{Global} = \text{Directa} + \text{Difusa} + \text{Albedo}$$

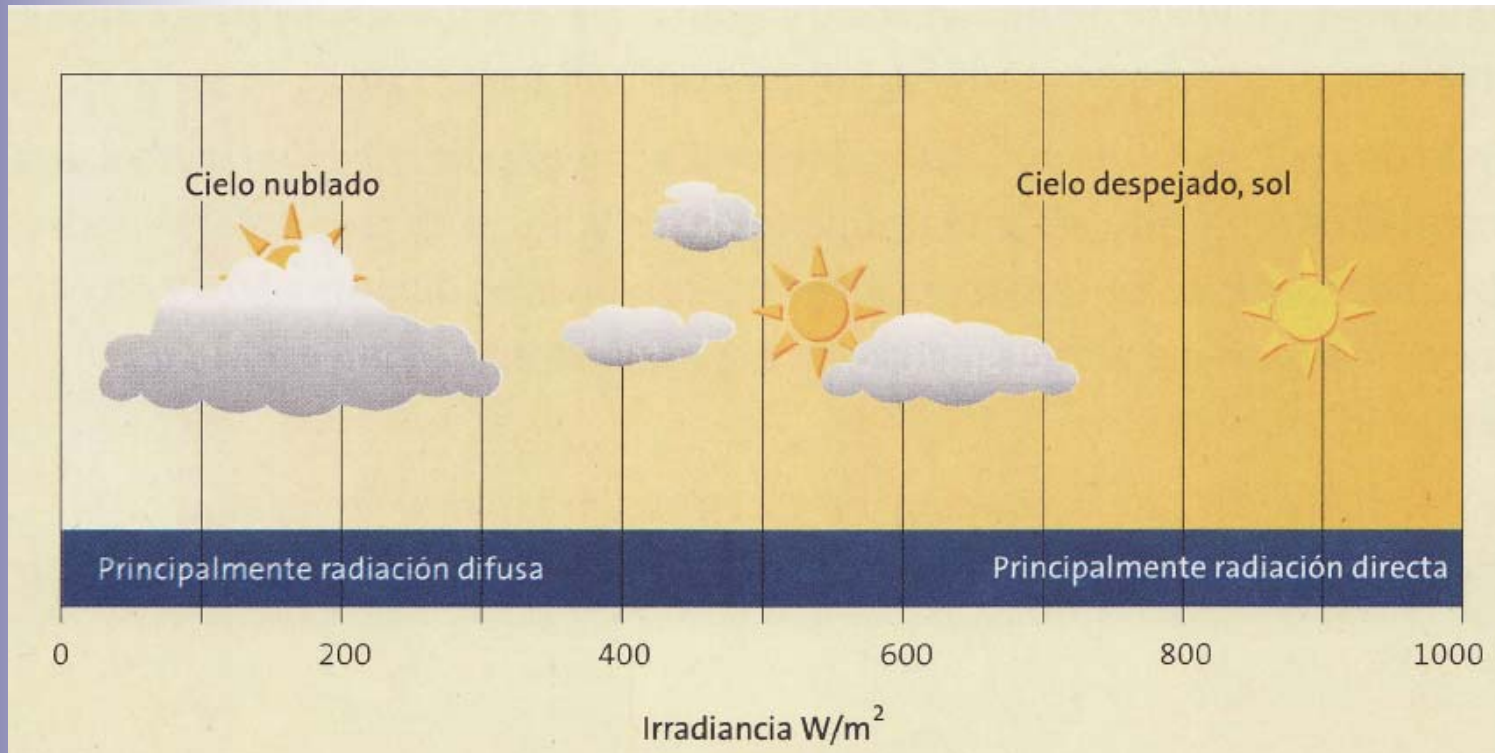
$$G = B + D + R$$





# INTRODUCCION

## Radiación Solar



Fuente: Instalaciones Fotovoltaicas. Dirección General de Industria, Energía y Minas



# INTRODUCCION

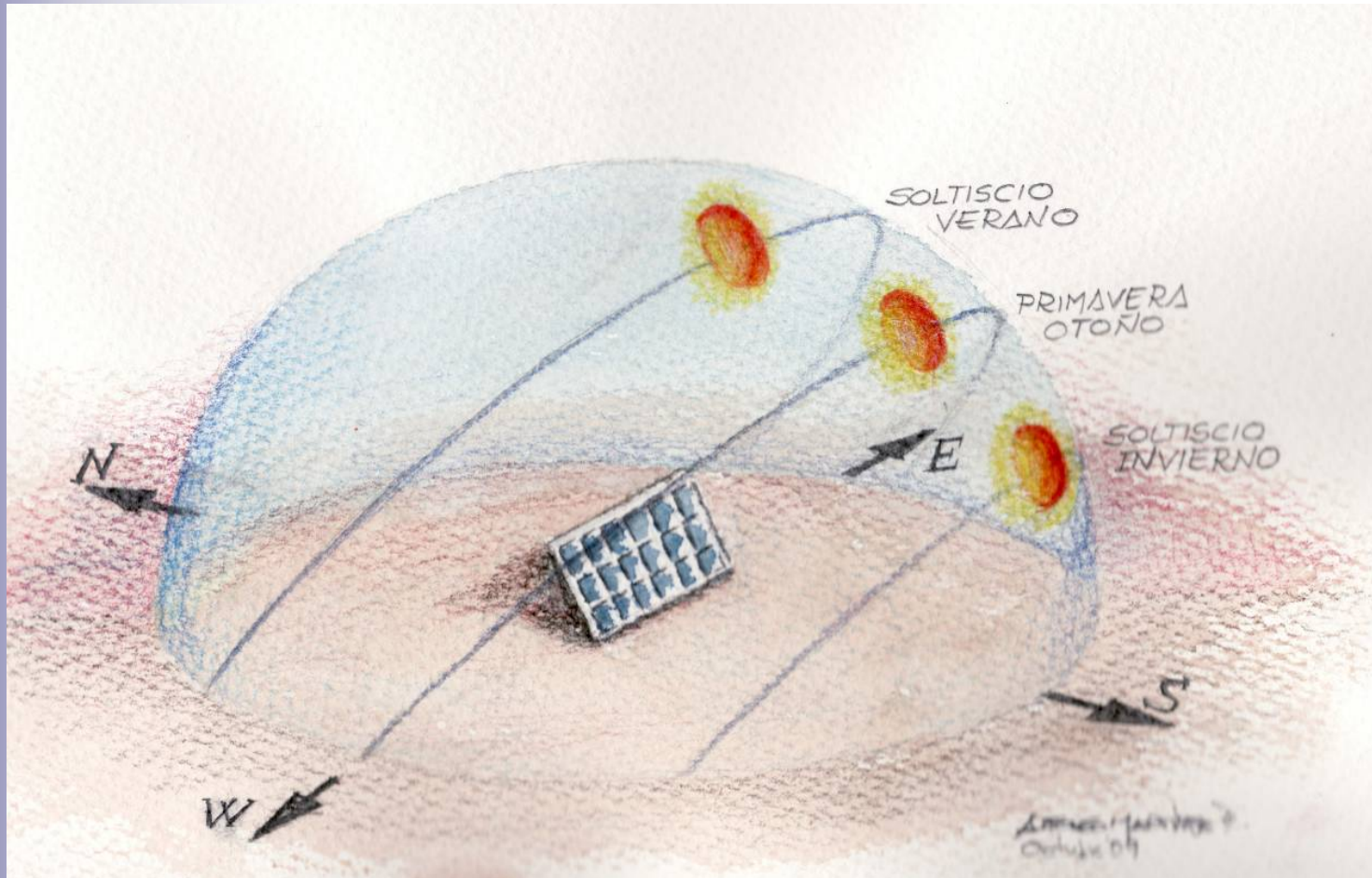
## Radiación Solar



Europe



Intelligent Energy

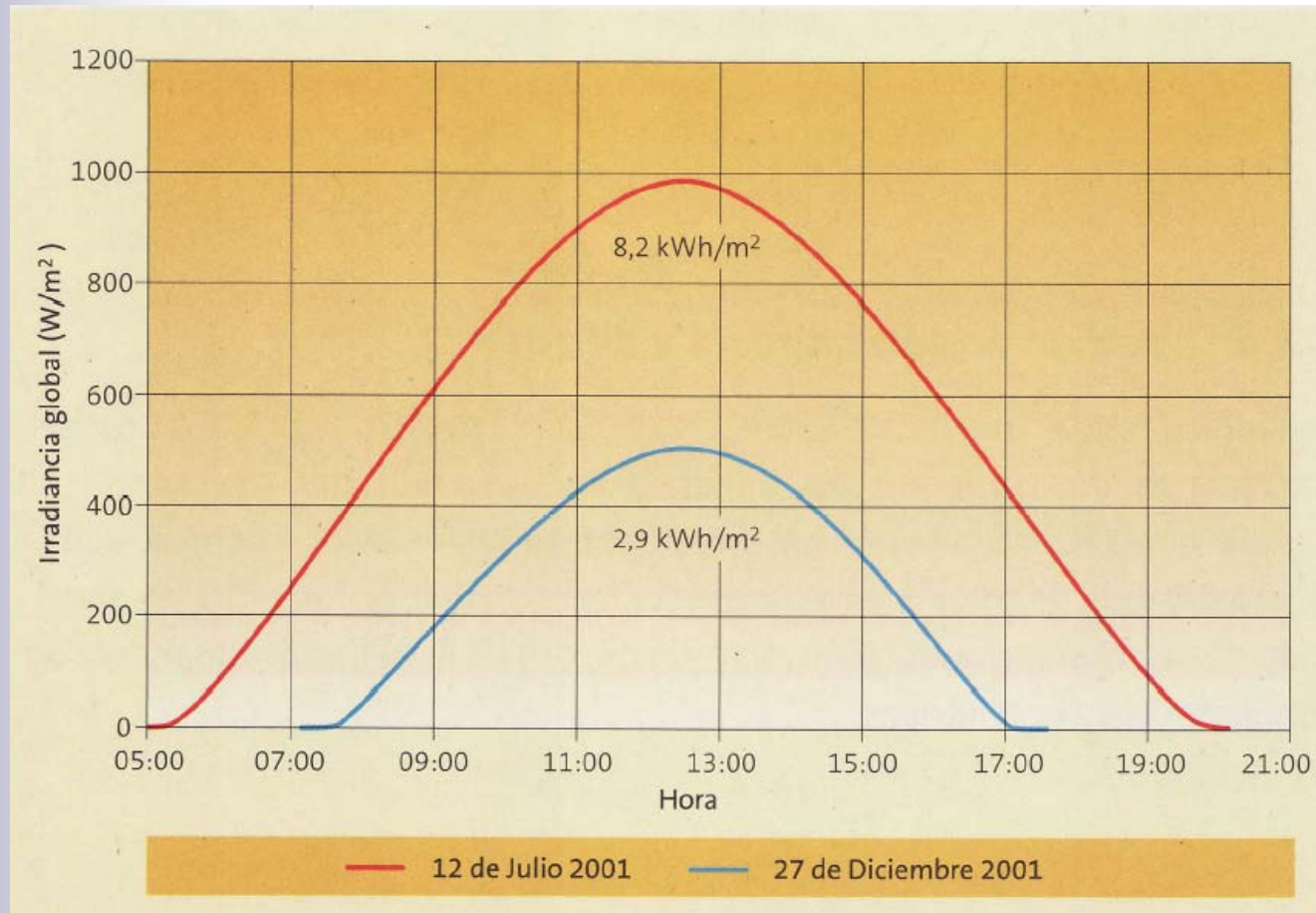






# INTRODUCCION

## Radiación Solar



Fuente: Instalaciones Fotovoltaicas. Dirección General de Industria, Energía y Minas



