

INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA AUTOCONSUMO

JOAN RAMIREZ GUASCH – Ingeniero esp. Eficiencia Energética

E-mail enitec@enitecsolar.com

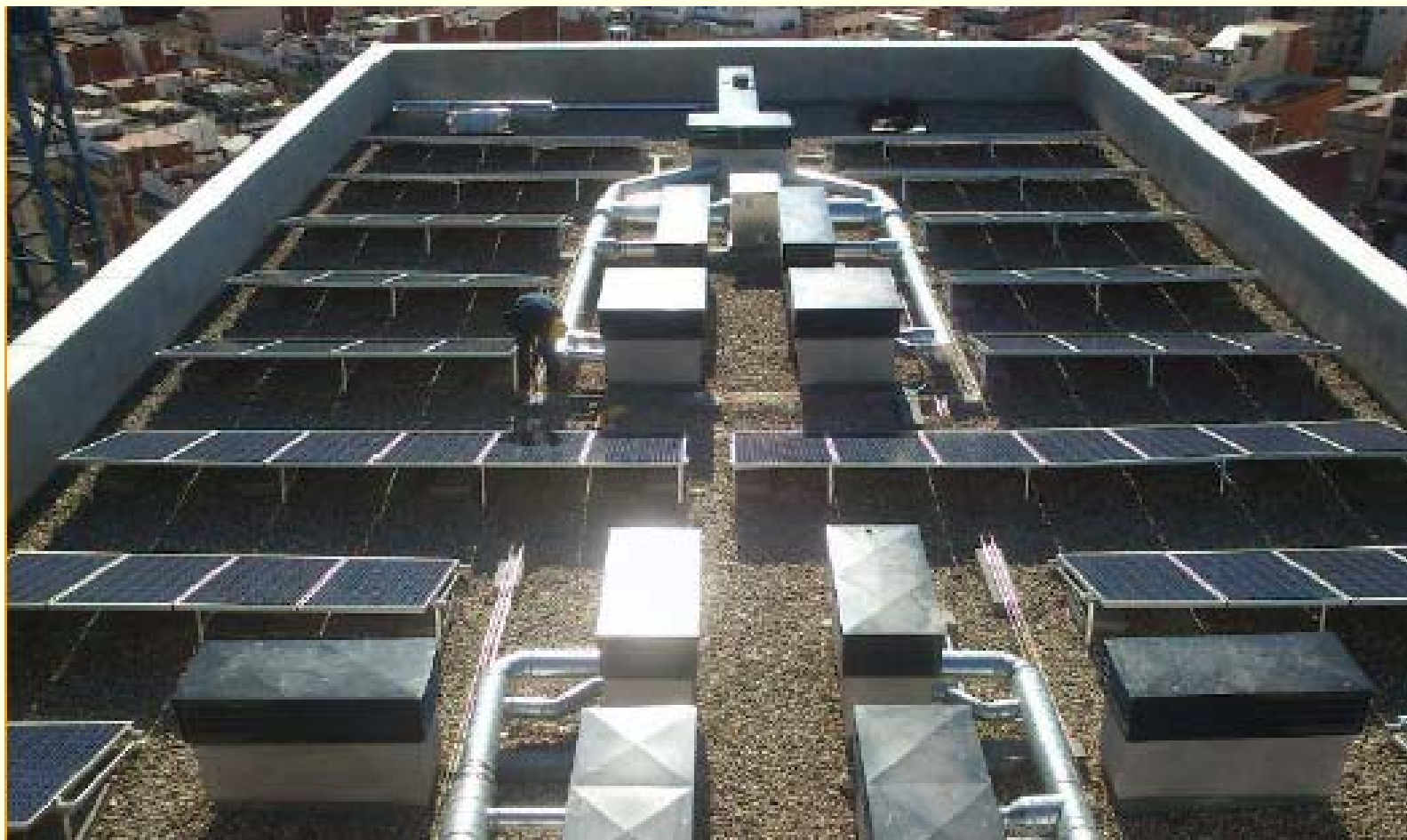
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



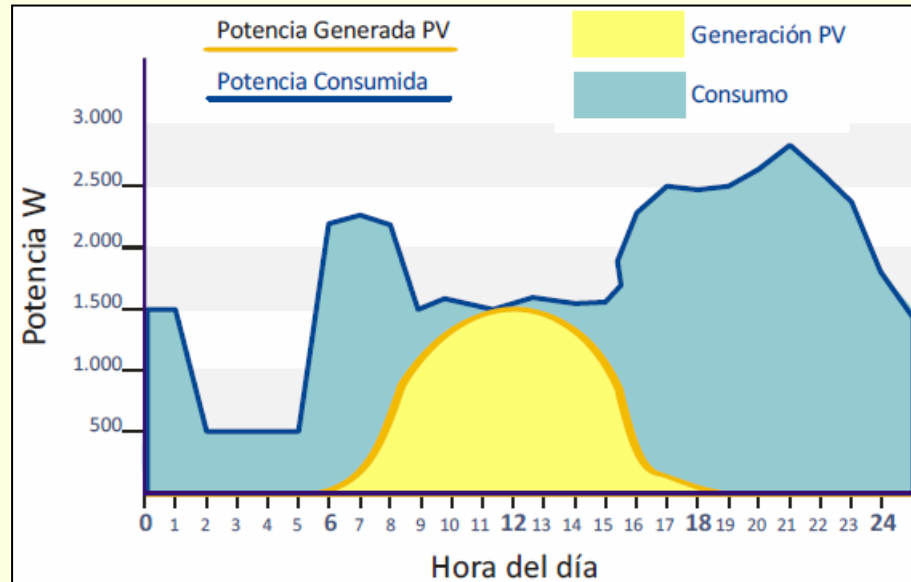
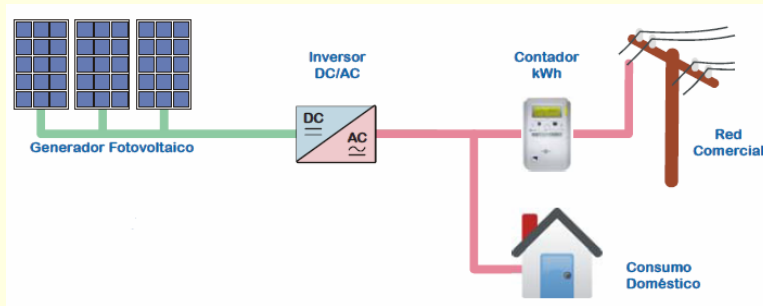
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

EL AUTOCONSUMO

Consumir la energía que uno mismo se genera



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

PROYECTO DE FOTOVOLTAICA ANTES:

1. ERA UN PRODUCTO FINANCIERO → **Cuanto dinero ganaré?**
2. MÁXIMA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN → MÁXIMA PRODUCCIÓN
3. NO IMPORTABA EL CONSUMO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO

PROYECTO DE FOTOVOLTAICA AHORA:

1. ES UN PRODUCTO DE AHORRO ECONÓMICO → **Cuanto dinero ahorraré?**
2. AJUSTAR LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN → PRODUCCIÓN SEGÚN CONSUMO
3. MINIMIZAR LOS EXCEDENTES DE PRODUCCIÓN FV
4. SÍ IMPORTA EL CONSUMO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO

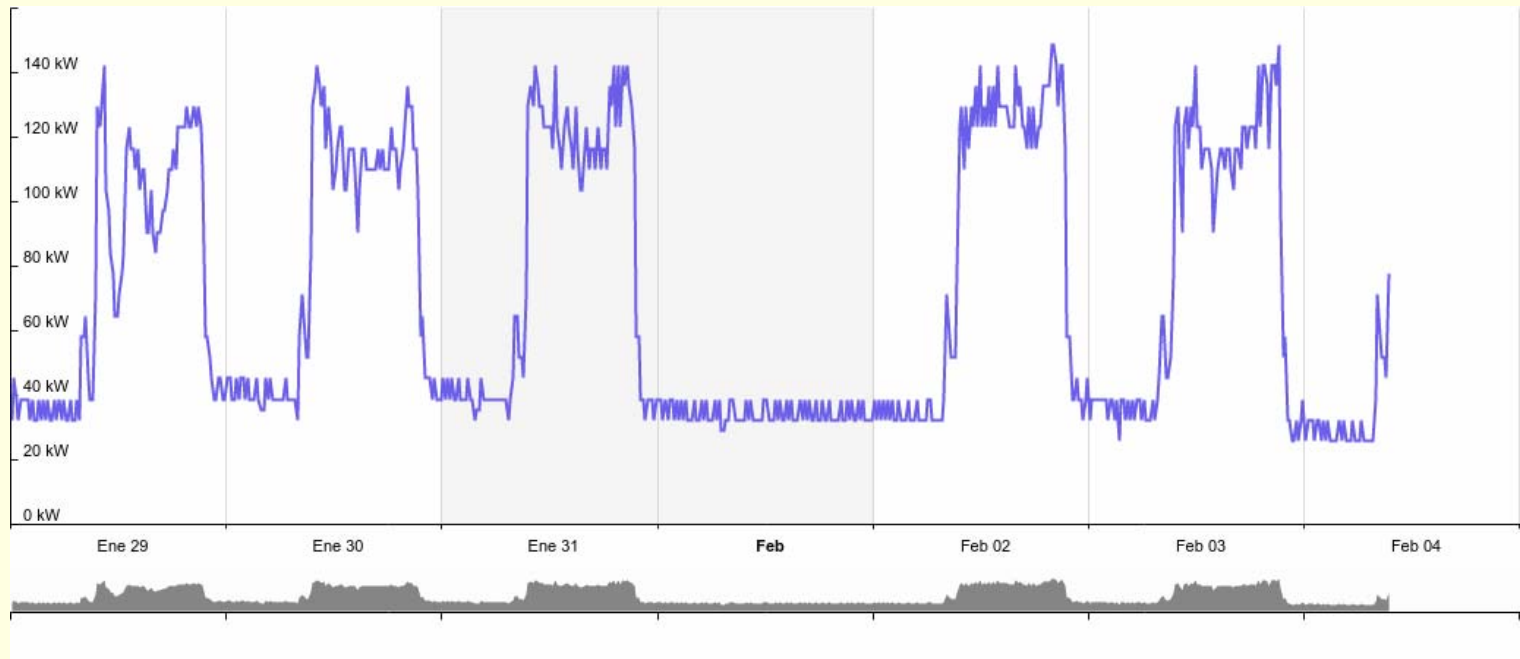
Un proyecto de autoconsumo se debe encajar dentro de un concepto mucho más global e integrador: LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

ANTES DE PENSAR EN UN AUTOCONSUMO:

- Estudiar todas las posibilidades para reducir el consumo
- Desplazar consumos según P1, P2 i P3
- Optimizar la contratación eléctrica (potencia contratada, precio de la energía)

