





## **PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR**

## **FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO**

### **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

*(C.E.I.P. Valdeolletas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_33_20160315

Elaborado por:	Revisado por:
 Alberto Trueba Salas	 Inés Simón García

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO Y ALCANCE.....</b>	<b>1</b>
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>2</b>
3.1 Datos generales.....	2
3.2 Datos contractuales .....	3
3.3 Distribución de consumo y costes por períodos .....	3
3.4 Cubiertas .....	6
<b>4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>7</b>
4.1 Registros trifásicos .....	7
4.2 Perfil de funcionamiento.....	8
<b>5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>9</b>
5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo.....	9
5.2 Análisis de diferentes alternativas .....	12
5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos.....	14
5.4 Simulación .....	14
5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV.....	20
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica .....	24
<b>6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....</b>	<b>25</b>
6.1 Inversión.....	25
6.2 Estudio de ahorro energético y económico .....	26

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía. Se trata del compromiso 20/20/20 para: reducir un 20% en emisiones de gases de efecto invernadero, un 20% de ahorro en el consumo de energía y un 20% en producción energética mediante fuentes renovables para el año 2020.

El Ayuntamiento de Marbella consta actualmente de una infraestructura muy limitada en el campo de las energías renovables para la producción de energía de los diferentes centros (dependencias municipales, centros educativos y centros deportivos), tanto en el apartado de generación térmica (solar térmica, biomasa, etc.), como en el apartado de generación eléctrica (fotovoltaica).

Por lo tanto, para incrementar la contribución de energías renovables existente en la actualidad en el Ayuntamiento, se ha planteado la posibilidad de implantar en determinados centros una instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo.

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

## 2. OBJETO Y ALCANCE

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, se ha seleccionado este centro atendiendo a estos criterios y tratando de buscar una solución optimizada, donde la mayor parte de la producción solar pueda ser aprovechada en el autoconsumo del centro.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 Datos generales

Denominación del Centro	CEIP Valdeolletas
Dirección	CL EL CHAPARRAL (UR MIRADOR)
Tipo de edificio	MARBELLA (MÁLAGA)
Persona de Contacto	Centro Educativo
Número de edificios	José Moreno 951 27 09 84

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **CEIP Valdeolletas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle El Chaparral s/n** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del CEIP Valdeolletas*



*Imagen 2 Vista aérea del CEIP Valdeolletas*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>		<b>1306</b>
			<b>33</b>
			<b>Rev.03</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	5	4.938	850	Sept -Junio 7:30-20:00 Julio y Agosto 7:30-15:30 h	1976	2013	-

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

En 2009 se hizo un aula en la casa del conserje y se instalaron los equipos de climatización. En 2011 se reformó la instalación eléctrica y se cambiaron las luminarias del edificio excepto en la segunda planta (P2). En 2013 se hizo conserjería.

CEIP Valdeolletas	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aula Matinal	27	7:30-9:00	Educativo
Aulas	800 personas en total	9:00-14:00	Educativo
Comedor	60	14:00-16:00	Comedor

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

### 3.2 Datos contractuales

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031103005343001TB0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	45,67	45,67	45,67
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Tabla 4 Datos contractuales

### 3.3 Distribución de consumo y costes por períodos

El periodo estudiado recoge los consumos entre enero y diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
20/01/2014	17/02/2014	605	6.786	503	18 /63 /12	0,00	1.247,03
17/02/2014	17/03/2014	487	4.445	435	18 /59 /12	9,36	955,21
17/03/2014	16/04/2014	1.425	4.071	440	41 /42 /12	22,50	1.010,41
16/04/2014	19/05/2014	1.836	2.671	477	40 /33 /10	24,88	936,28
19/05/2014	18/06/2014	2.049	2.691	428	33 /27 /6	27,83	942,39
18/06/2014	16/07/2014	899	1.145	461	30 /26 /12	3,05	563,35
16/07/2014	20/08/2014	675	982	505	13 /11 /4	0,00	578,90