# PVS IN BLOOM

## Seminarios de formación para técnicos de entidades locales

Fundamentos básicos de los Sistemas  
Fotovoltaicos Conectados a Red





# INTRODUCCION



## Diagrama de bloques simplificado SFCR



Intelligent Energy Europe

**MODULARIDAD**

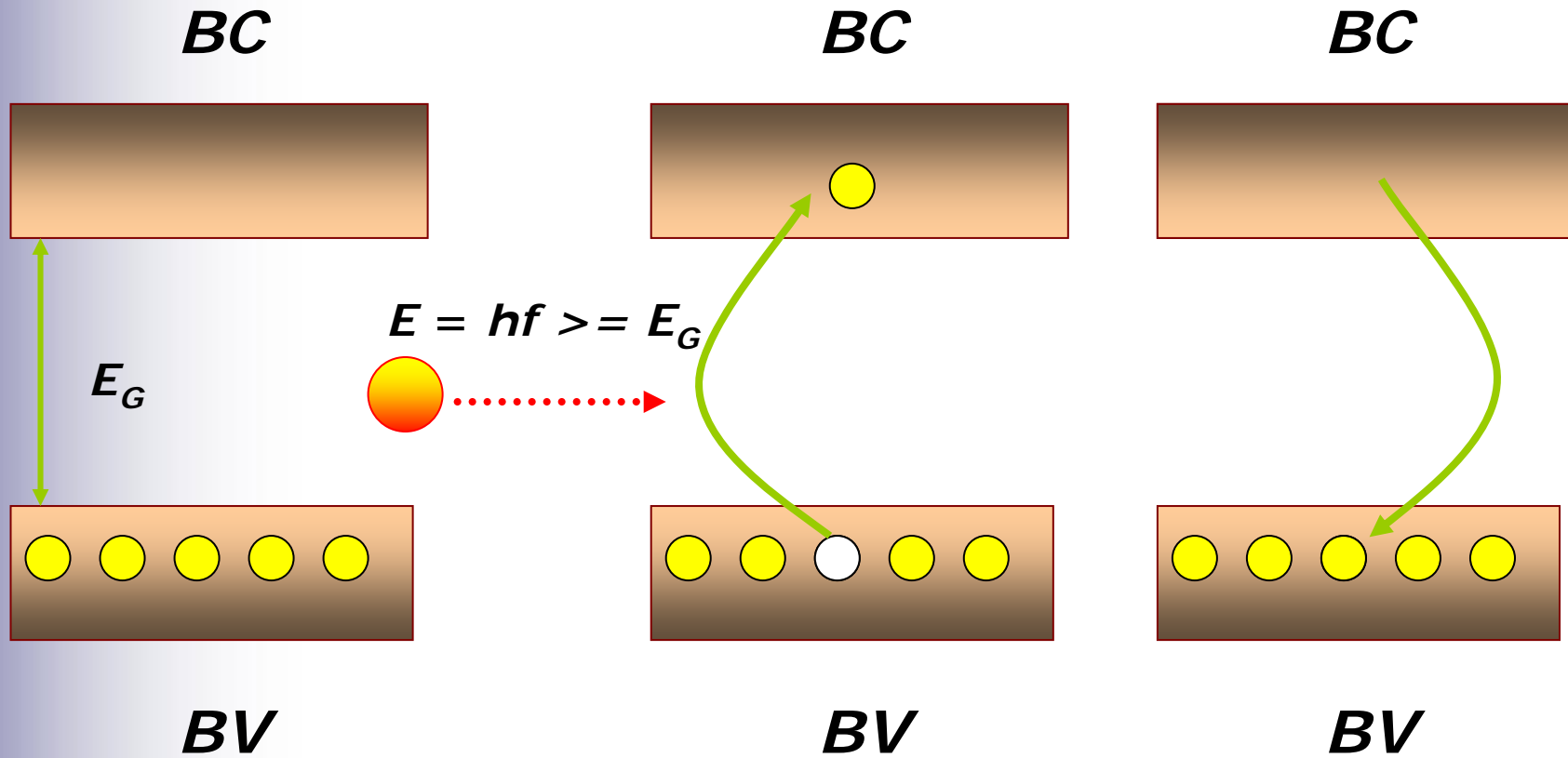


# LA CELULA SOLAR

## Fundamentos



Intelligent Energy Europe



- Electrón*
- Hueco*
- Fotón*



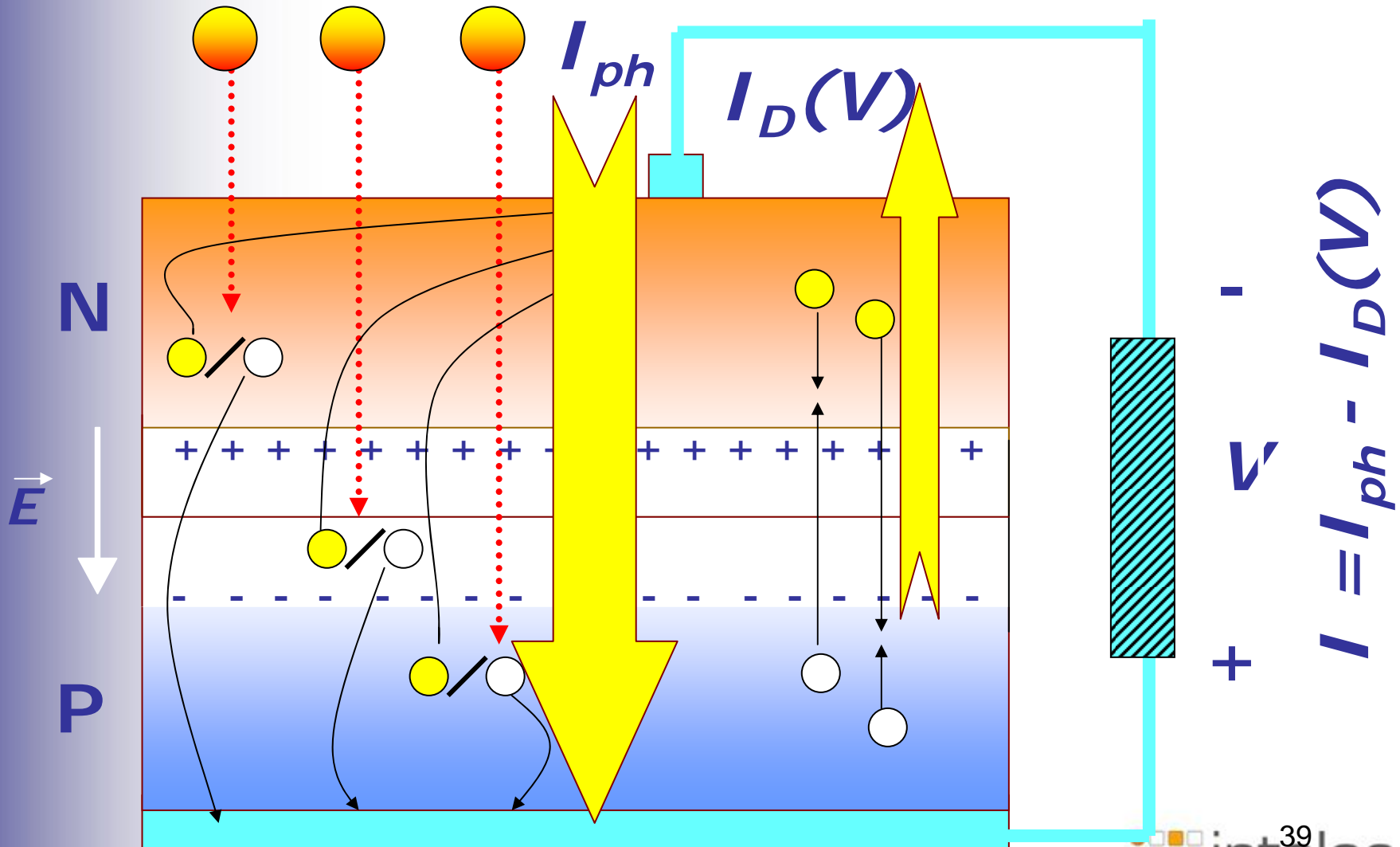


# LA CELULA SOLAR

## Fundamentos



Intelligent Energy Europe





# LA CELULA SOLAR

## Fundamentos



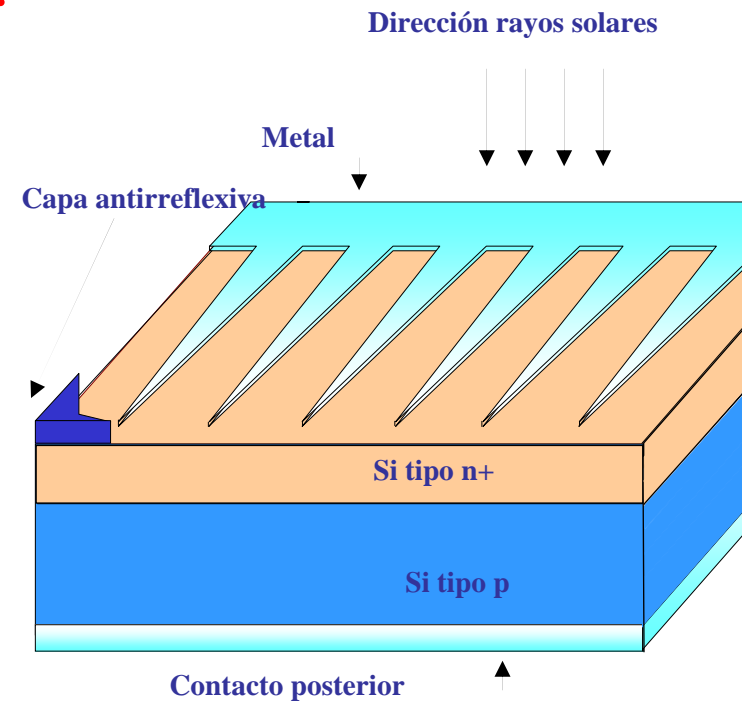
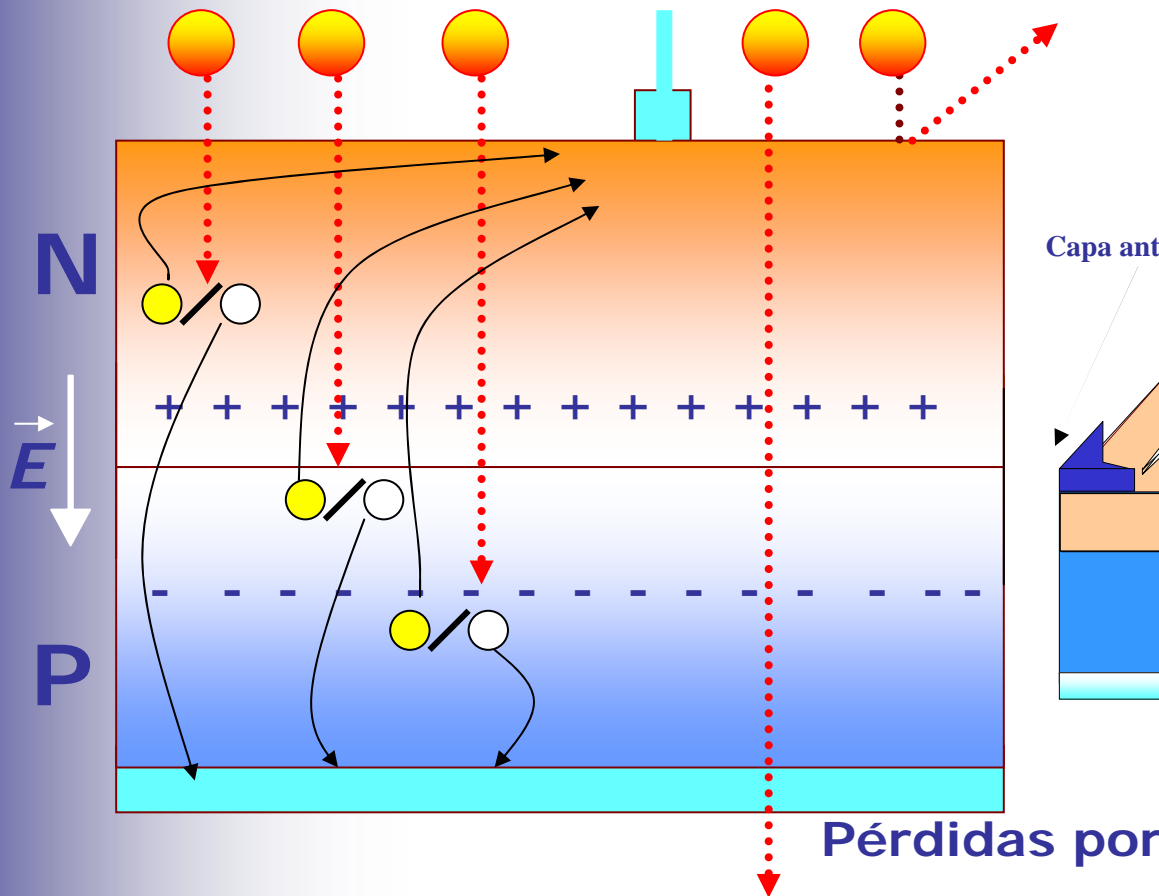
Europe