MONITORIZACIÓN DE LOS CONSUMOS → PERFIL DIARIO DE DEMANDA

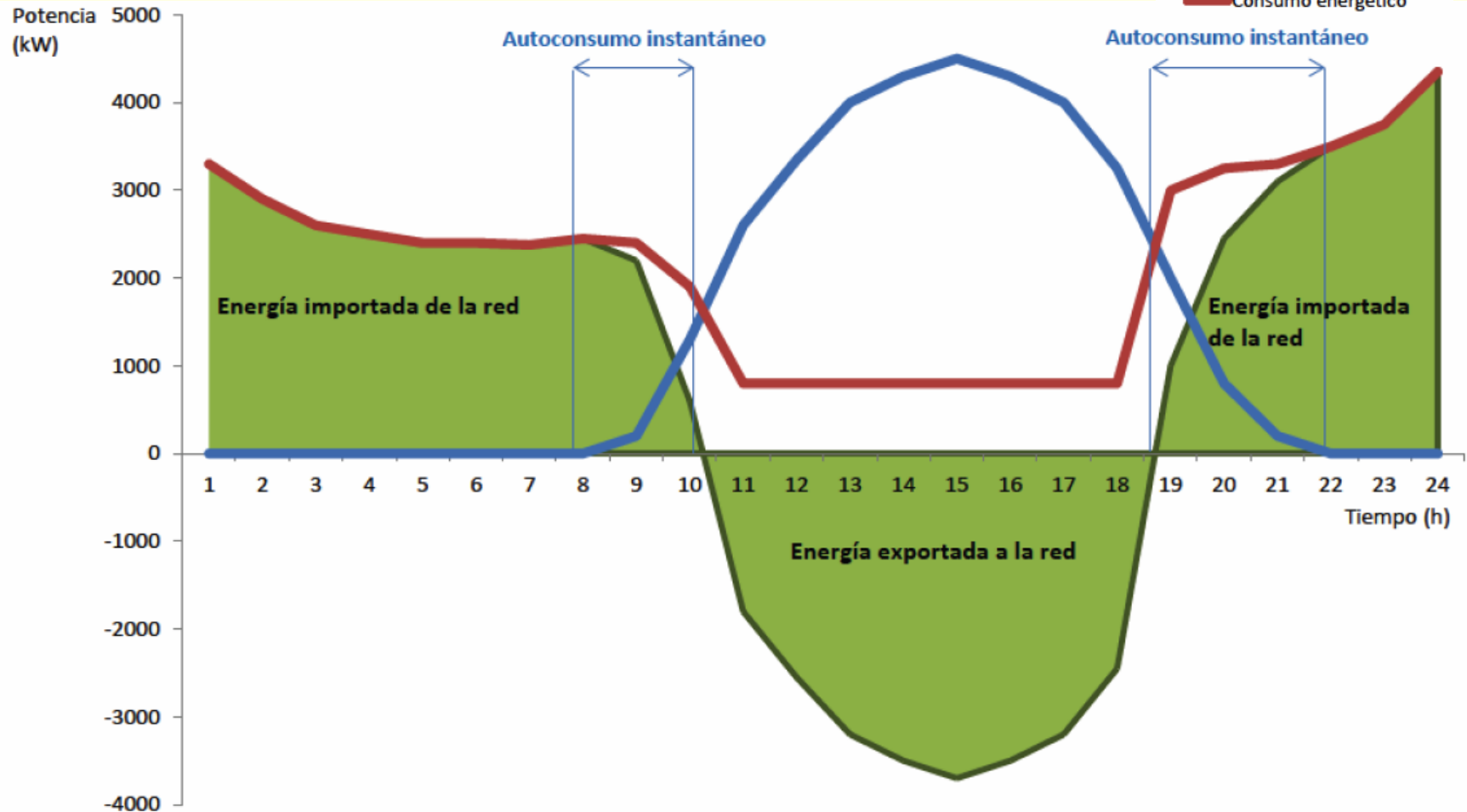


WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

AUTOCONSUMO CON BALANCE NETO

BALANCE NETO

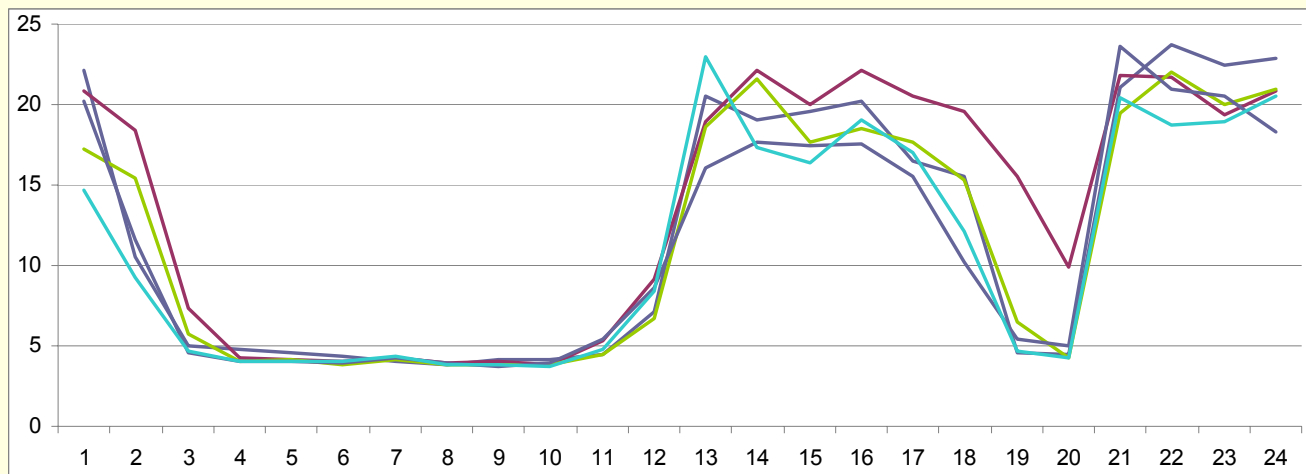
- Consumo neto
- Producción fotovoltaica
- Consumo energético



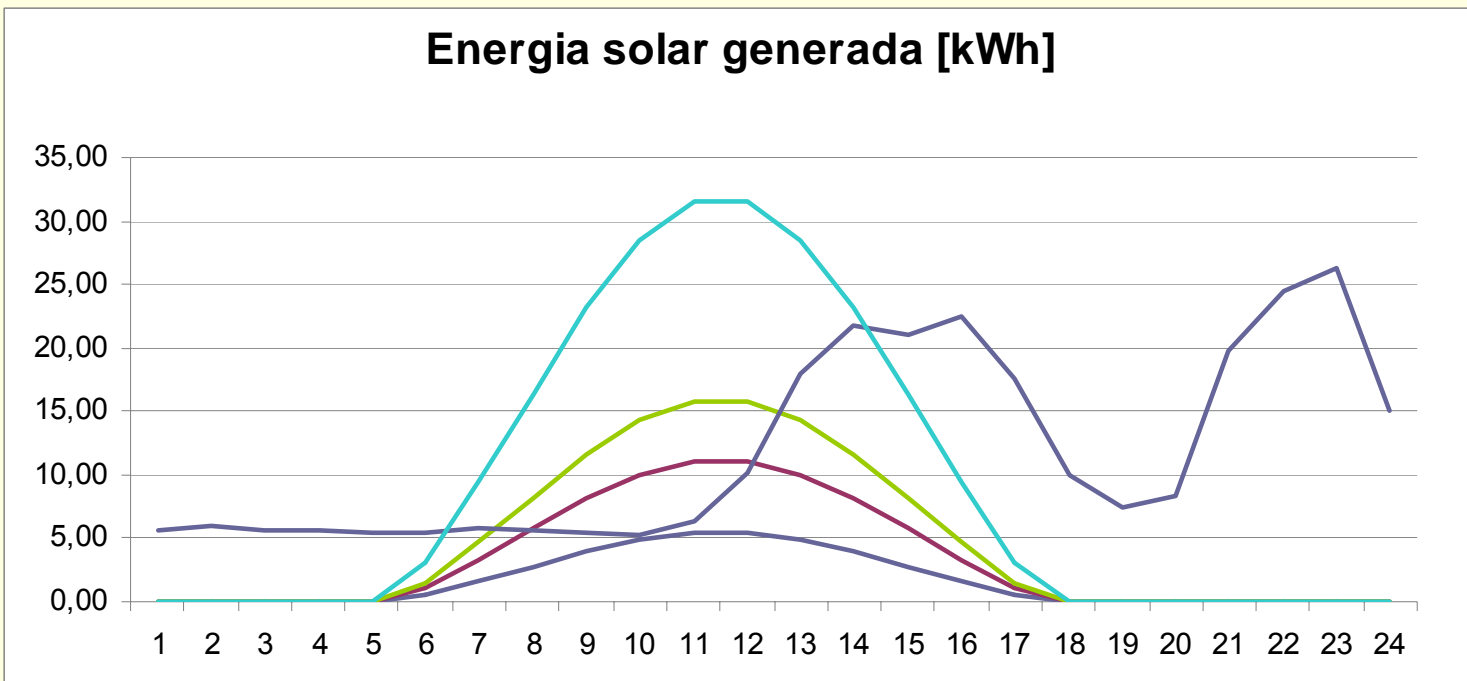
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Ex) Restaurante: CRUVA DE DEMANDA DIARIA

Día	Hora 1 (kWh)	Hora 2 (kWh)	Hora 3 (kWh)	Hora 4 (kWh)	Hora 5 (kWh)	Hora 6 (kWh)	Hora 7 (kWh)	Hora 8 (kWh)	Hora 9 (kWh)	Hora 10 (kWh)	Hora 11 (kWh)	Hora 12 (kWh)
05/08/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/08/2016	22,12	10,49	4,98	4,76	4,56	4,4	4	3,88	4,18	4,14	4,49	7,13
07/08/2016	20,86	18,38	7,36	4,23	4,15	3,99	4,27	3,93	4	3,84	5,27	9,18
08/08/2016	17,24	15,43	5,74	4,09	4,1	3,78	4,17	3,81	3,78	3,8	4,52	6,69
09/08/2016	20,25	11,62	4,53	4,05	3,99	3,91	4,26	3,89	3,75	3,93	5,38	8,63
10/08/2016	14,69	9,22	4,66	3,99	4,03	4,04	4,33	3,79	3,87	3,74	4,8	8,39
11/08/2016	19,36	13,07	4,29	3,86	3,85	3,68	4,16	3,71	3,67	3,51	5,39	6,95
12/08/2016	22,79	8,35	4,53	3,83	3,88	3,64	4,37	3,75	3,78	3,78	4,54	7,31
13/08/2016	16,8	9,68	4,58	3,98	3,92	3,77	4,49	3,85	3,9	3,87	4,96	8,39
14/08/2016	18,74	14,73	5,55	4,35	3,9	3,83	4,57	3,86	3,85	3,84	4,74	7,35
15/08/2016	17,03	13,93	4,32	4,27	3,92	3,77	4,45	3,95	3,85	3,79	5,03	9,09
16/08/2016	20,87	10,71	4,35	4,31	3,95	3,95	4,48	4,21	4,04	3,94	4,58	7,23
17/08/2016	20,41	15,83	4,95	4,67	4,09	4,34	4,63	4,33	4,07	4,13	5,83	11,52
18/08/2016	17,1	16,91	4,89	4,41	4,29	4,34	4,47	4,04	4,17	4,04	4,81	8,67
19/08/2016	20,29	14,07	5,74	4,34	3,93	4,27	4,35	4,04	3,99	5,49	4,83	8,96
20/08/2016	21,33	17,39	6,88	4,51	4,74	4,47	4,36	4,36	4,32	4,02	5,98	9,74
21/08/2016	22,43	19,8	6,76	4,82	4,72	4,44	4,25	4,29	4,37	3,96	4,55	16,52
22/08/2016	17,65	8,65	4,6	4,36	4,44	4,29	4,21	3,92	9,67	3,97	5,51	7,27
23/08/2016	18,81	6,67	3,97	4,53	4,38	4,16	4,12	4,04	3,75	4,3	4,62	7,89
24/08/2016	16,82	8,23	4,38	4,43	4,43	4,16	4,24	4,01	3,91	4,22	5,79	7,36
25/08/2016	18,99	12,99	5,07	4,34	4,07	3,99	4	3,73	3,67	4,13	5,12	8,04



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



Nº modulos	Pp	
34	9,86	kWp
70	20,3	kWp
100	29	kWp
200	58	kWp

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Precio kWh

Península Ibérica		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	18 - 22 h.	11 - 15 h.
P2 - Llano	8 - 18 h. 22 - 24 h.	8 - 11 h. 15 - 24 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	0 - 8 h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ENERO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JUNIO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JULIO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
AGOSTO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
DICIEMBRE	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