20/08/2014	17/09/2014	993	1.341	446	38 /26 /9	10,96	606,31
17/09/2014	17/10/2014	2.150	2.901	424	39 /28 /9	40,81	999,60
17/10/2014	18/11/2014	870	4.282	444	37 /42 /9	42,84	1.000,02
18/11/2014	17/12/2014	504	5.259	495	18 /52 /11	30,27	1.056,34
17/12/2014	19/01/2015	400	3.772	440	16 /62 /12	3,17	960,39

Tabla 5 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

### Consumo anual por meses (kWh)

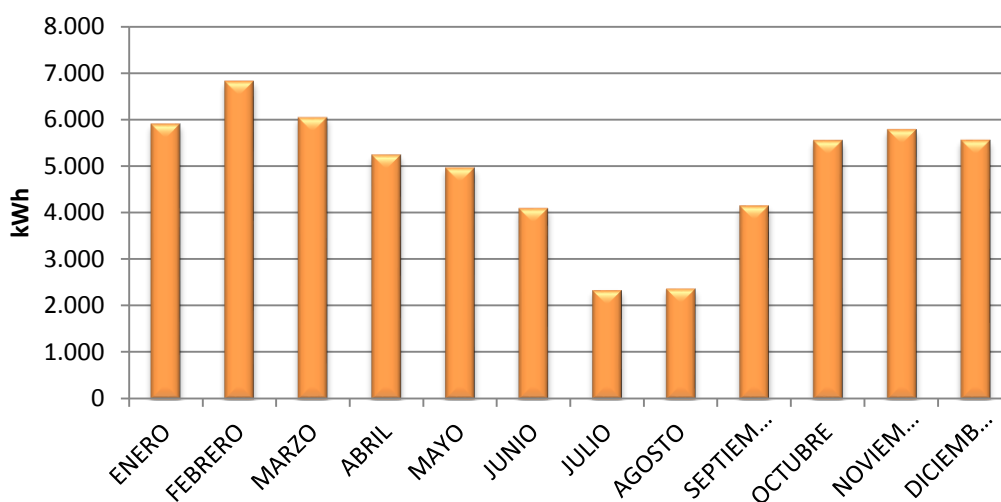


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

### Consumo anual por periodos (kWh)

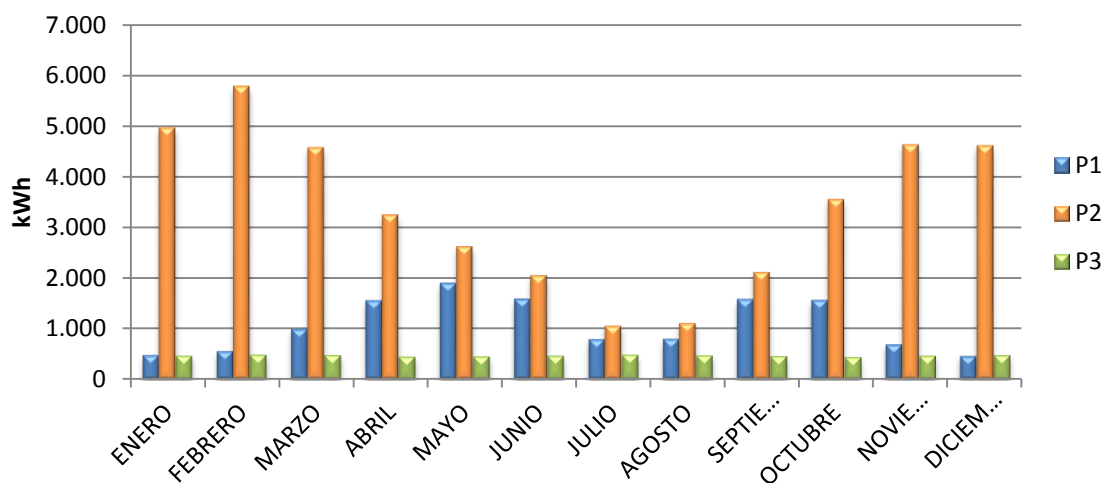


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

	<b>P1 (kWh)</b>	<b>P2 (kWh)</b>	<b>P3 (kWh)</b>	<b>TOTAL (kWh)</b>
<b>Enero</b>	477	4.966	456	<b>5.899</b>
<b>Febrero</b>	554	5.783	474	<b>6.811</b>
<b>Marzo</b>	991	4.576	469	<b>6.035</b>
<b>Abril</b>	1.547	3.250	437	<b>5.233</b>
<b>Mayo</b>	1.889	2.623	446	<b>4.958</b>
<b>Junio</b>	1.578	2.057	457	<b>4.092</b>
<b>Julio</b>	790	1.062	478	<b>2.330</b>
<b>Agosto</b>	792	1.108	465	<b>2.365</b>