Intelligent Energy

Generación de pares  $e^-h^+$

Pérdidas por reflexión

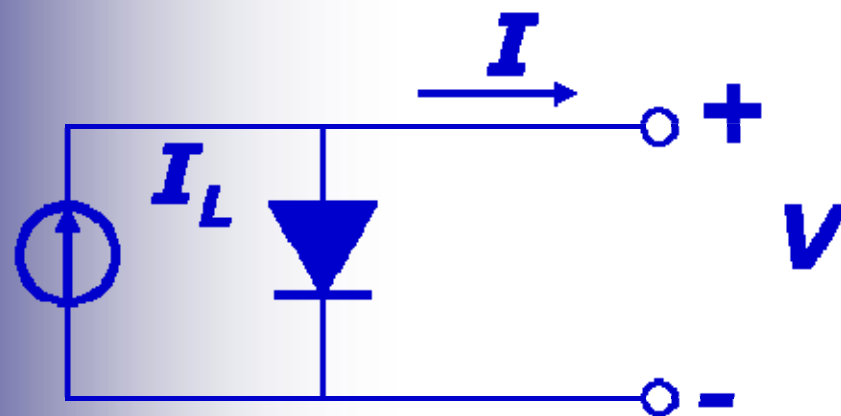




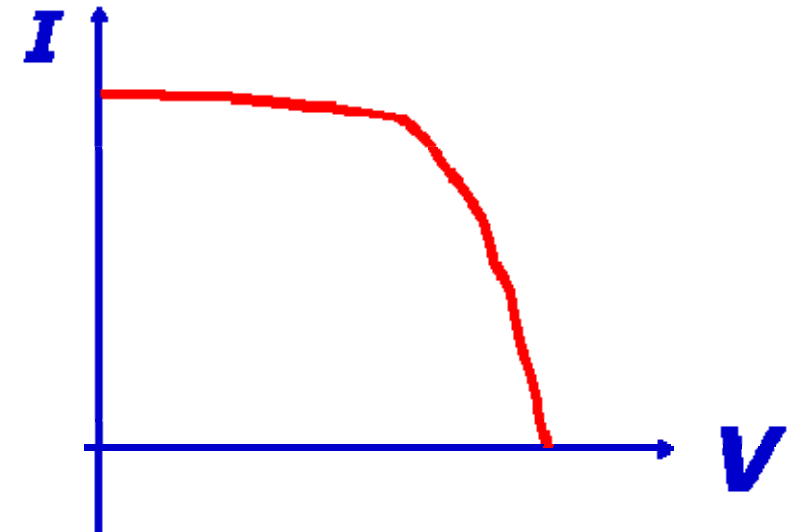


# LA CELULA SOLAR

## Fundamentos



**Circuito equivalente  
del dispositivo intrínseco**

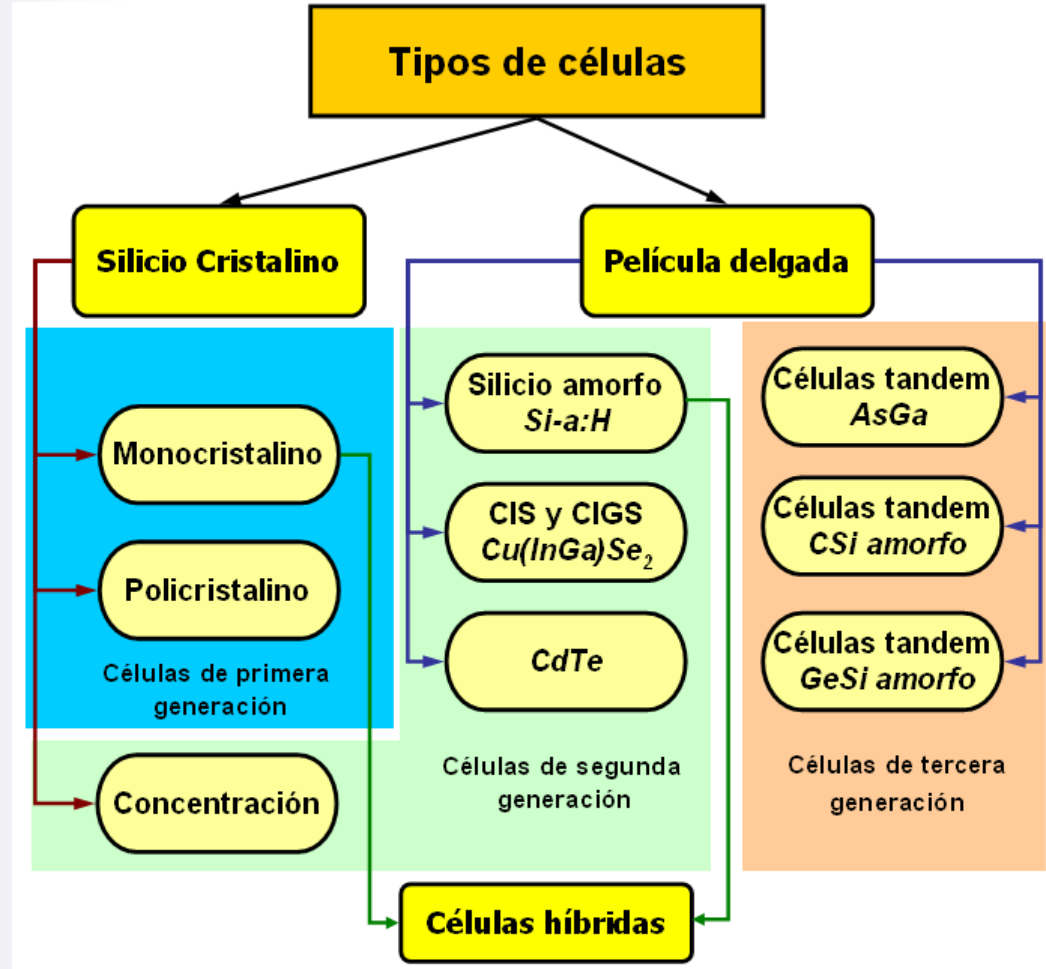


$$I = I_L - I_0 \left[ \exp \frac{eV}{KT_C} - 1 \right] \quad (1)$$



# LA CELULA SOLAR

## Tipos de célula



**Tipos de células solares según su fabricación y la tecnología empleada**  
**(Fuentes: A. Luque y G. Sala, 2003; DGS, 2008)**