TIPO DE INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO

1. INSTALACIONES AISLADAS

SIN CONEXIÓN ELÉCTRICA (FÍSICA) CON LA RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA



2. INSTALACIONES ASISTIDAS

CON CONEXIÓN FÍSICA CON LA RED PÚBLICA PERO EL GENERADOR NO PUEDE TRABAJAR EN PARALELO CON LA RED



3. INSTALACIONES INTERCONECTADAS

CON CONEXIÓN FÍSICA CON LA RED PÚBLICA EL GENERADOR SÍ QUE PUEDE TRABAJAR EN PARALELO CON LA RED ELÉCTRICA



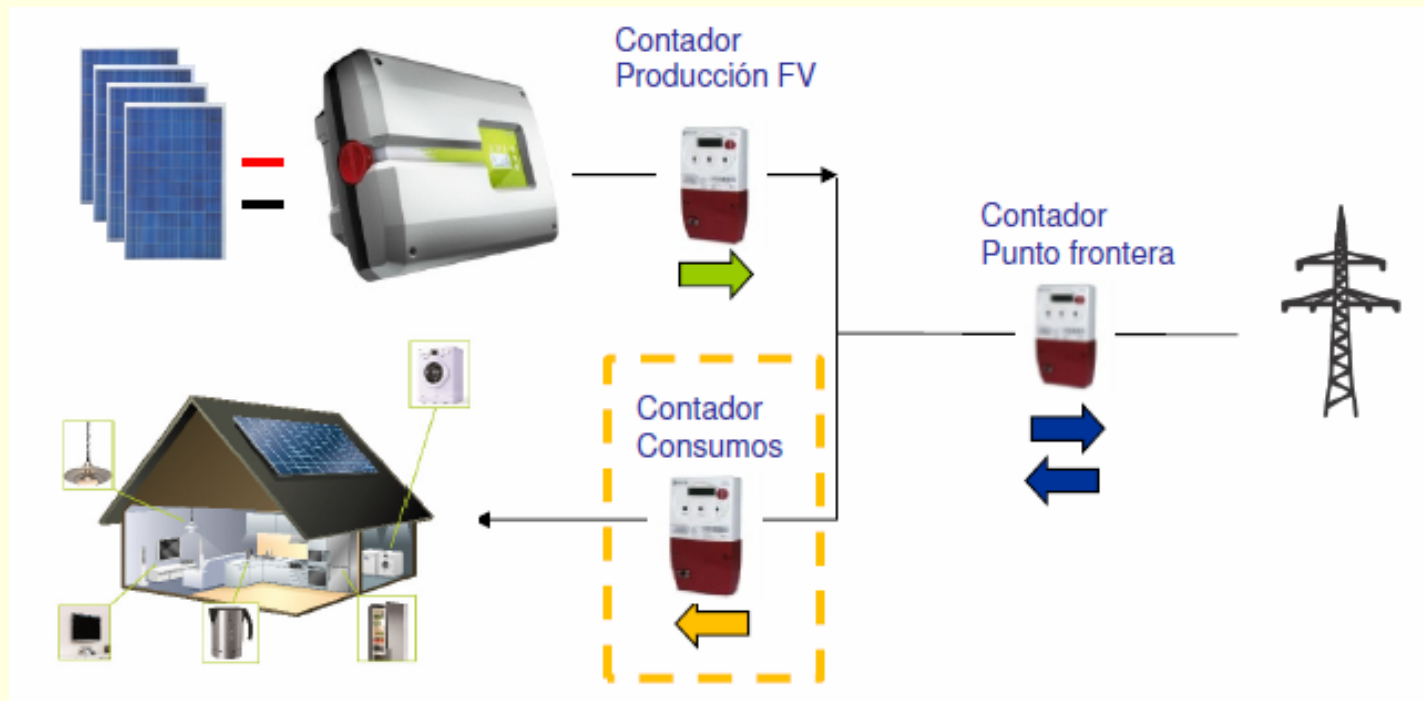
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

AUTOCONSUMO TIPO I para P<100 kW

RD 1699/2011

Tipo 1

Contador de producción obligatorio
Contador punto frontera obligatorio
Contador consumo opcional