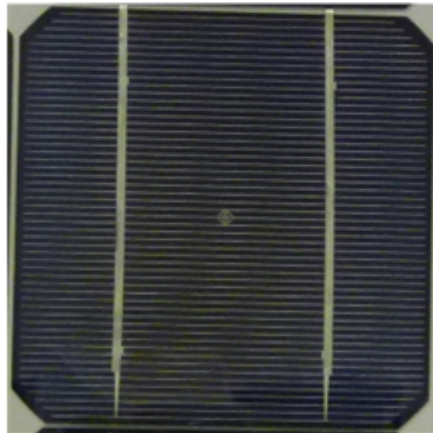


# LA CELULA SOLAR

## Tipos de célula

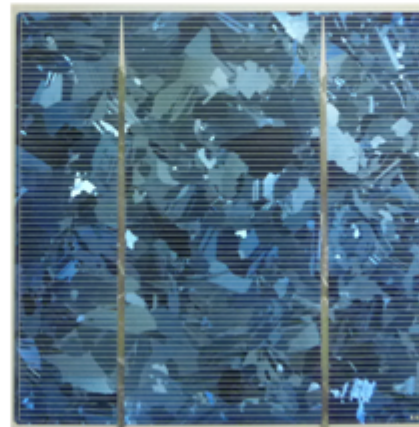


### MONOCRISTALINA



Eficiencia ~ 15-18 %

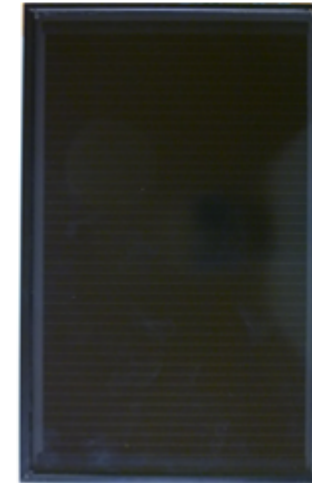
### POLICRISTALINA



Eficiencia ~ 13-16%

### PELÍCULA DELGADA

Si Amorfo  
CIS  
CdTe



Eficiencia ~ 8-10%



# LA CELULA SOLAR

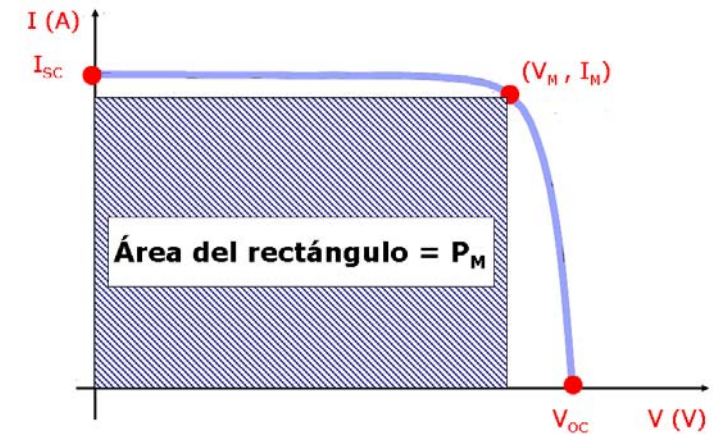
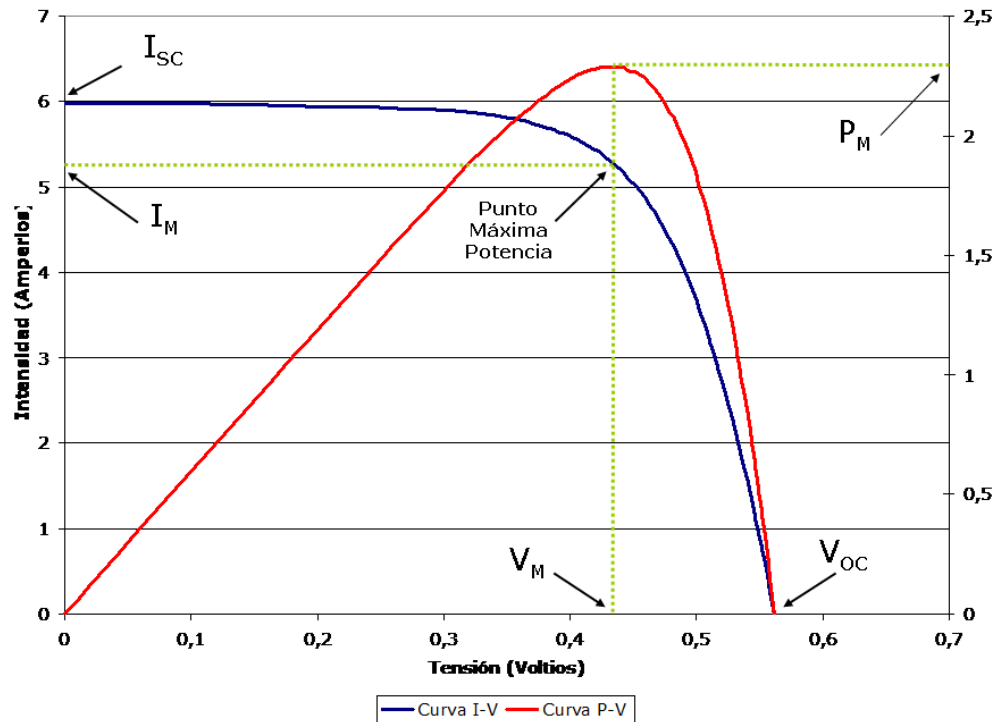
## Curva característica V-I



Europe



Intelligent Energy



Curva característica depende:

1. Tecnología de fabricación.
2. Condiciones de operación.  
Fundamentalmente (G y Tc)222



## LA CELULA SOLAR

Influencia de la irradiancia ( $G$ ) a temperatura constante de la célula ( $T_c$ )

$$I_L \approx I_{SC}; \quad I_{SC1} = I_{SC2} \frac{G_1}{G_2}$$

$V_{OC} \approx$  independiente de  $G$  (primera aproximación)

$\eta$  crece logarítmicamente con  $G$

**EL AUMENTO DE  $G$  FAVORECE EL COMPORTAMIENTO DE LA CÉLULA**

Europe



Intelligent Energy





## LA CELULA SOLAR

Influencia de la temperatura de la célula ( $T_C$ )  
a irradiancia ( $G$ ) constante

$I_L \approx I_{SC}$  independiente de  $T_C$  (primera aproximación)

$$\frac{dV_{OC}}{dT_C} \approx 0,0023 V \cdot K^{-1} \text{ para el Si}$$

$$V_{OC} = V_{OC,STC} - 0,0023(T_C - 298)$$

$$(1/\eta)d\eta / dT_C \approx -0,0035 \cdot K^{-1} \text{ (Si)}$$

**EL AUMENTO DE  $T_C$  EMPEORA EL COMPORTAMIENTO DE LA CÉLU**





# LA CELULA SOLAR

## Condiciones Estándar de Medida

**Condiciones Estándar de Medida (CEM)** definidas por la Comisión Electrotécnica Internacional en su norma 60904-1 y recogidas en la Norma UNE-EN 61215  
(en inglés: **STC** – **S**tandard **T**est **C**onditions)

- $T_c = 25^\circ\text{C}$  (Temperatura de la célula)
  - $G = 1000 \text{ W/m}^2$
  - Distribución espectral A.M = 1,5.
- Irradiancia incidente perpendicular.





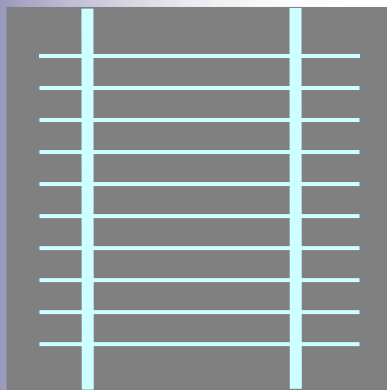
# LA CELULA SOLAR

## Condiciones STC y TONC

CONDICIONES ESTÁNDARES DE MEDIDA	PARÁMETROS ELÉCTRICOS
$G_{STC} = 1000 \text{ Wm}^{-2}$	$V_{OC,STC}$
$T_{C,STC} = 298\text{K}$	$I_{SC,STC}$
Incidencia normal	$P_{M,STC}$
Espectro AM 1,5	OTROS: $FF_{STC}$ , $\eta_{STC}$ , etc.

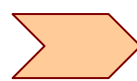
**G**

$$T_C (K) = T_{amb} (K) + G(W \cdot m^{-2}) \frac{TONC(K) - 293K}{800W \cdot m^{-2}} \quad (5)$$



$T_{amb}$

$TONC(K)$ : temperatura de la célula cuando:



$\text{¿}T_C\text{?}$

$G = 800 \text{ Wm}^{-2}$

$T_{amb} = 293\text{K}$

Incidencia normal

Espectro AM 1,5

Velocidad viento =  $1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Europe



Intelligent Energy



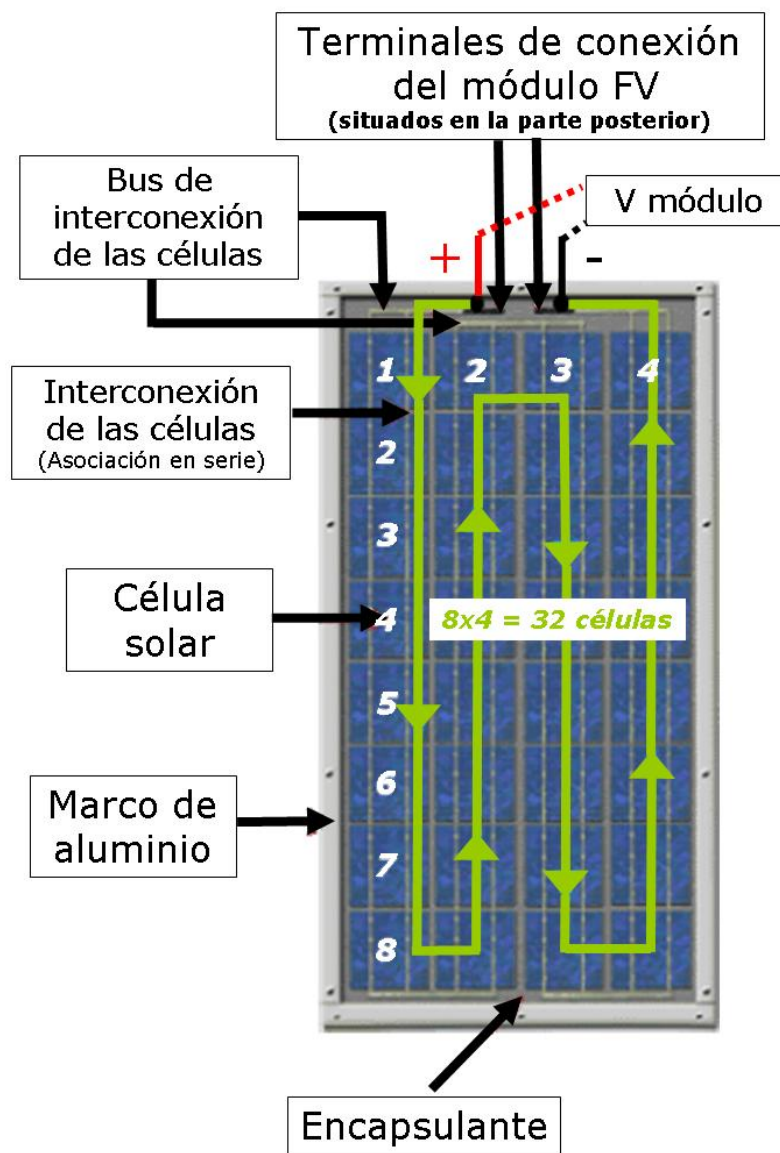


Europe



Intelligent Energy

# EL MÓDULO FOTOVOLTAICO





# EL MÓDULO FOTOVOLTAICO

## Condiciones STC



### COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA

	IS-160	IS-165	IS-170	IS-175
POTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA ( $P_{max}$ )	160	165	170	175
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO ( $V_{oc}$ )	44,4	44,4	44,4	44,4
TENSIÓN EN EL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA ( $V_{mpp}$ )	36,0	36,0	36,0	36,0
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ( $I_{sc}$ )	4,80	4,95	5,10	5,25
CORRIENTE EN EL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA ( $I_{mpp}$ )	4,45	4,59	4,73	4,87
EFICIENCIA (%)	12,7%	13,1%	13,4%	13,8%
TOLERANCIA DE POTENCIA (% $P_{max}$ )	±3%	±3%	±3%	±3%

$$T_c = \frac{TONC - 20^\circ C}{800 \text{ Wm}^{-2}} \cdot G + T_a$$

### PARÁMETROS DE TEMPERATURA

TONC	47°C + / - 2°C
CCT $I_{sc}$	0,0294 %/ K
CCT $V_{oc}$	- 0,387 %/ K
CCT $P_{max}$	-0,48 %/ K

Europe



Intelligent Energy



# EL MÓDULO FOTOVOLTAICO

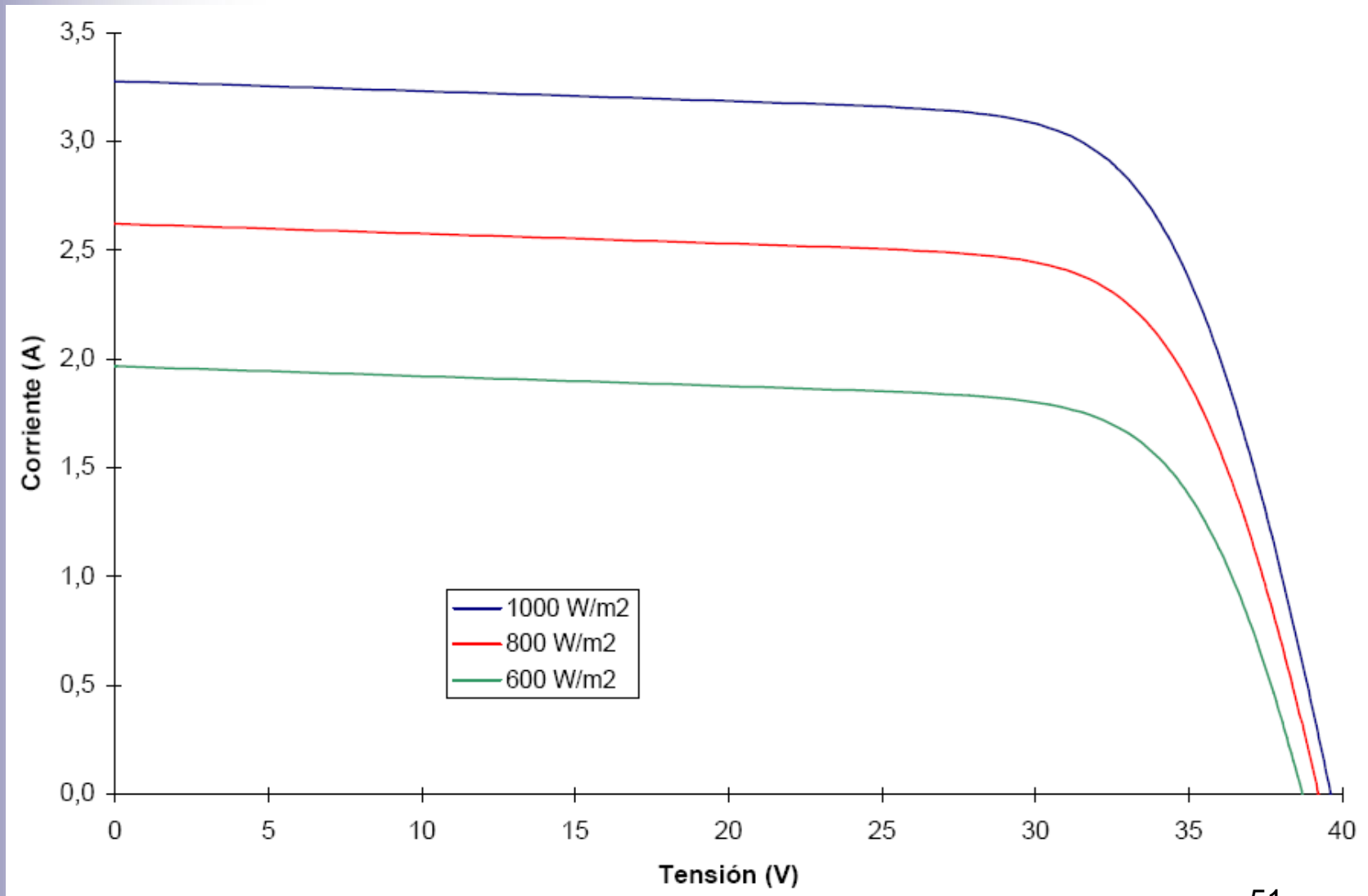
Curva V-I caracterisitica. Tcelula= cte.



Europe



Intelligent Energy







# EL MÓDULO FOTOVOLTAICO

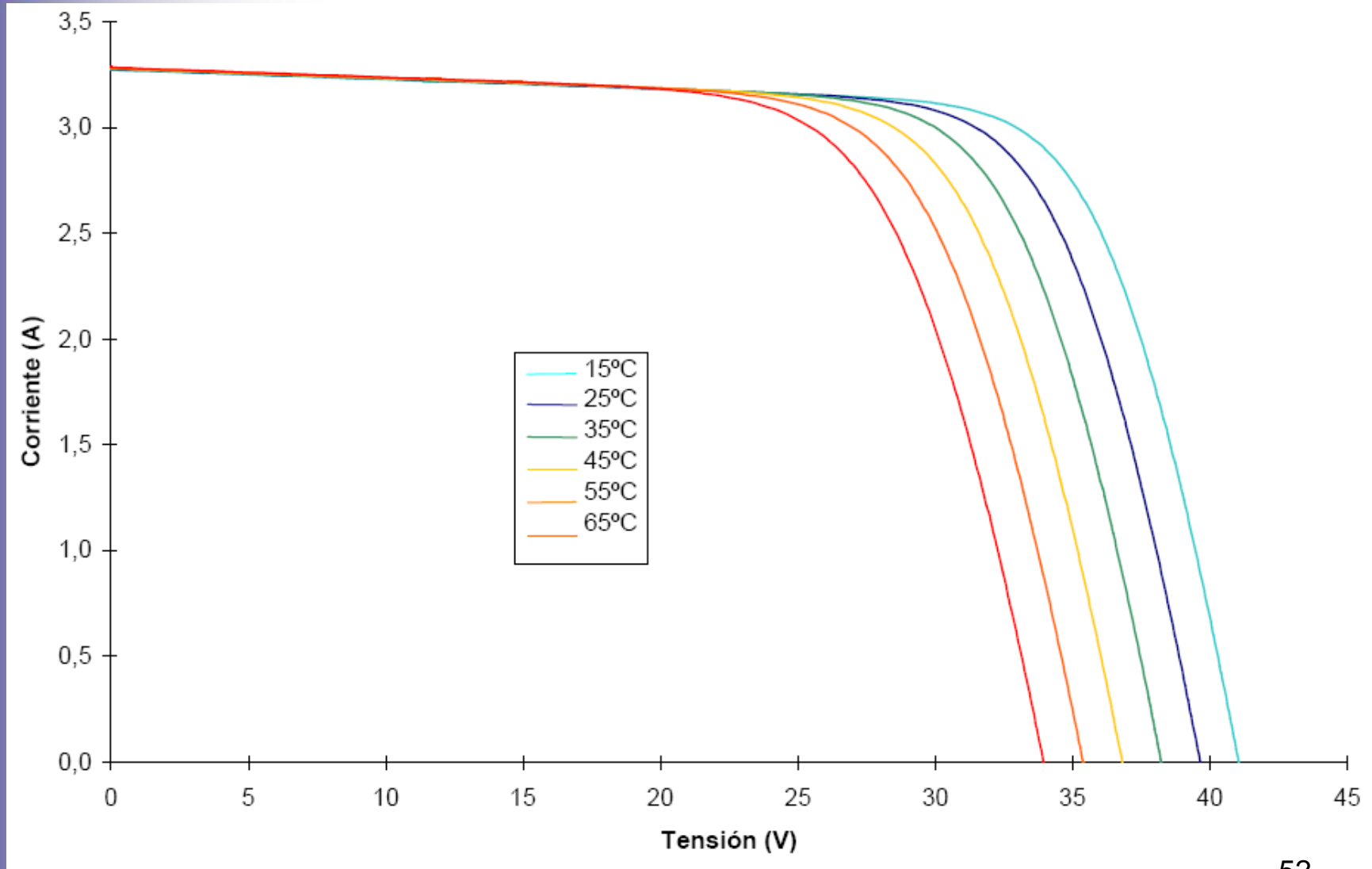
Curva V-I caracterisitica. Irradiancia = cte.



Europe



Intelligent Energy





# GENERADOR FOTOVOLTAICO



Europe



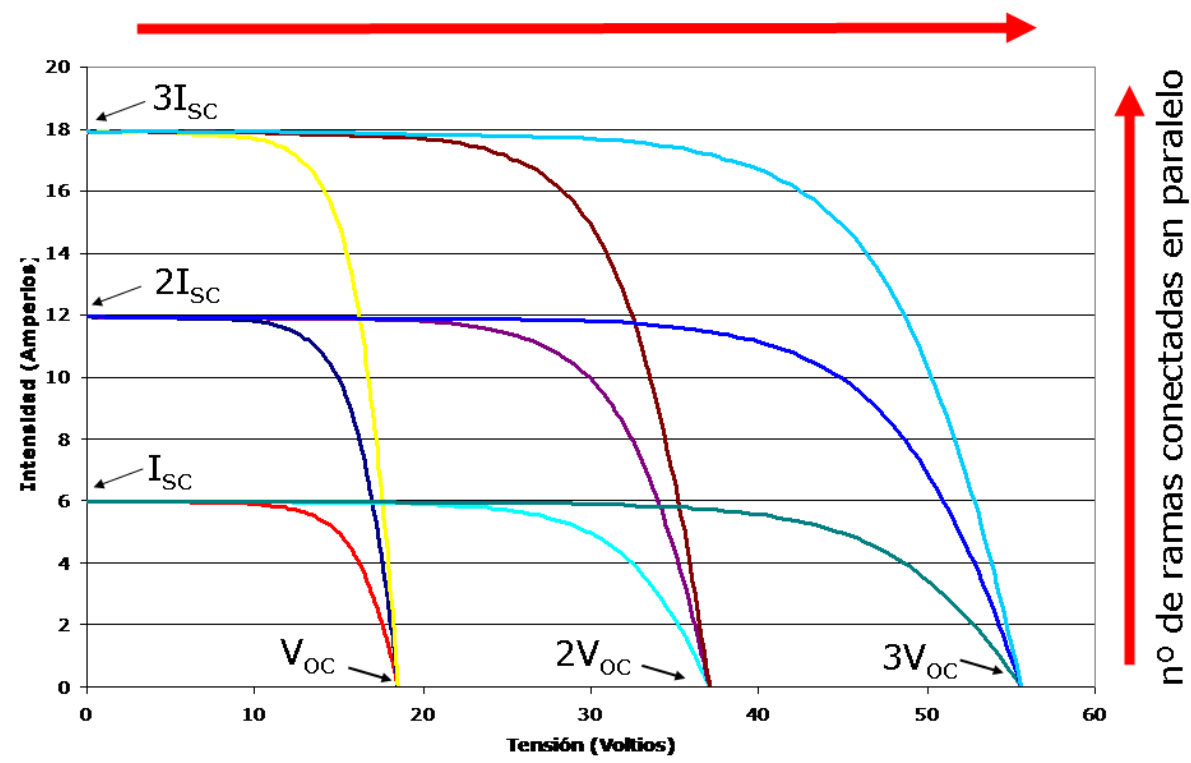
Intelligent Energy

$$V_{\text{GENERADOR}} = V_{\text{MÓDULO}} * N_{ms}$$

$$I_{\text{GENERADOR}} = I_{\text{MÓDULO}} * N_{mp}$$

$$P_{\text{GENERADOR}} = P_{\text{MÓDULO}} * (N_{mp} * N_{ms})$$

nº de módulos conectados en serie



- 1 serie - 1 paralelo    — 1 serie - 2 paralelo    — 1 serie - 3 paralelo    — 2 serie - 1 paralelo    — 2 serie - 2 paralelo
- 2 serie - 3 paralelo    — 3 serie - 1 paralelo    — 3 serie - 2 paralelo    — 3 serie - 3 paralelo



# GENERADOR FOTOVOLTAICO



Intelligent Energy Europe



Con carácter general, la potencia máxima que puede entregar el generador FV es inferior a la suma de las potencias máximas de los módulos que lo conforman





# GENERADOR FOTOVOLTAICO



## Estimación de la Potencia Instantánea Efecto de la Irradiancia y la Temperatura

$$P_G = P_{GFV} \frac{G}{G^*} \left[ 1 - \gamma P_M (T_c - T_c^*) \right]$$

$$T_c = \frac{TONC - 20^\circ C}{800 \text{ Wm}^{-2}} \cdot G + T_a \quad (1)$$

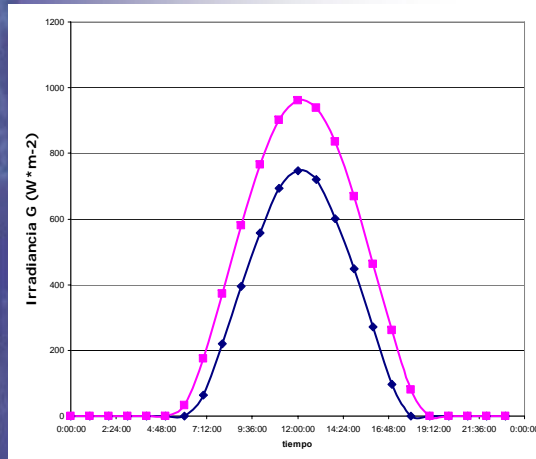
- $P_G$ = Potencia máxima que suministraría el generador FV para estas condiciones de funcionamiento.
- $G$ = Irradiancia global incidente en la superficie del módulo fotovoltaico.
- $T_c$ = Temperatura de operación de la célula calculada según la expresión (1).
- $P_{GFV}$ = Potencia máxima del generador fotovoltaico en CEM.
- $G^*$ = Irradiancia en CEM (1000 W/m<sup>2</sup>).
- $T_c^*$ = Temperatura en CEM (25 °C).
- $\gamma P_M$ = Coeficiente de variación de la Potencia con la Temperatura de operación de la célula.