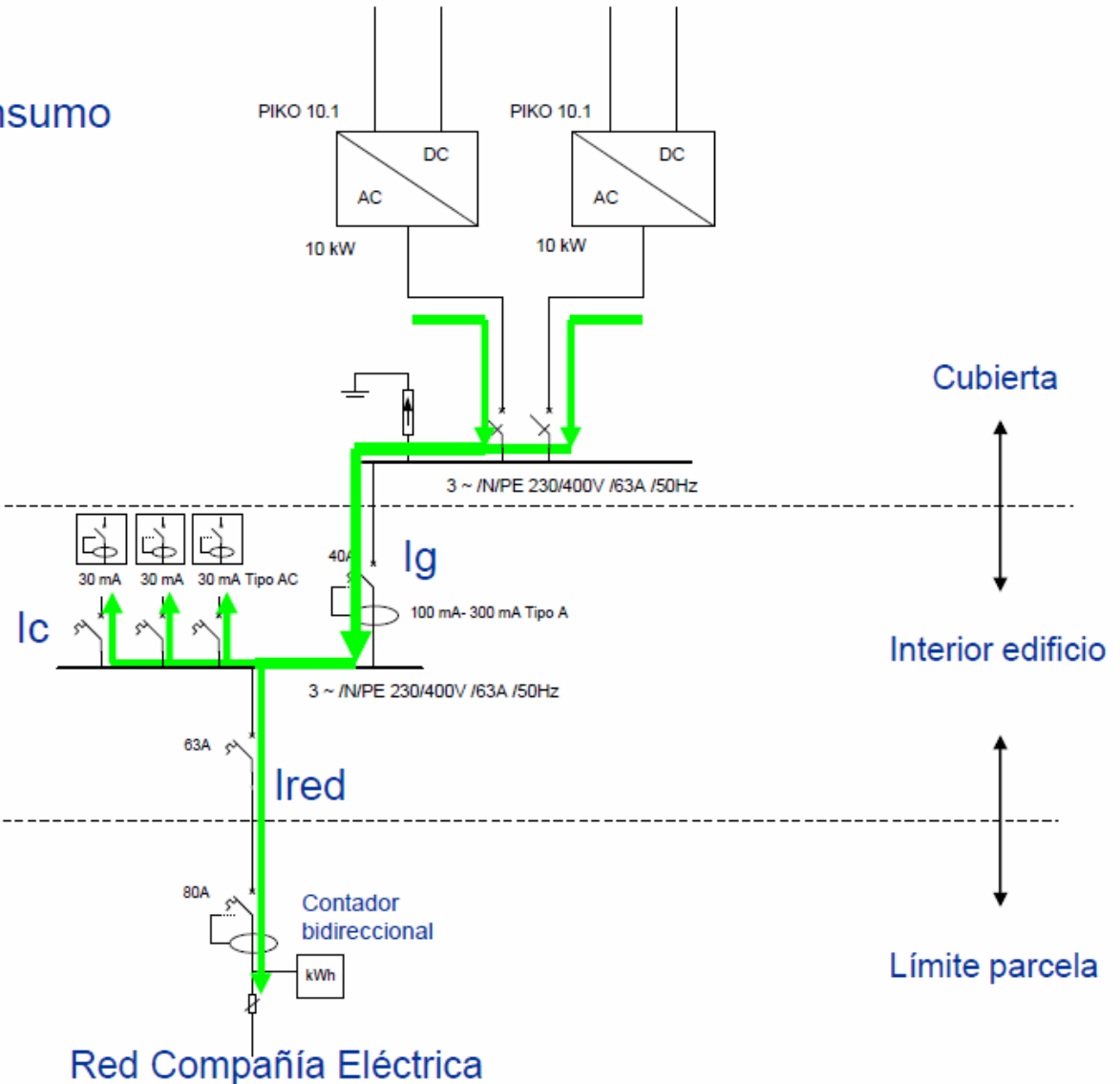


WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Caso 1

Pot FV > Pot consumo

$$I_g = I_c + I_{red}$$

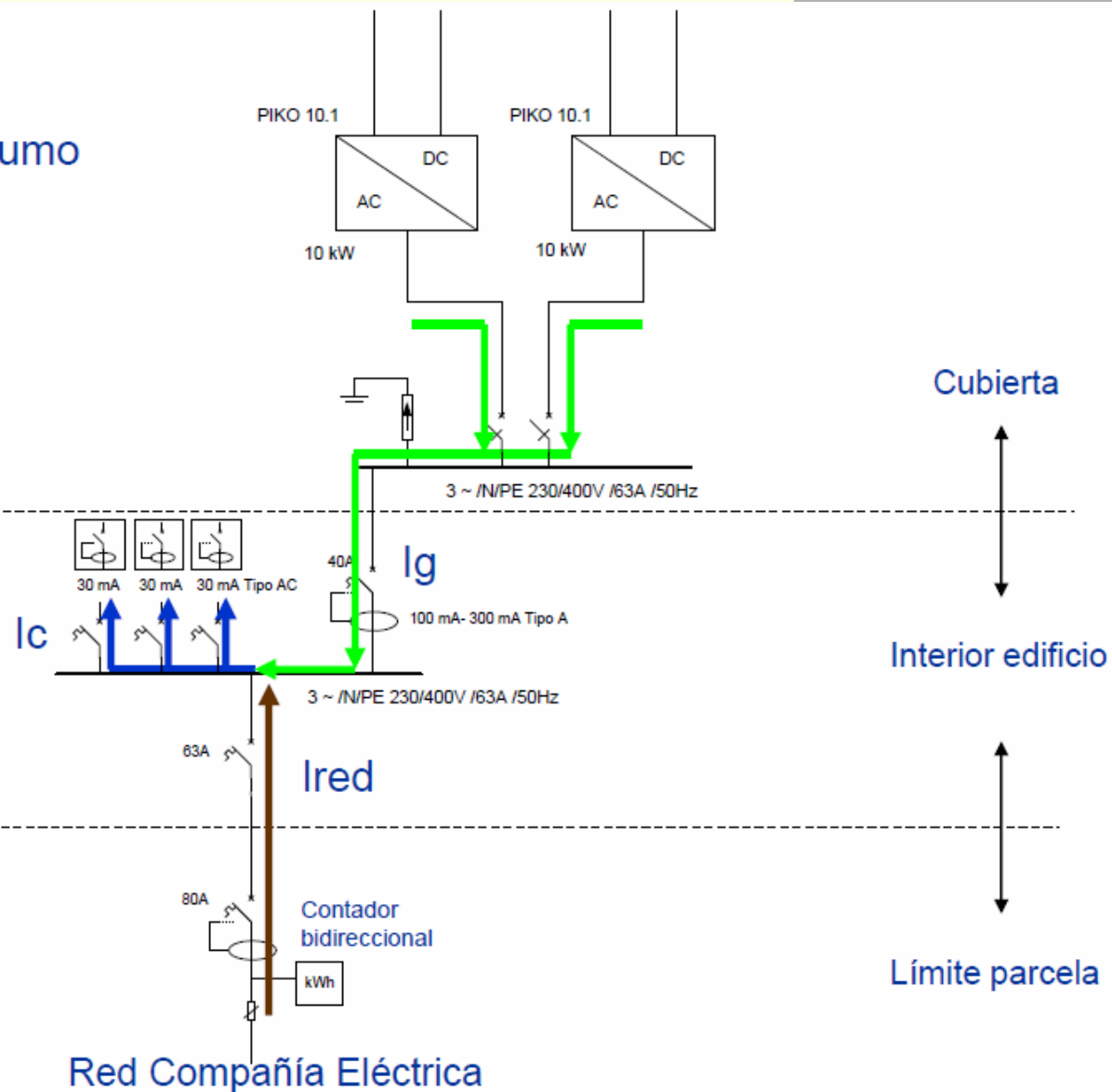


WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Caso 2

Pot FV < Pot consumo

$$I_c = I_{red} + I_g$$

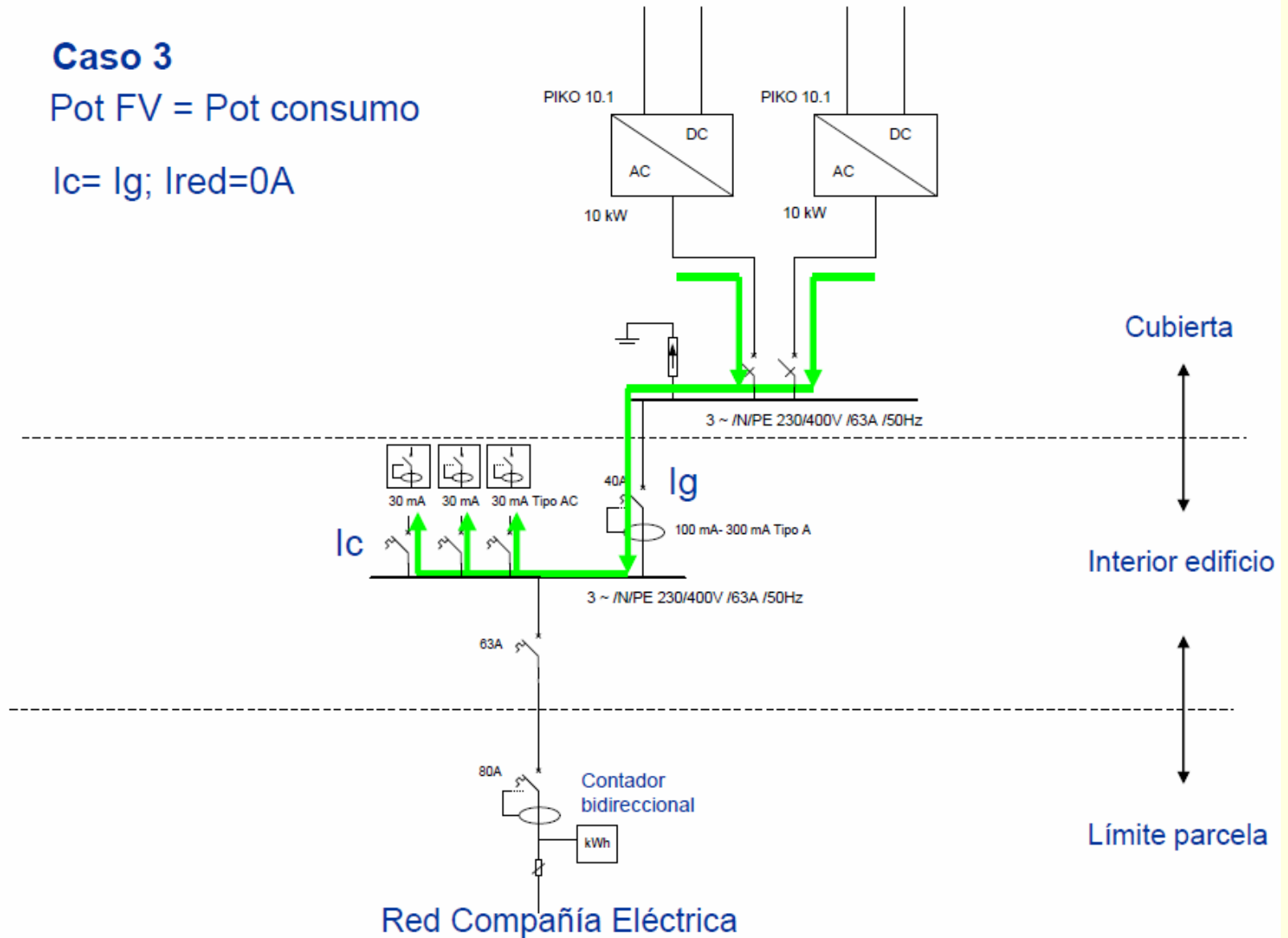


WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Caso 3

Pot FV = Pot consumo

$I_c = I_g$; $I_{red} = 0A$



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Caso 1

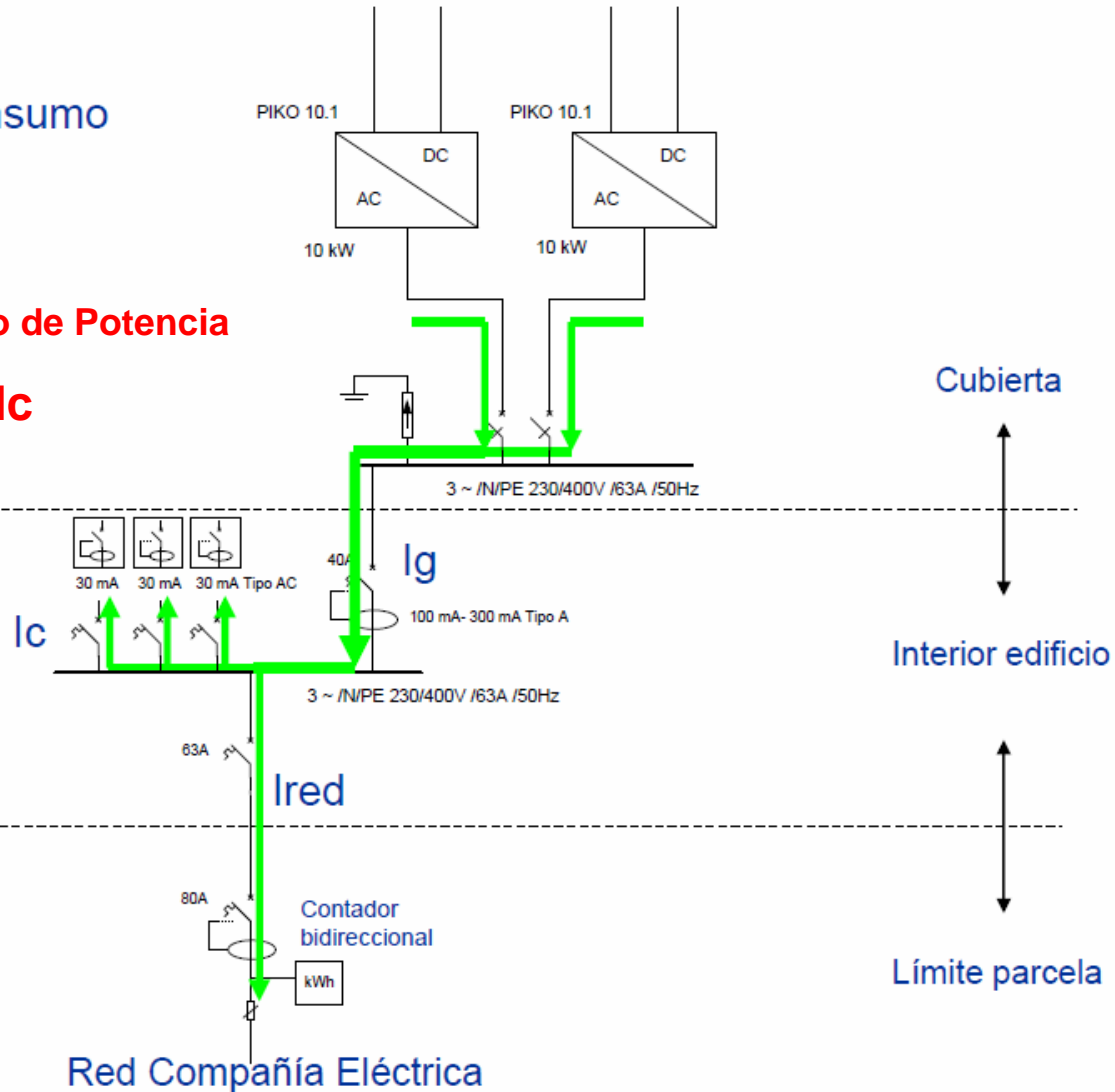
Pot FV > Pot consumo

$$I_g = I_c + I_{red}$$



CDP : Control Dinámico de Potencia

$$I_g > I_c \rightarrow I_g = I_c$$



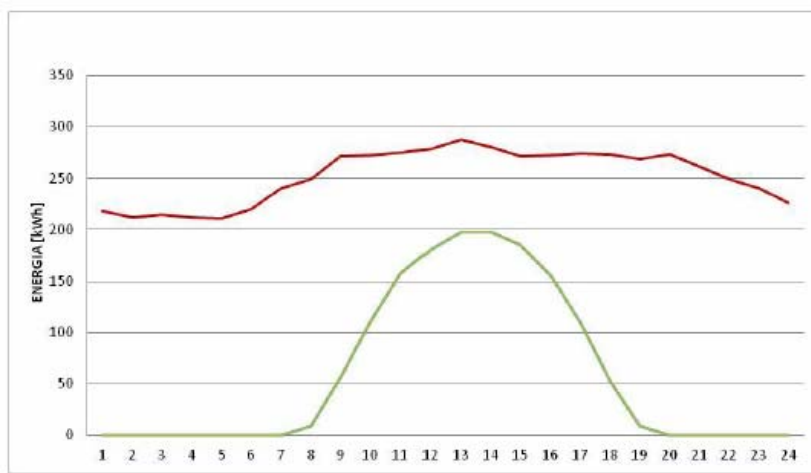
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

AUTOCONSUMO INSTANTANEO

- Son instalaciones interconectadas

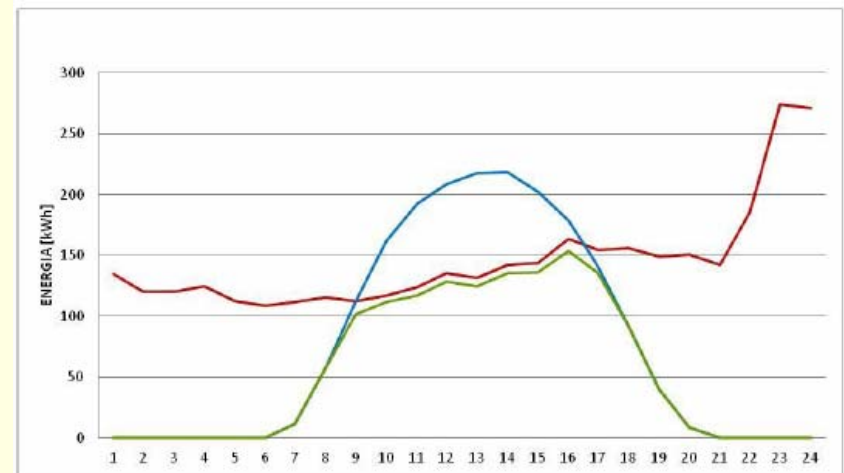
Autoconsumo 100%

Puede ser % anual muy pequeño



Hay excedentes

Buscar óptimo anual



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

OBJETIVO ANTES (VENDER ENERGIA) → Había 2 posibles diseños:

Generar el máximo de energía FV posible. Límites:

- a) Por máxima P_p (aprovechando toda la superficie disponible)
- b) Por inversión económica limitada

OBJECTIVO AUTOCONSUMO

Consumir el 100% de la energía solar generada, tanto en el perfil diario com anual → 0% de excedentes