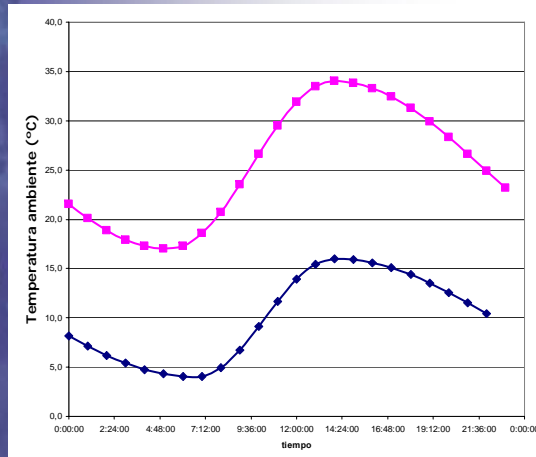
# GENERADOR FOTOVOLTAICO

## Estimación de la Potencia Instantánea Efecto de la Irradiancia y la Temperatura

Europe  
Intelligent Energy



Irradiancia (G)

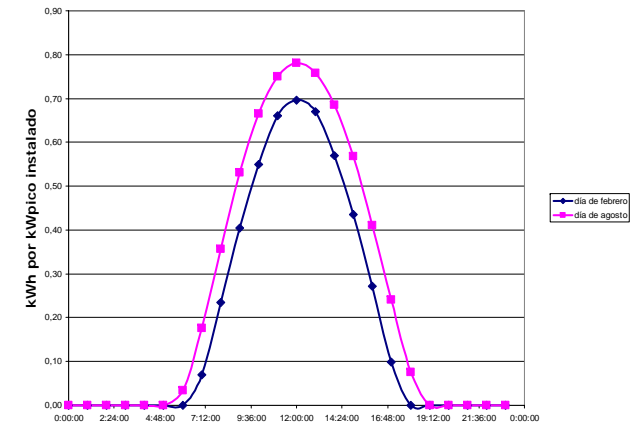


T<sup>a</sup> ambiente (Ta)

$$T_c = \frac{TONC - 20^\circ C}{800 \text{ Wm}^{-2}} \cdot G + T_a$$

$$P_G = P_{GFV} \frac{G}{G^*} \left[ 1 - \gamma P_M (T_c - T_c^*) \right]$$

P<sub>generador</sub> (Wattios)



La integral del área será  
la energía producida



# GENERADOR FOTOVOLTAICO



## SISTEMAS CON SEGUIMIENTO

### INTRODUCCION

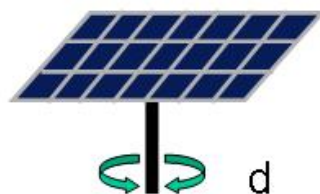
TIPO	ORIENTAC. ACIMUTAL	ORIENTAC. CENTAL	EJES	INCREM. %
a	Sur	30 °	Ninguno	+ 0
b	Sur	Seguimiento	E-O Horizontal	+ 10
c	Seguimiento	30 <sup>a</sup>	N-S Inclinado 30°	+ 44
d	Seguimiento	30 <sup>a</sup>	Vertical	+ 30
e	Seguimiento	Seguimiento	2 ejes	+ 50



a



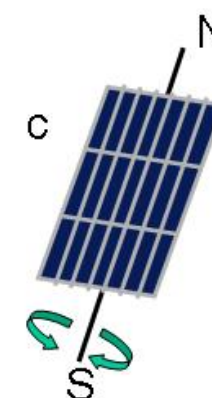
b



d



e



c

Europe



Intelligent Energy





# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED



Intelligent Energy  Europe



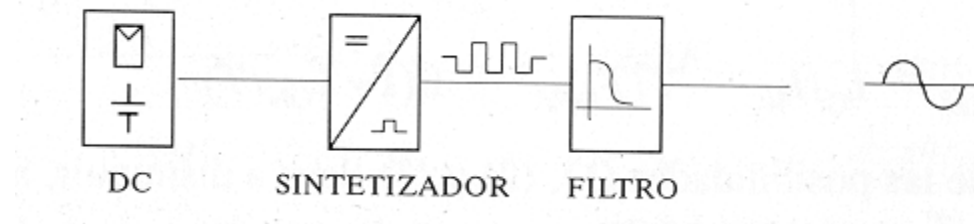
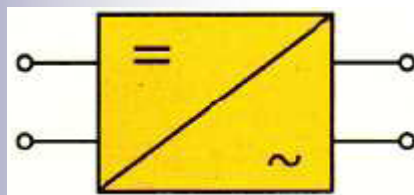
- Tipo de conexión a red:
  - MONOFÁSICOS.
  - TRIFÁSICOS.



# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED



Elemento destinado a convertir la tensión continua (DC) generada por el sistema en una señal alterna que cumpla con unos requisitos mínimos para la conexión a la red eléctrica convencional



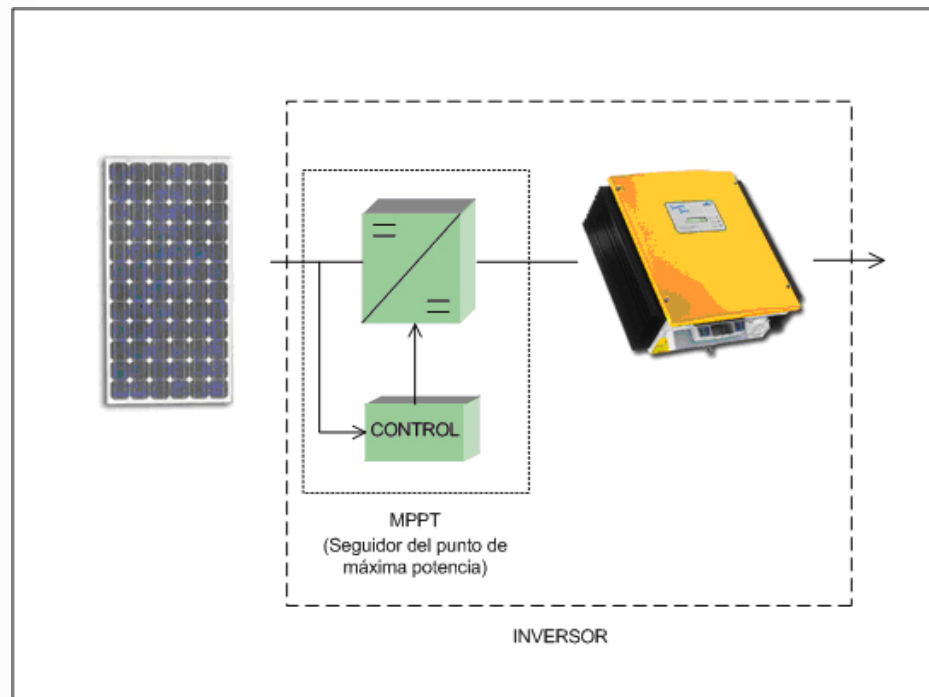


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Características generales



El inversor deberá disponer de un sistema de seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador FV.



Europe



Intelligent Energy



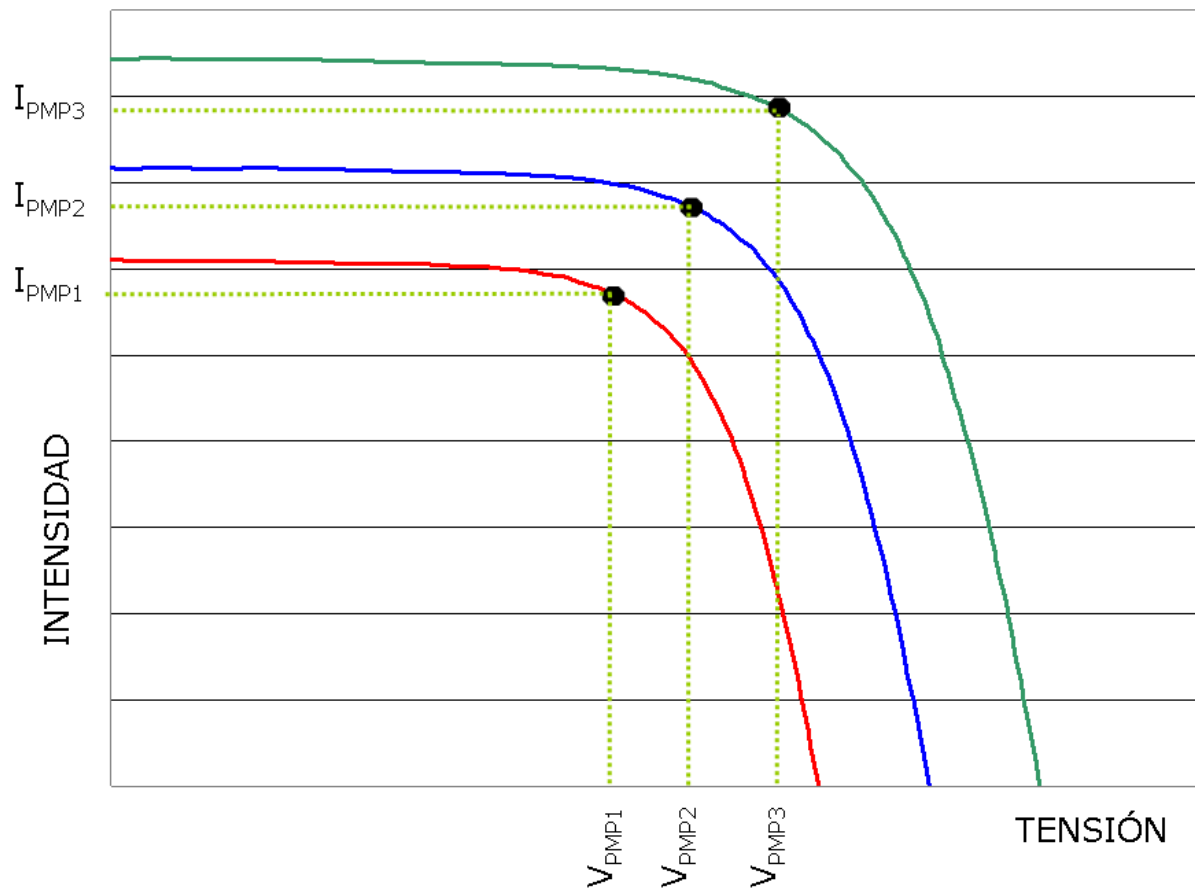


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Características generales



La curva característica del GF varía en función de la **Irradiancia (G)** y la **Temperatura de Operación de la célula (Tc)**.





# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

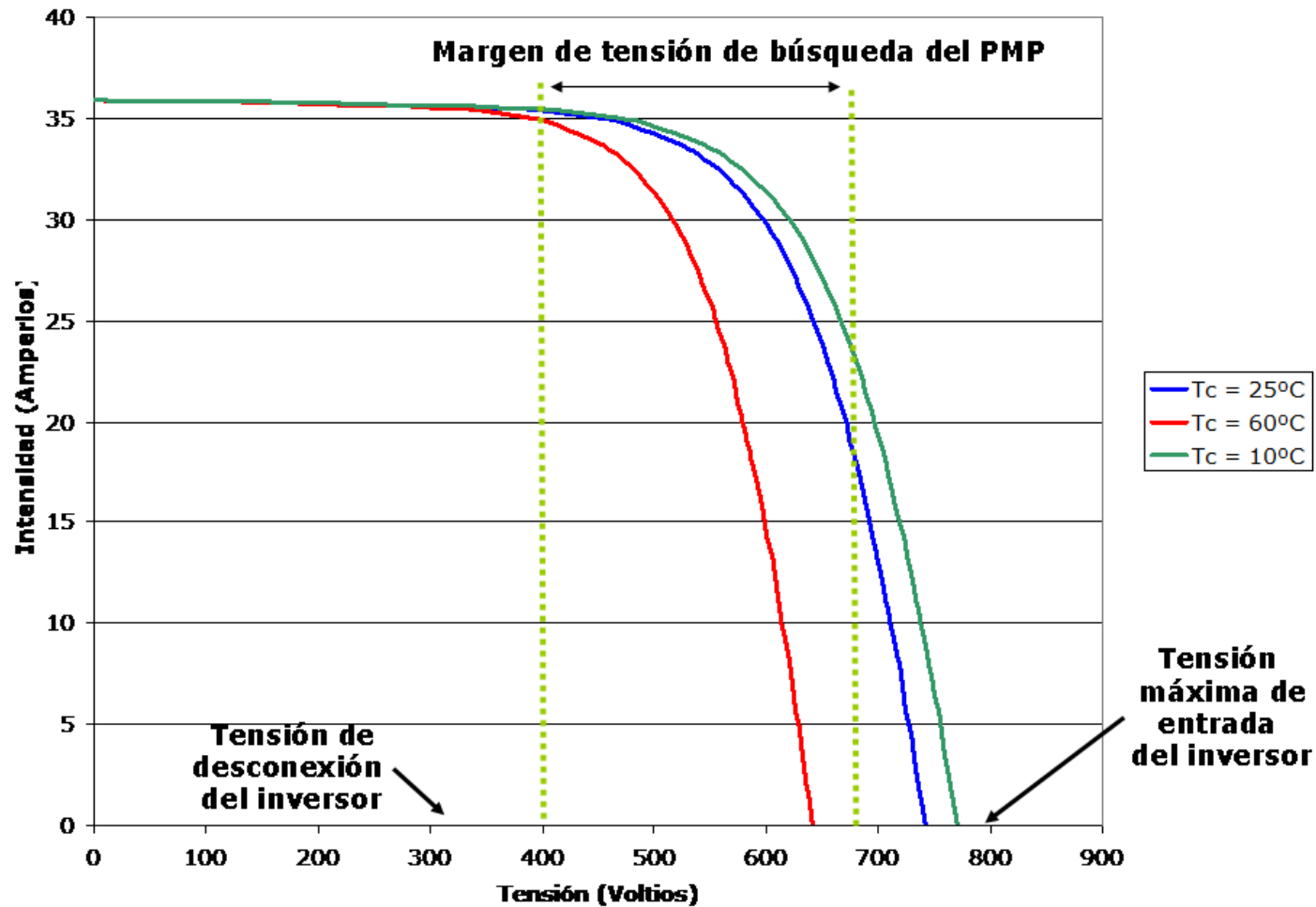
## Características generales



Europe



Intelligent Energy





# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Características generales



Europe



Intelligent Energy

**Bajo ninguna circunstancia**, el inversor podrá mantener la tensión en la línea de distribución si se produce una desconexión de la red eléctrica a la que inyecta.

El funcionamiento en isla de una instalación FV conectada a la red está **totalmente prohibido** en la legislación vigente

- Los fabricantes de inversores fotovoltaicos deberán certificar que sus productos cumplen las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética. (IEC 1000-3-2 y IEC1000-3-4).

**En el caso de España:**

El RD 1663/2000 también obliga a que exista aislamiento galvánico entre el inversor y la red de distribución





# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Tipos de Inversores Comerciales



Una clasificación típica de los inversores es la que se realiza atendiendo al número de inversores por generador fotovoltaico y a la conexión del inversor al generador.

- Inversor central.
- Inversor orientado a rama (string inverter).
- Inversor orientado a módulo (módulo AC).
- Inversor multi-string.

Europe



Intelligent Energy

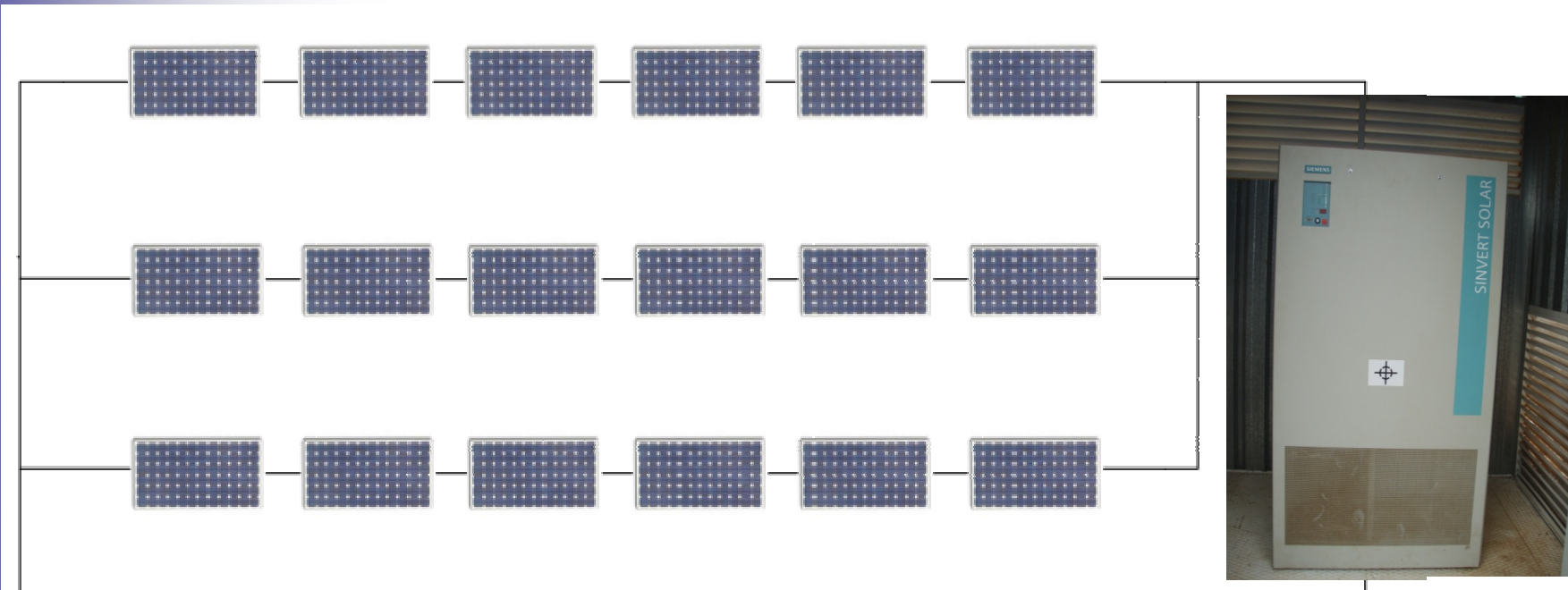


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Tipos de Inversores Comerciales



### Inversor central



Intelligent Energy Europe

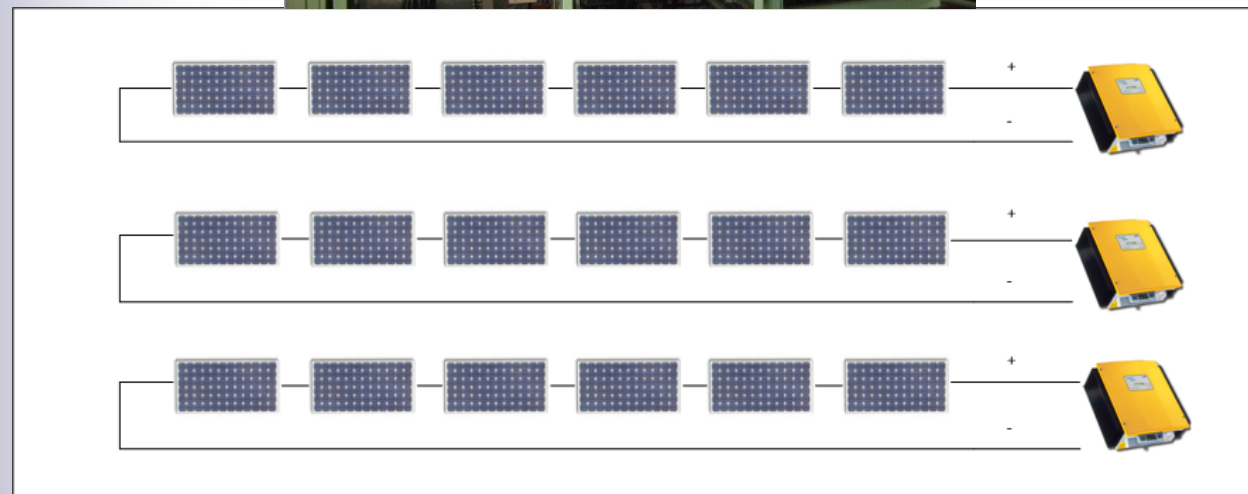


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Tipos de Inversores Comerciales



### Inversor orientado a rama



Intelligent Energy Europe





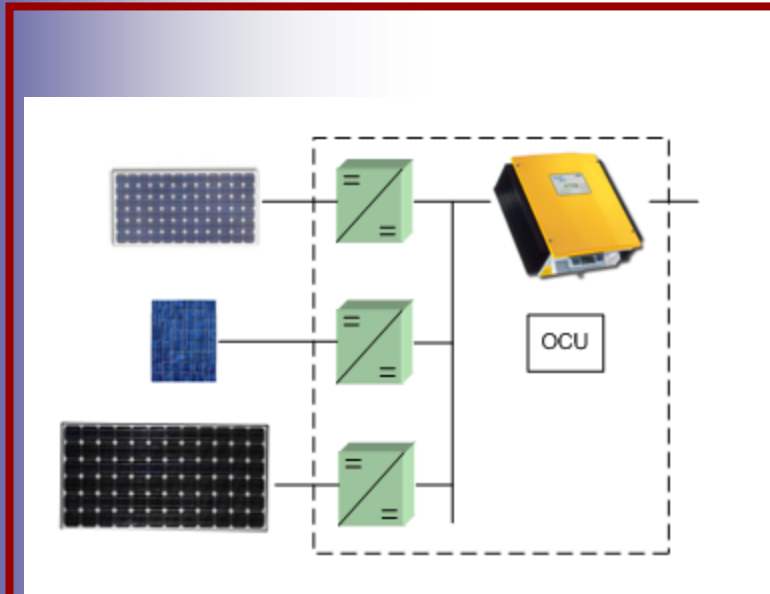


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

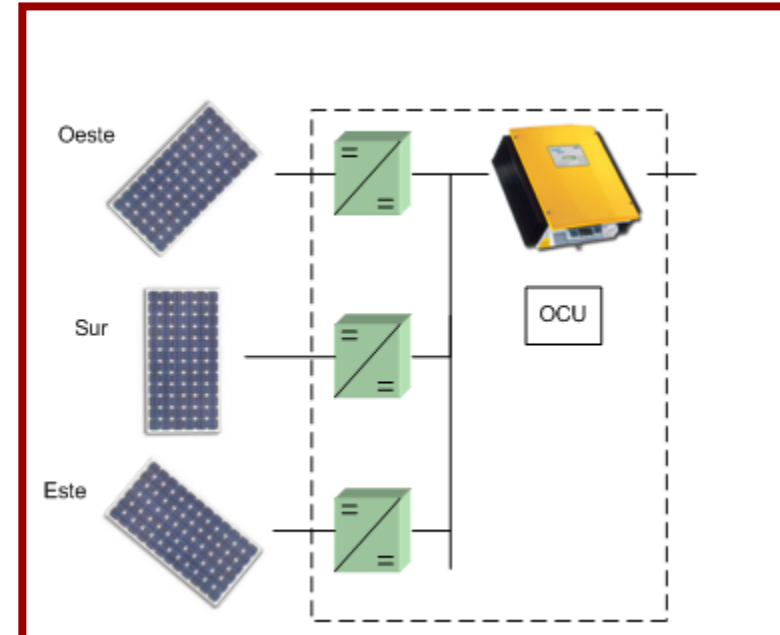
## Tipos de Inversores Comerciales



### Inversor multi-string



GFV compuestos por diferentes tecnologías



GFV de igual tecnología pero con distintas orientaciones.