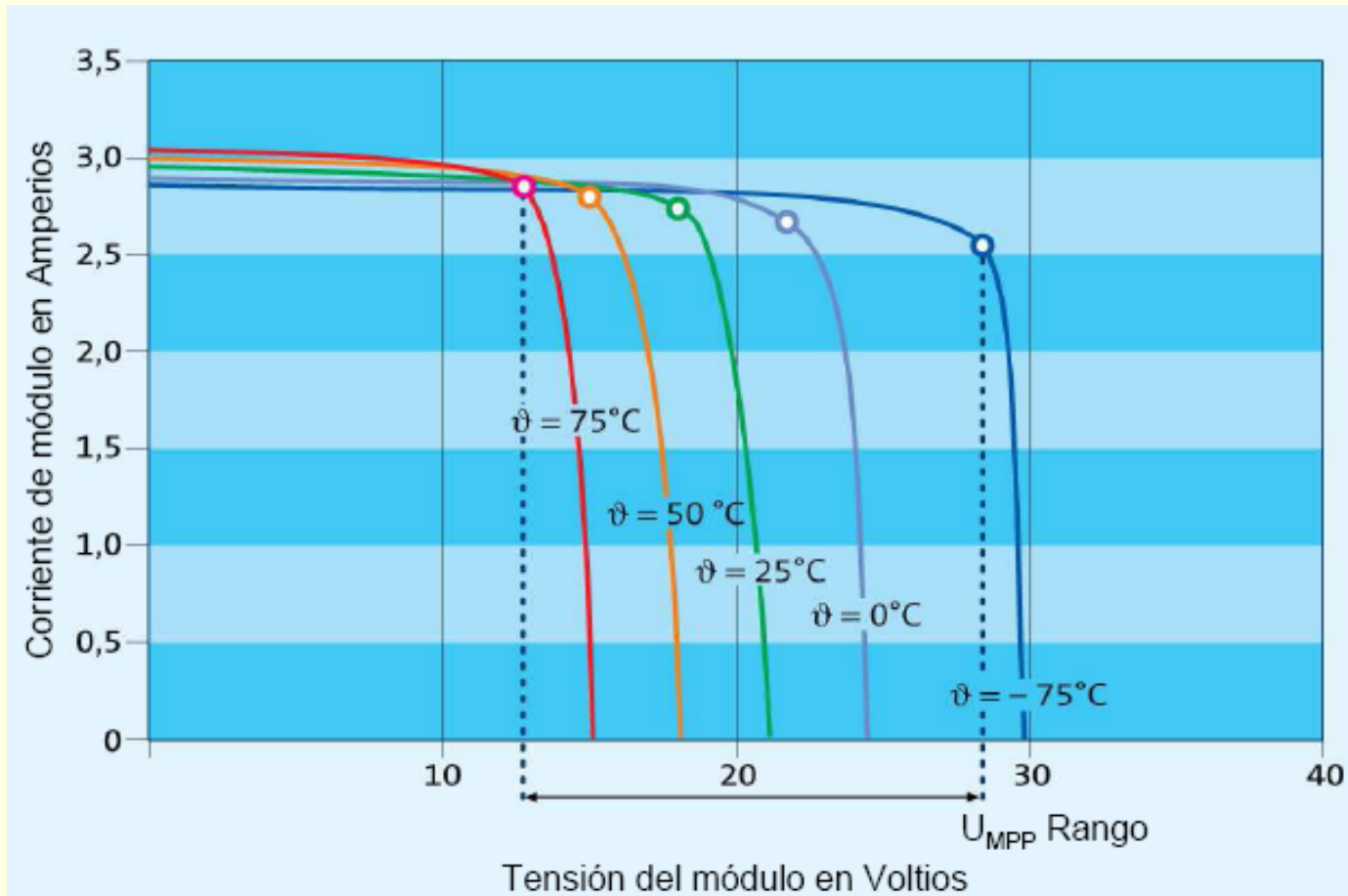
- LIMITACIONES:**
- No superar la P_c
 - $P_N > 5 \text{ kW}$ → Acometida trifásica (RD 1699/2011)
 - TMF1 para $P < 43 \text{ kW}$
 - $P_p < 10 \text{ kW}$ para no pagar peaje de autoconsumo

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

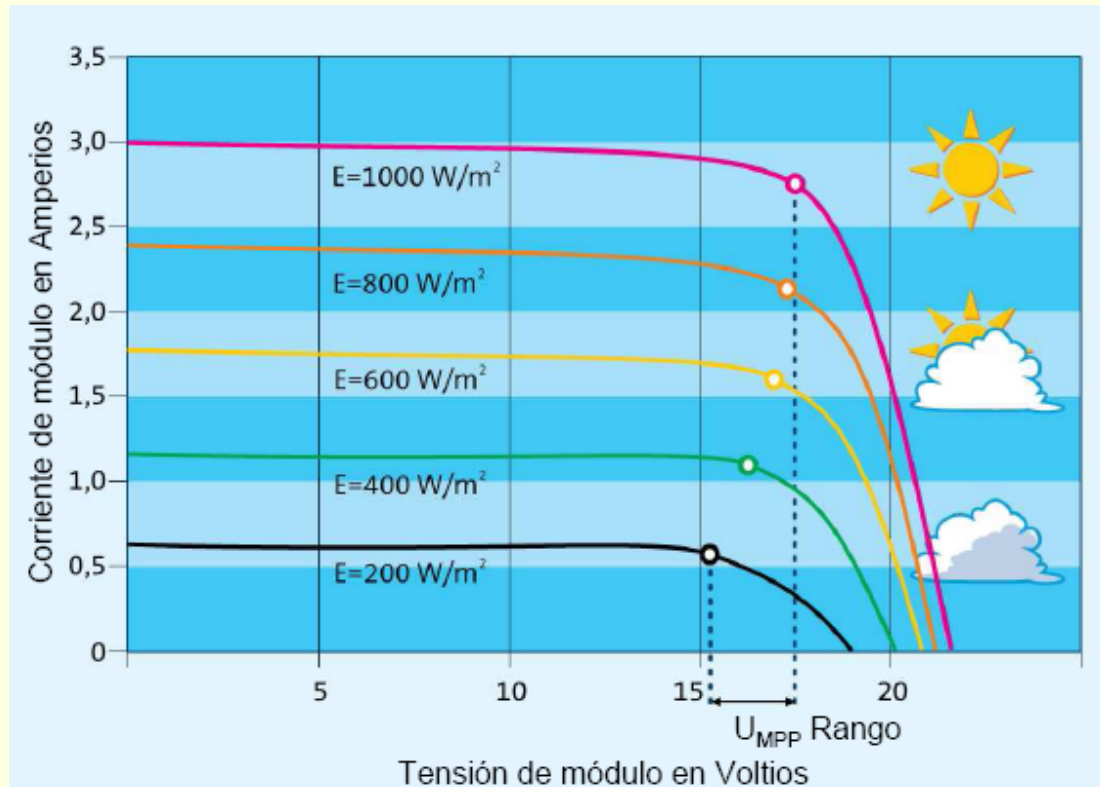
Variación de la TENSIÓN con la TEMPERATURA



$T \uparrow$ $\eta \downarrow$

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Variación de la INTENSIDAD con la RADIACIÓN SOLAR



$$P = UI$$

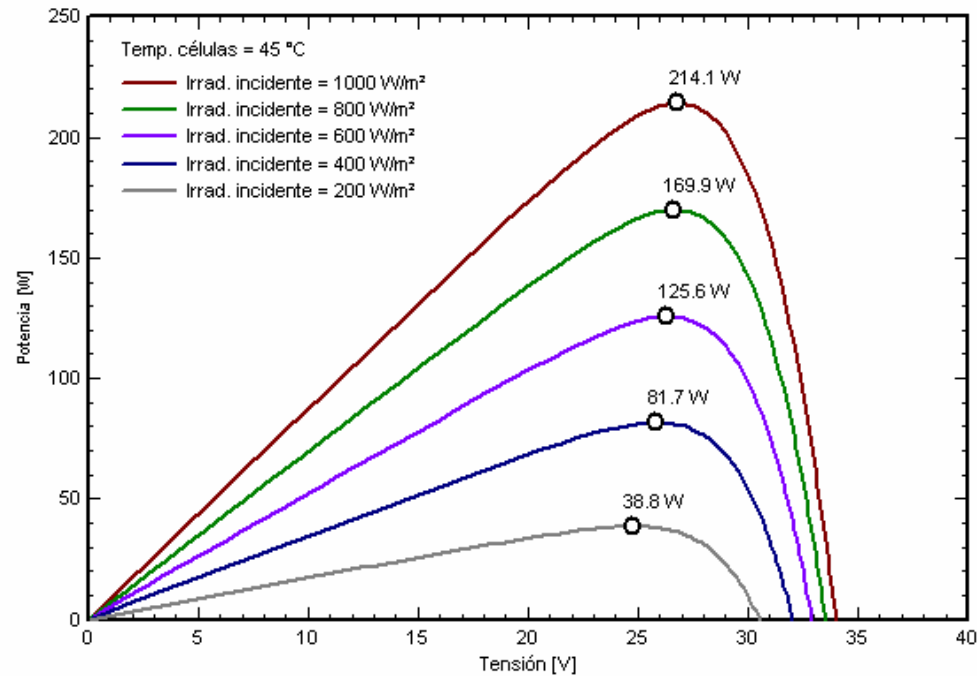
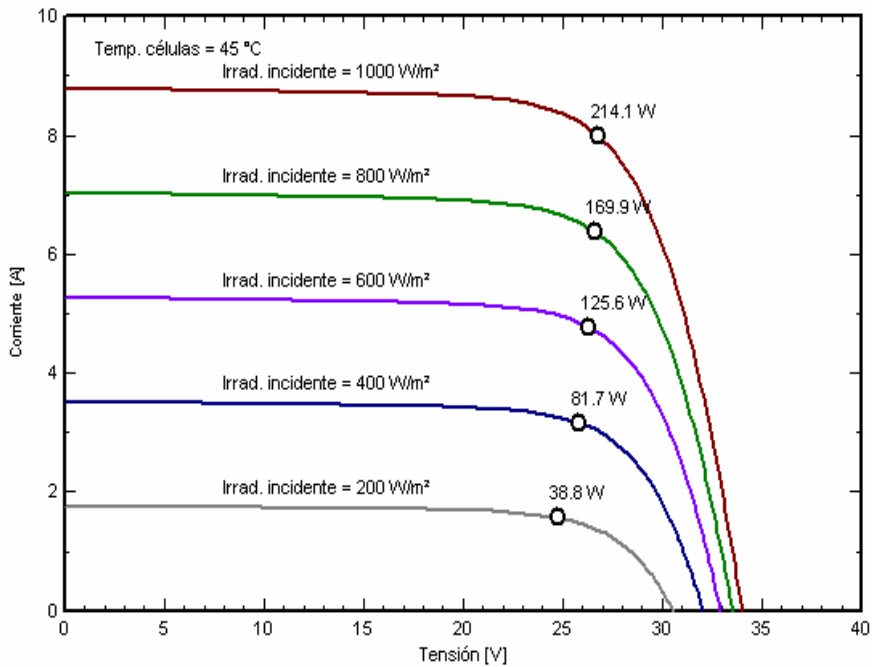
$U \uparrow$ Temperaturas bajas

$I \uparrow$ Radiación elevada

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Ejemplo: módulo FV Helios Energy Europe 235 W_p

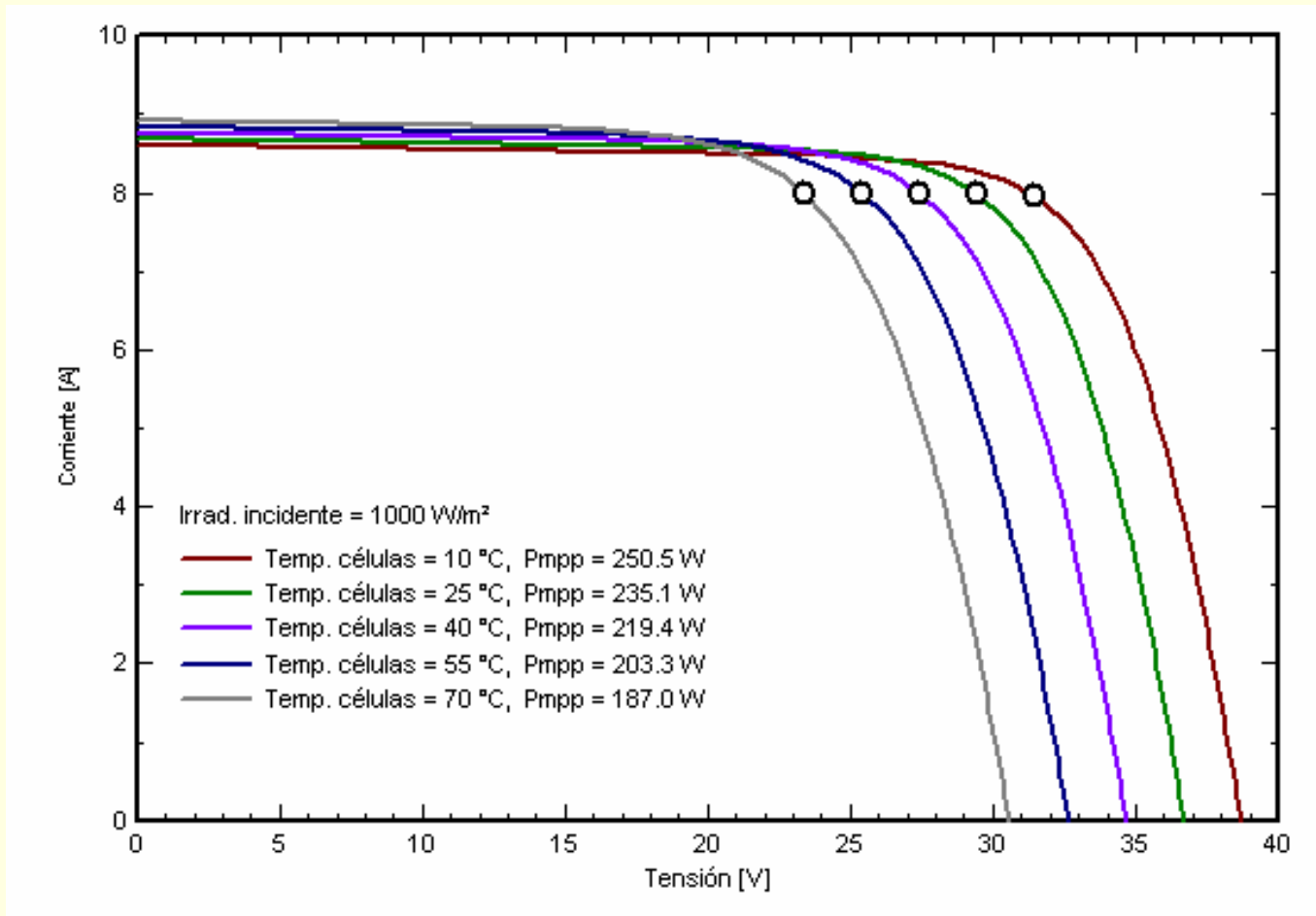
$P = f(\text{Rad}) \rightarrow$ Afecta mucho la radiación



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

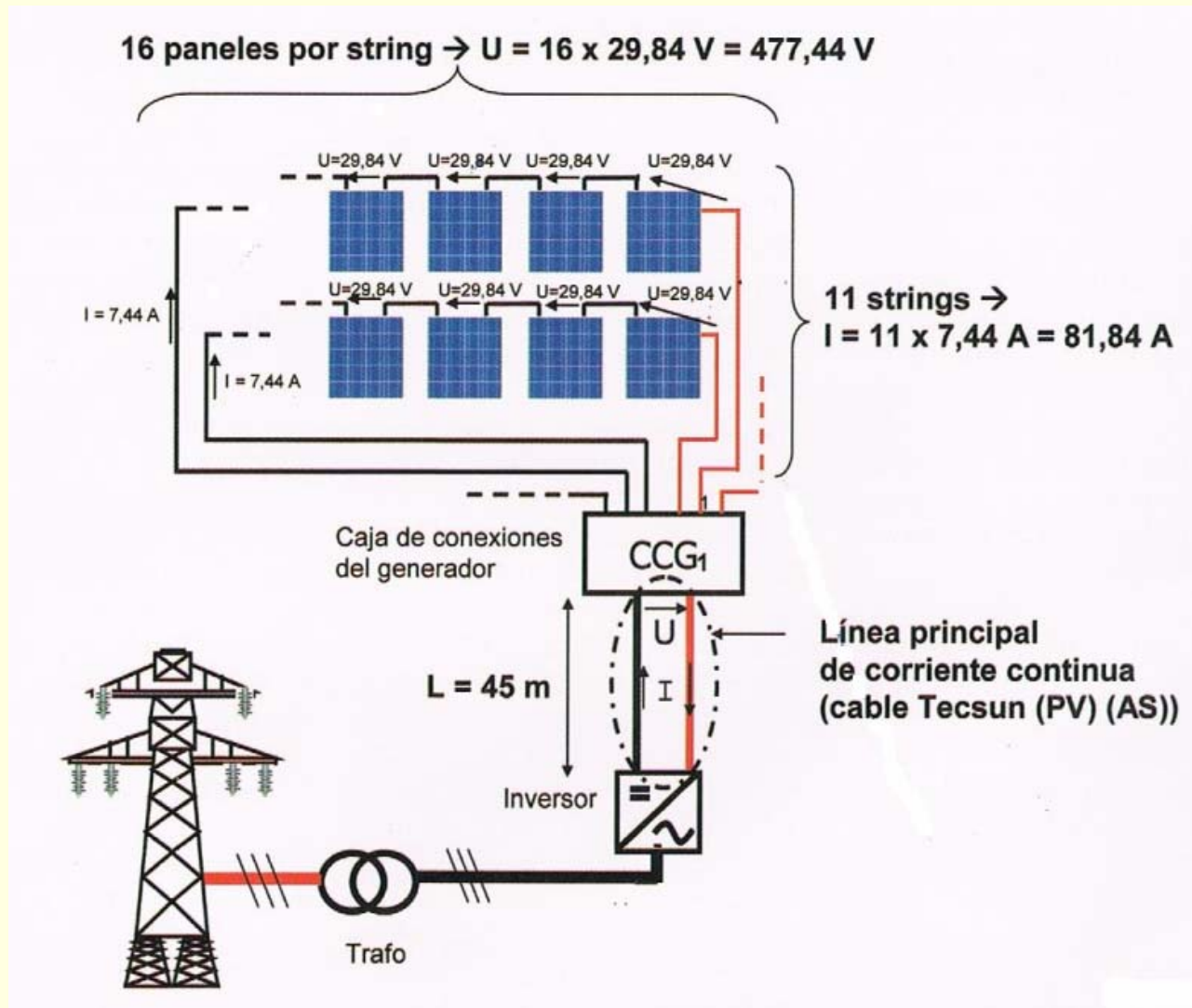
Ejemplo: módulo FV Helios Energy Europe 235 W_p