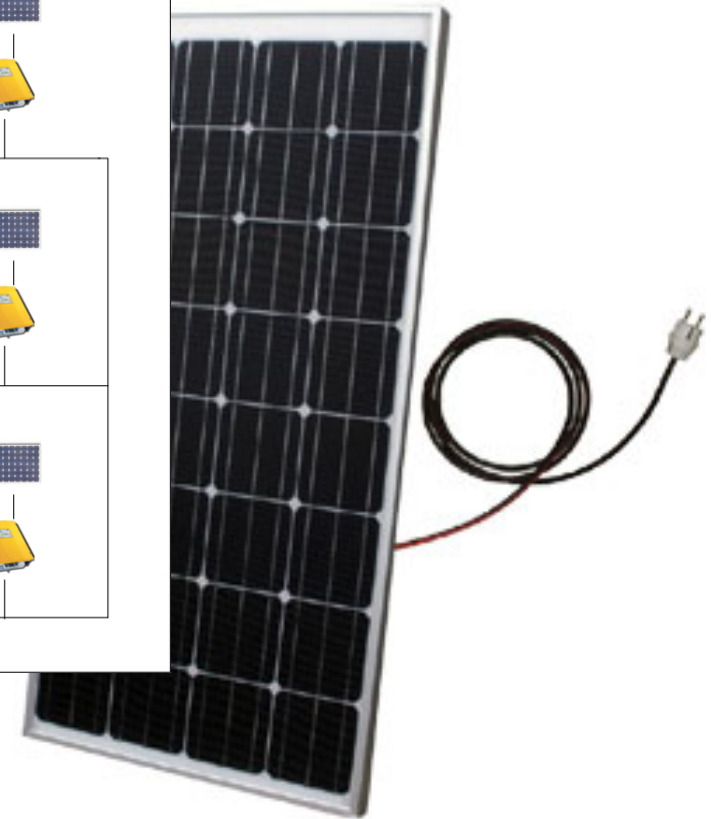
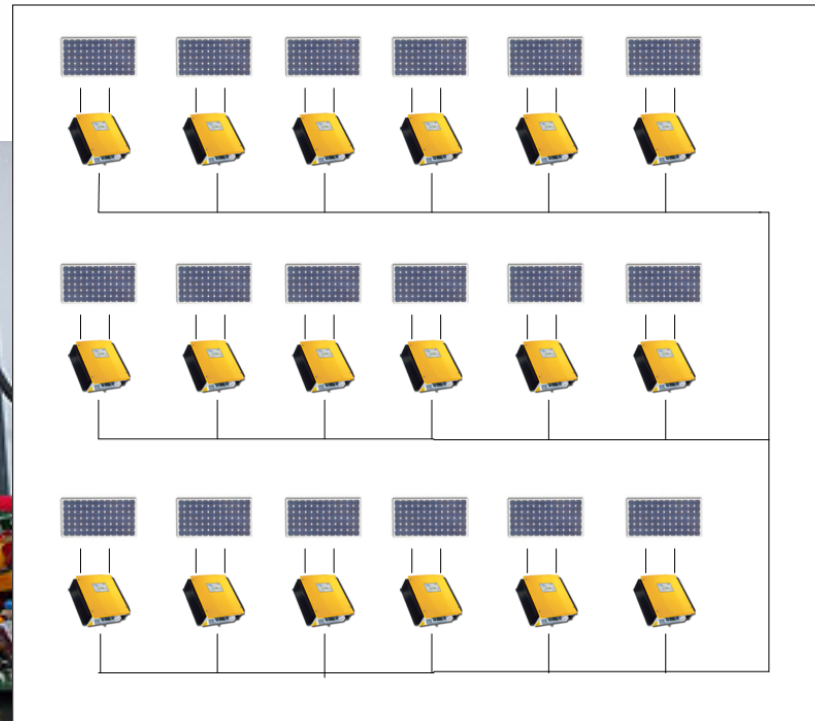


# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED



## Tipos de Inversores Comerciales

### Inversor orientado a módulo (módulos AC)





# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Eficiencia del inversor



Modelo propuesto por Schmidt

$$\eta_k = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + k_0 + k_1 P_{out} + k_2 P_{out}^2}$$

**$P_{entrada}$** , es la potencia instantánea disponible a la entrada del inversor (W).

**$P_{salida}$** , es la potencia instantánea suministrada a la salida del inversor (W).

**$P_{nominal}$** , es la potencia nominal de salida del inversor (W).

**$p_{out}$**  =  $P_{salida} / P_{nominal}$  (adimensional).

**$k_0$** , es el coeficiente que representa las pérdidas de autoconsumo (adimensional).

**$k_1$** , representa las pérdidas proporcionales a la potencia (adimensional).

**$k_2$** , representa las pérdidas proporcionales al cuadrado de la potencia (adimensional).

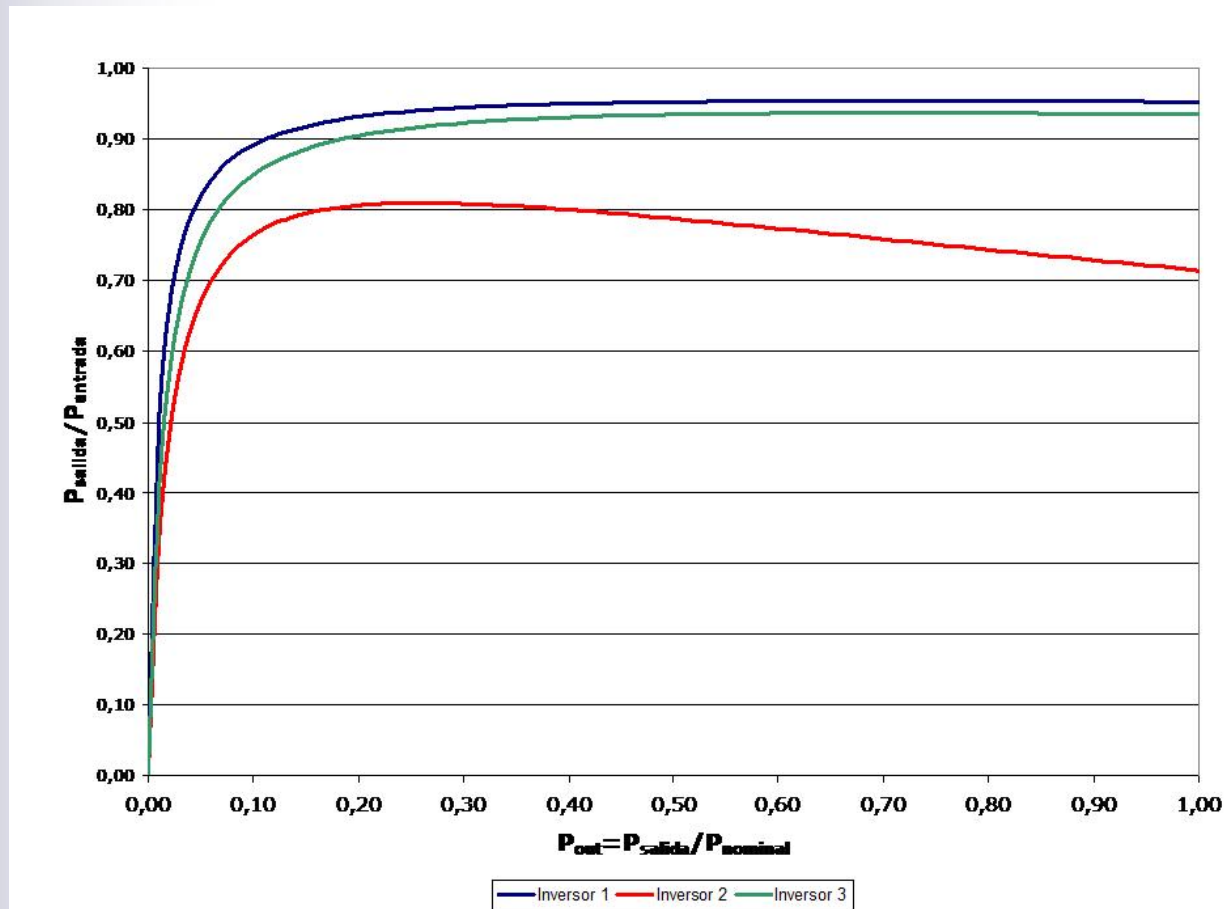






# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED

## Eficiencia del inversor



Rendimiento europeo:

$$\eta_{INV,E} = 0.03\eta_{(5\%)} + 0.06\eta_{(10\%)} + 0.13\eta_{(20\%)} + 0.1\eta_{(30\%)} + 0.48\eta_{(50\%)} + 0.2\eta_{(100\%)}$$



# INVERSOR PARA CONEXIÓN A RED



## Parámetros Característicos para inversores SFCR

Europe



Intelligent Energy

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Símbolo</i>
<b>VALORES DE ENTRADA DC o CC</b>		
Intensidad máxima a la entrada	A	$I_{INV,M,DC}$
Tensión máxima a la entrada	V	$V_{INV,M}$
Potencia nominal de entrada	W	$P_{INV,DC}$
Límite inferior del rango de tensión para el que el inversor busca el PMP	V	$V_{INV,m,PMP}$
Límite superior del margen de tensión para el que el inversor busca el PMP	V	$V_{INV^*,M,PMP}$
<b>VALORES DE SALIDA AC</b>		
Potencia nominal de salida	W	$P_{INV,AC}$
Potencia máxima	W	$P_{INV,M,AC}$
Frecuencia de red	Hz	$F$
Distorsión armónica	-	$T_{HD}$
Intensidad nominal a la salida	A	$I_{INV,AC}$
Tensión nominal a la salida	V	$V_{INV^*,AC}$
Factor de potencia	-	$\cos \varphi$
<b>RENDIMIENTO</b>		
Eficiencia máxima	-	$\eta_{INV^*,M}$
Eficiencia europea	-	$\eta_{INV^*,E}$



# Distribución del Mercado Alemán en 2009

(Fuente: German Solar Industry Association)

## Market segments of on-grid PV systems