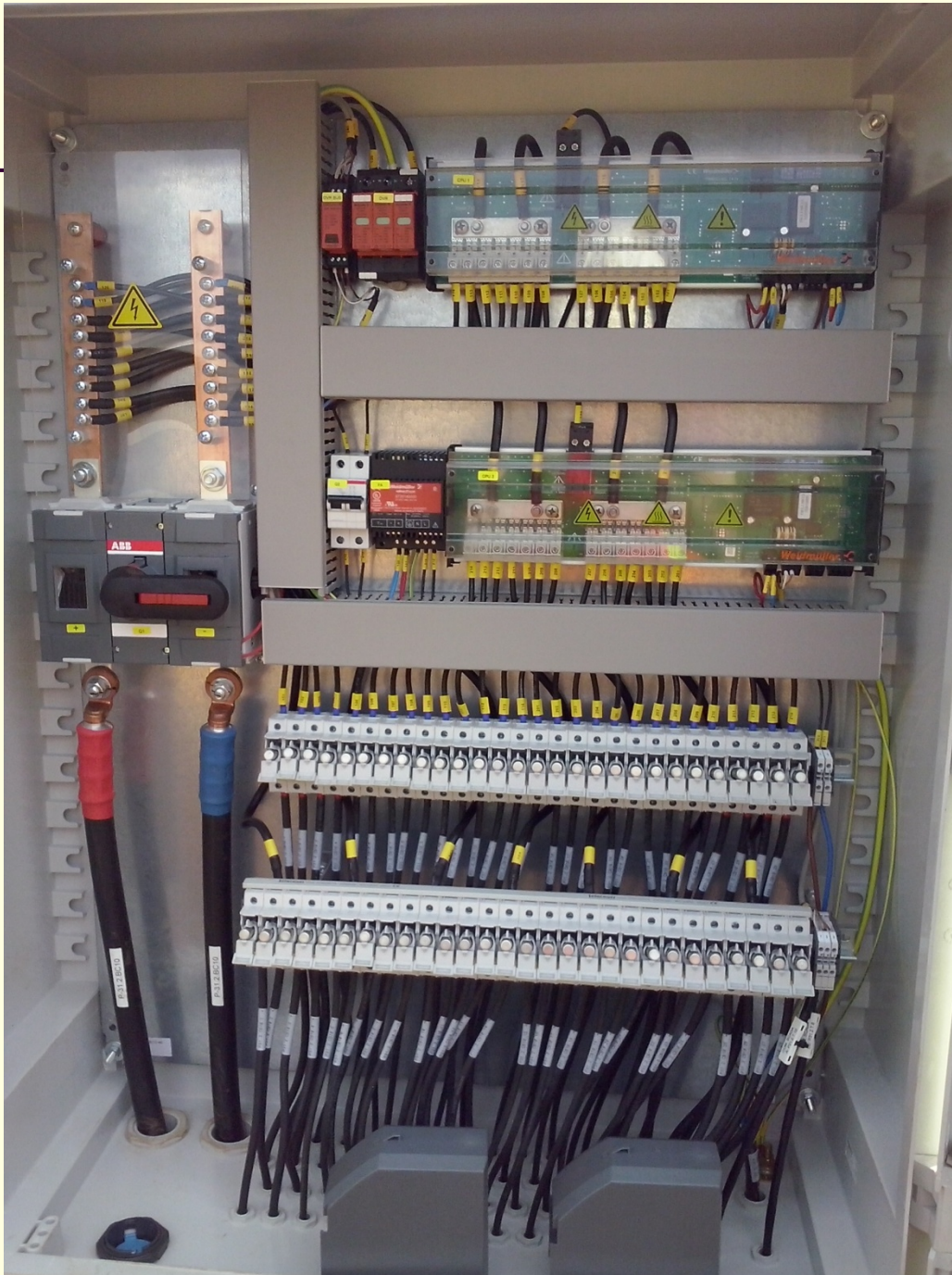
$P = f(T)$ → Afecta poco la temperatura



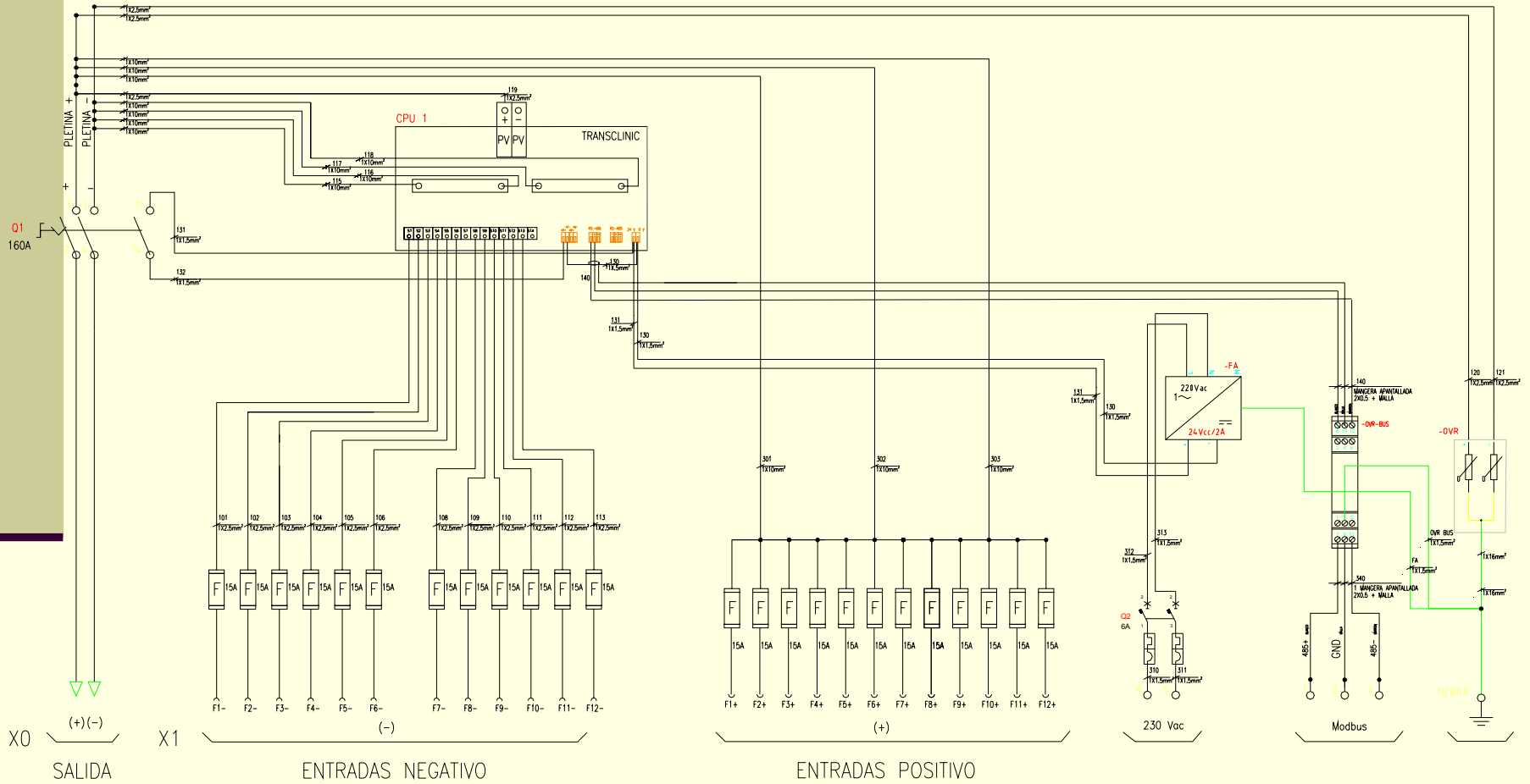
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Ej) Calcular las tensiones e intensidades resultantes





WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



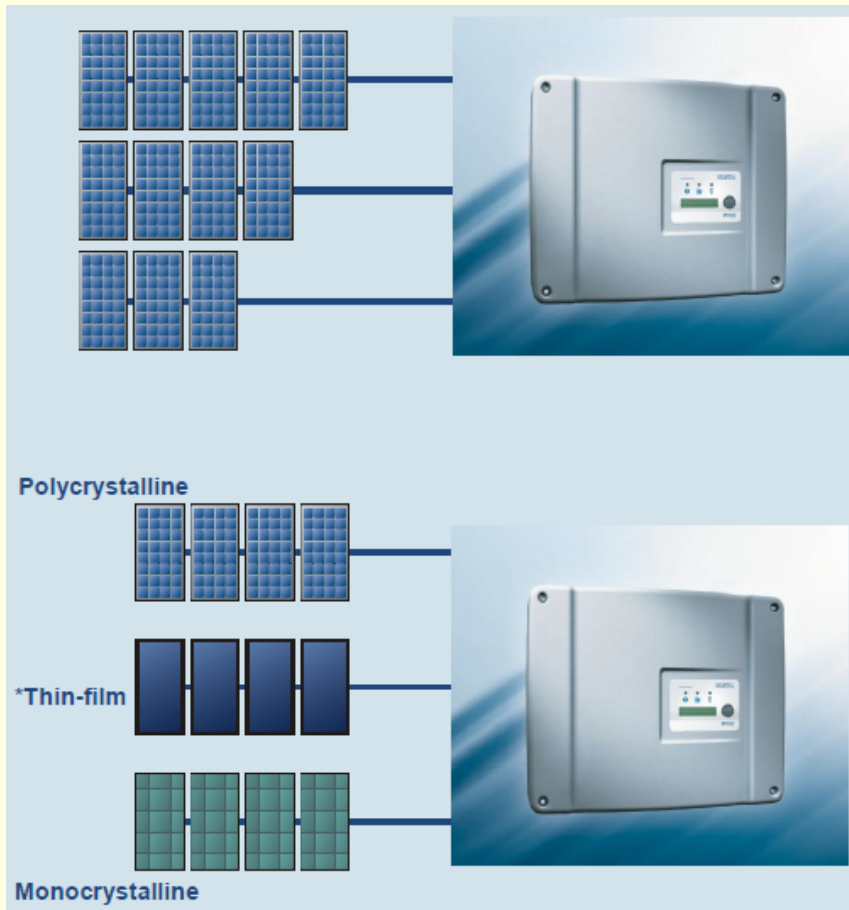
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



- Longitudes de *string* diferentes

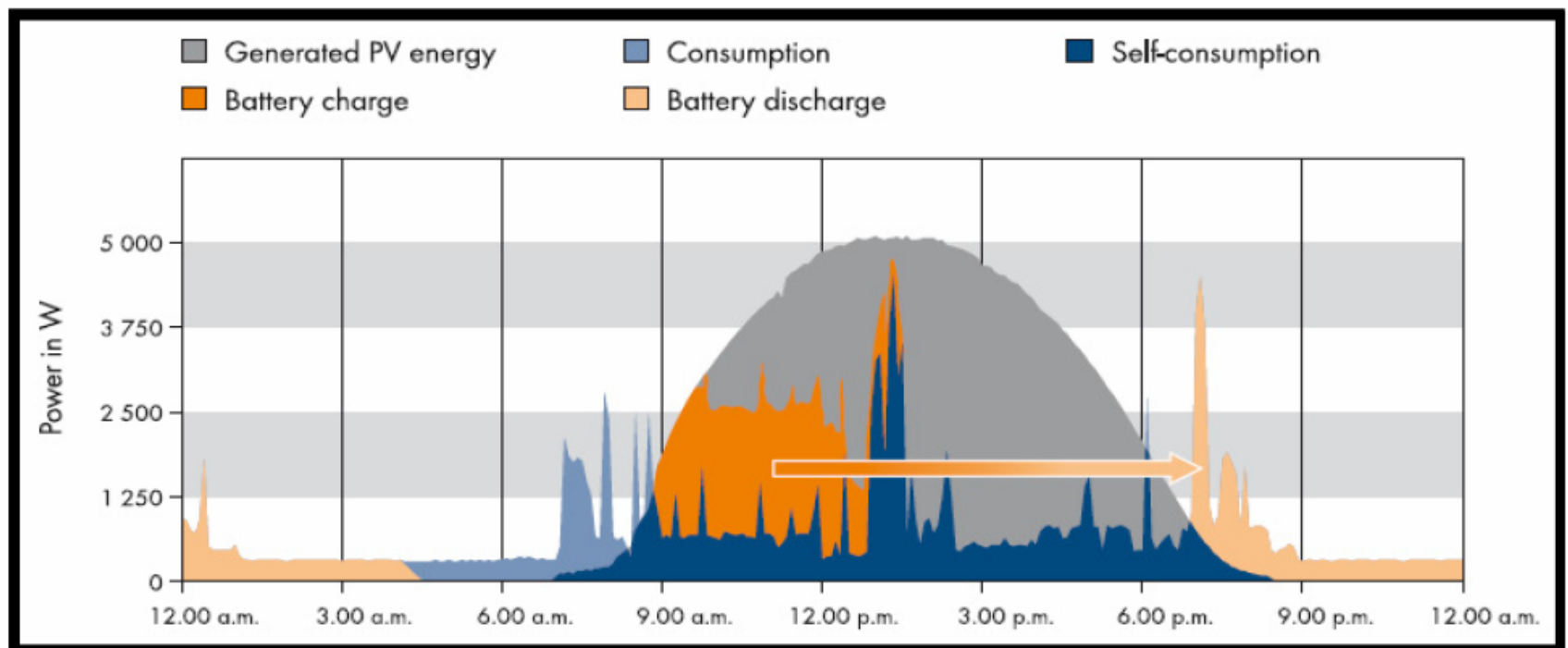
- Tipos de módulos diferentes

* ¡Uso de módulos de capa fina sólo con la aprobación del fabricante de módulos!

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

Ej) BATERIAS

- Sobredimensionar campo FV para poder almacenar energía
- Las baterías podrán alimentar cargas por la noche
- Tarifa eléctrica DHA (22h – 12h)



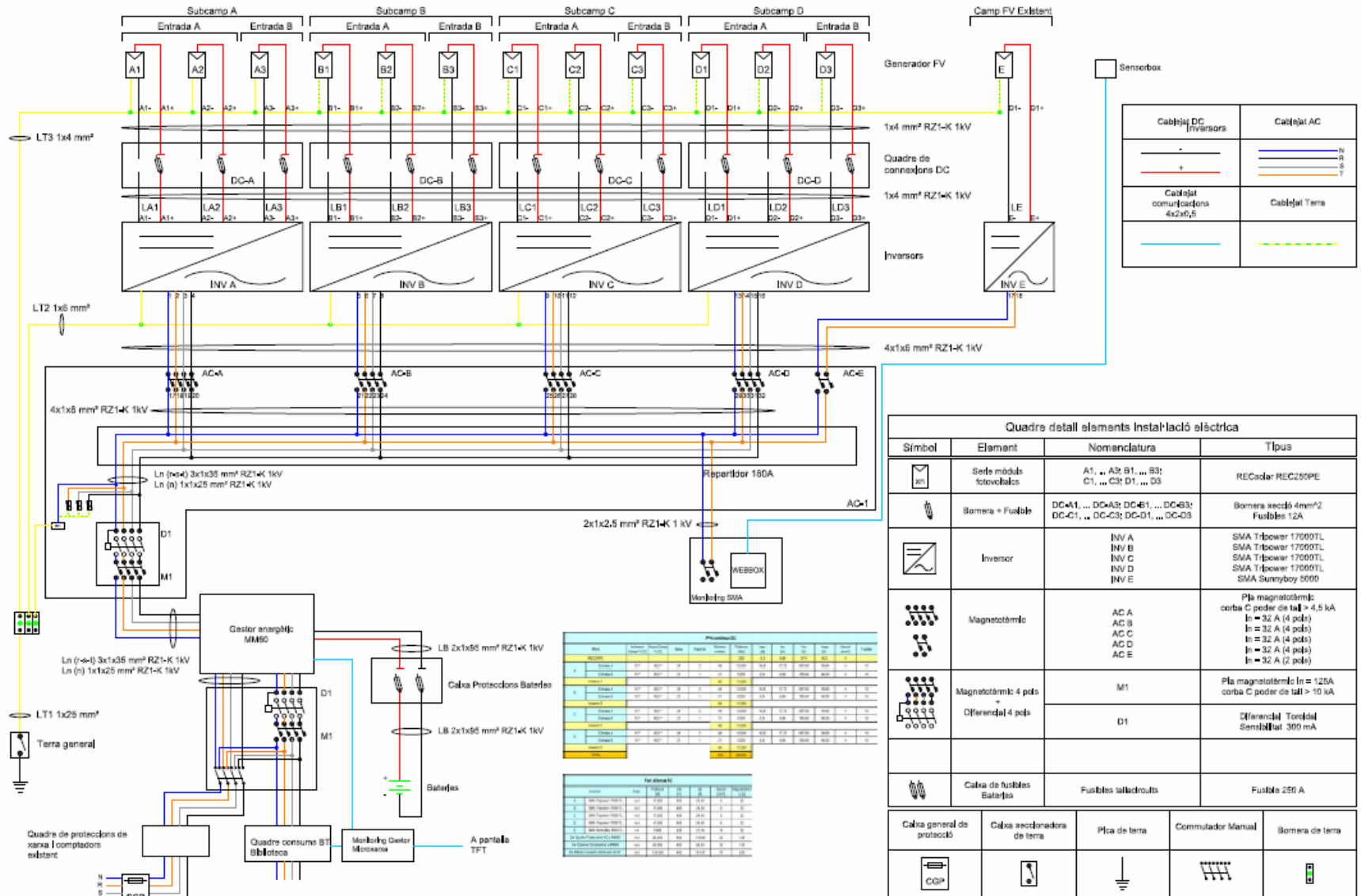
WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO



Cables DC Inversors	Cables AC
—	— N — R — B — T
+	—
Cables comunicacions 4x2x0,5	Cables Terra
—	—

Quadre detall elements instal·lació elèctrica			
Simbol	Element	Nomenclatura	Típus
	Seie mòduls fotovoltaics	A1, ... A3; B1, ... B3; C1, ... C3; D1, ... D3	RECcador REC250PE
	Bornera + Fusible	DC-A1, ... DC-A3; DC-B1, ... DC-B3; DC-C1, ... DC-C3; DC-D1, ... DC-D3	Bornera secció 4mm²/2 Fusibles 12A
	Inversor	INV A INV B INV C INV D INV E	SMA T4power 17000TL SMA T4power 17000TL SMA T4power 17000TL SMA T4power 17000TL SMA Sunnyboy 5000
	Magnetotèrmic	AC A AC B AC C AC D AC E	Pla magnetotèrmic: corba C poder de tall > 4,5 kA In = 32 A (4 pòls) In = 32 A (4 pòls) In = 32 A (4 pòls) In = 32 A (2 pòls)
	Magnetotèrmic 4 pòls + Diferencial 4 pòls	M1 D1	Pla magnetotèrmic In = 125A corba C poder de tall > 10 kA Diferencial Toroidal Sensibilitat 300 mA
	Caja de fusibles Baterías	Fusibles integrats	Fusible 250 A
	Caja general de protecció		
	Caja seccionadora de terra		
	Placa de terra		
	Commutador Manual		
	Bornera de terra		

PANEL DC											
Modul	Tipus	Model	Wp	Wp/m²	Area	Volts	Amperes	Cost	Wp/kW	Wp/m²	Wp/kW
A1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
A2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
A3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75

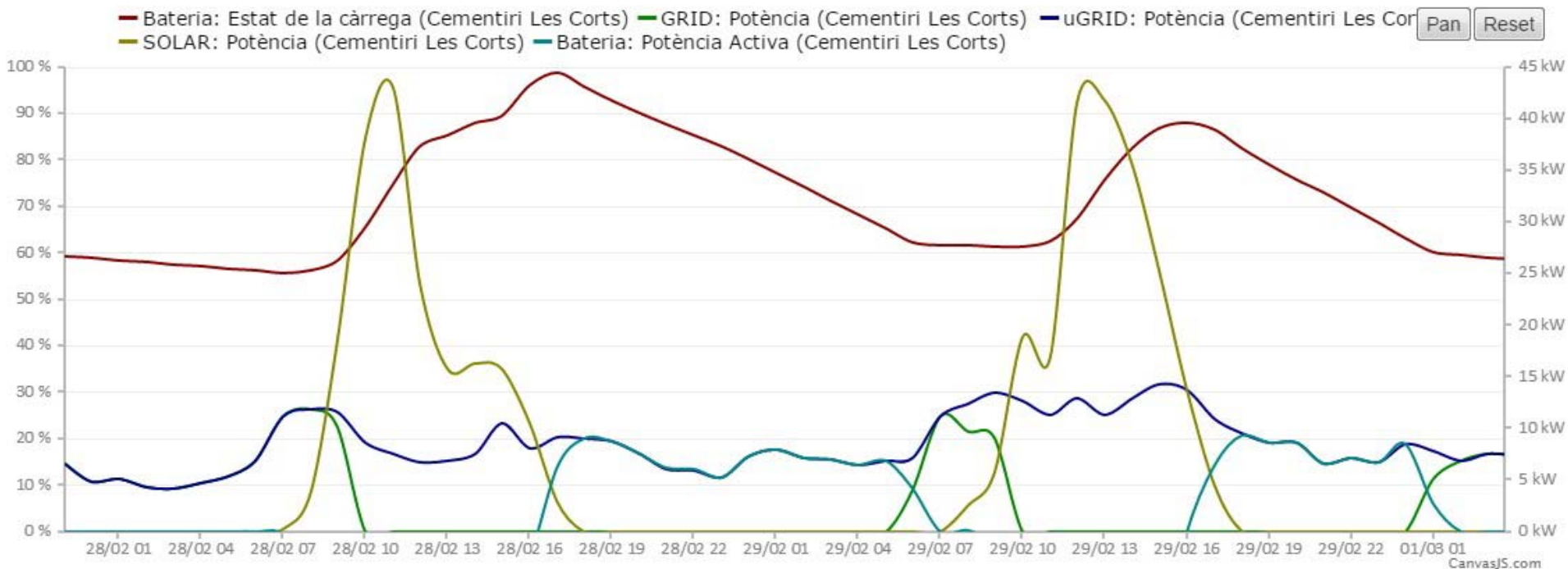
PANEL AC											
Modul	Tipus	Model	Wp	Wp/m²	Area	Volts	Amperes	Cost	Wp/kW	Wp/m²	Wp/kW
A1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
A2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
A3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
B3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
C3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D1	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D2	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75
D3	REC	REC250PE	250	1,75	142,86	30,2	8,21	1,10	1,75	1,75	1,75

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

GRID: Potència Cementiri Les Corts

uGRID: Potència Cementiri Les Corts

Bateria: Potència Activa Cementiri Les Corts



MIN 0 MÁX 0

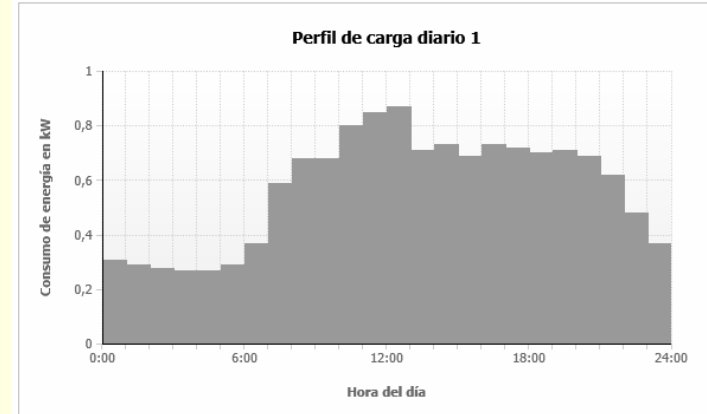
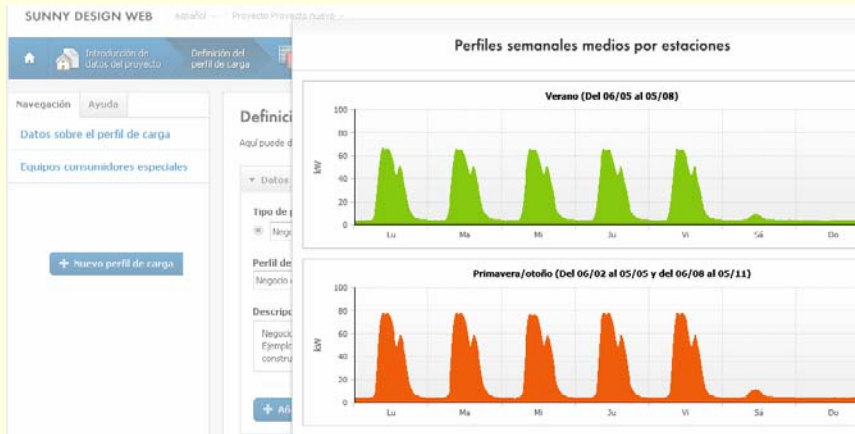
Ratis: Normal Tipus: Gràfica de barres

Exportar

MIN 0 MÁX 0

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

CALCULO SOFTWARE: SUNNY DESIGN



Hora del día	Consumo de energía en kW*	Hora del día	Consumo de energía en kW*
0:00	0,31	12:00	0,87
1:00	0,29	13:00	0,71
2:00	0,28	14:00	0,73
3:00	0,27	15:00	0,69
4:00	0,27	16:00	0,73
5:00	0,29	17:00	0,72

Aquí puede modificar el acimut y la inclinación de los módulos fotovoltaicos o indicar si estos deben orientarse. El tipo de montaje influye en el calentamiento de las células fotovoltaicas con respecto a la temperatura ambiente.

Cambiar todos los generadores FV

Tipo de montaje

Montaje libre
 Techo
 Fachada
 Integrado

Acimut

Orientación automática

Inclinación

Orientación automática

Inversores

Tipo	1. Generador FV 1	2.	3.	Factor de desfase cos φ	Limitación de la potencia activa de CA
1 x SB 2.5-1 VL-40 Parte de la planta 1	10 / 10 A: 1 x 10			1,00	2,50 kW

Potencia pico: 2,40 kWp
 Ratio de potencia nominal: 110 %
Factor de aprovecham. de energía: 100 %

Rendimiento

Ratio de potencia nominal: 110 %

 125 %

 80 %

 Eficiencia del inversor: 96,5 %

 90 %

 100 %

Compatible con FV/inversor

Parámetros	Inversor	Entrada A	Entrada B	Entrada C
Potencia de CC máx.	2,65 kW	2,40 kWp		
Tensión de CC mín.	50 V	253 V		
Tensión FV normal		270 V		
Tensión de CC máx. (Inversor)	600 V	399 V		
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPPT	10 A	8,1 A		
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPPT	18 A	8,5 A		

Rendimiento energético anual: 3.763,77 kWh

 Rendimiento energético específico: 1568 kWh/kwp

 Coeficiente de rendimiento: 96,5 %

 Pérdidas de línea (% de la energía): --- %

WEBINAR AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

CONCLUSIONES

- El autoconsumo es muy interesante y cada vez se instala más. Habemus RD 900/2015
- Dimensionado según perfil de consumo (curvas de demanda).
- Autoconsumo instantáneo → fácil, “amortizable” (aprox. 1,2 €/Wp), rápido.
- Autoconsumo baterías → baterías Litio (interesante en un futuro no lejano)
- Cálculo y dimensionado sencillo.
- **Transición energética hacia una generación 100% renovable.**

tesling

MUCHAS GRACIAS

JOAN RAMIREZ – Ingeniero esp. Eficiencia Energética

E-mail enitec@enitecsolar.com