<b>Septiembre</b>	1.571	2.120	453	<b>4.144</b>
<b>Octubre</b>	1.554	3.554	434	<b>5.543</b>
<b>Noviembre</b>	688	4.632	458	<b>5.778</b>
<b>Diciembre</b>	460	4.616	473	<b>5.549</b>
<b>TOTAL</b>	<b>12.893</b>	<b>40.346</b>	<b>5.498</b>	<b>58.737</b>

*Tabla 6 Resumen de consumo eléctrico por periodos*

### 3.4 Cubiertas

A continuación se muestran las cubiertas consideradas para la implantación de los módulos.



*Imagen 3 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos*



*Imagen 4 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos*



## 4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO

### 4.1 Registros trifásicos

A continuación se muestran los datos registrados en el analizador de redes trifásico instalado durante una semana, entre los días 18/11/2015 y el 25/12/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros y recoge el consumo de los dos contratos de suministro de que consta el centro.

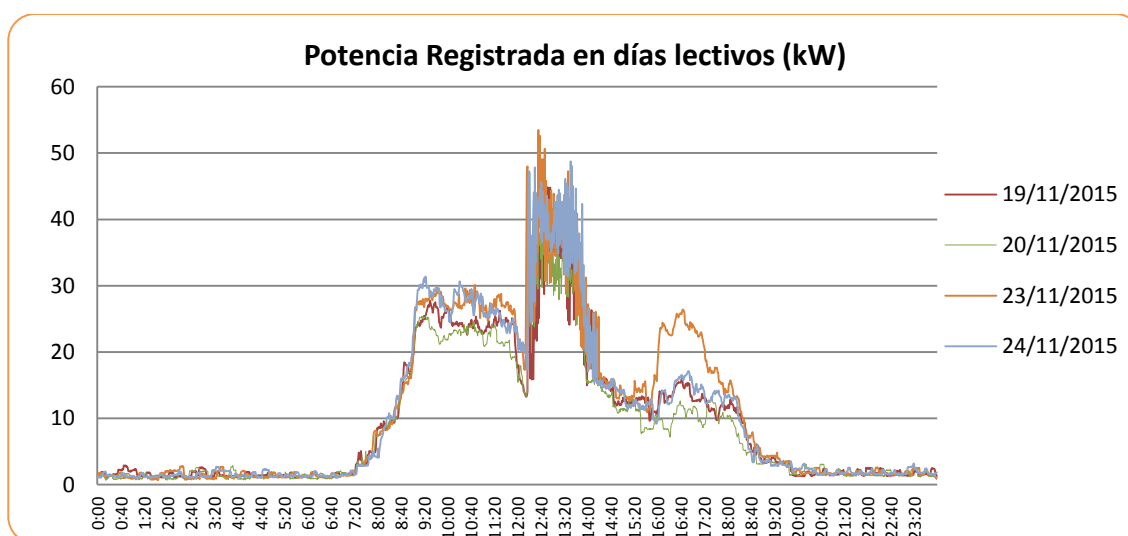


Gráfico 3 Potencia registrada en días lectivos

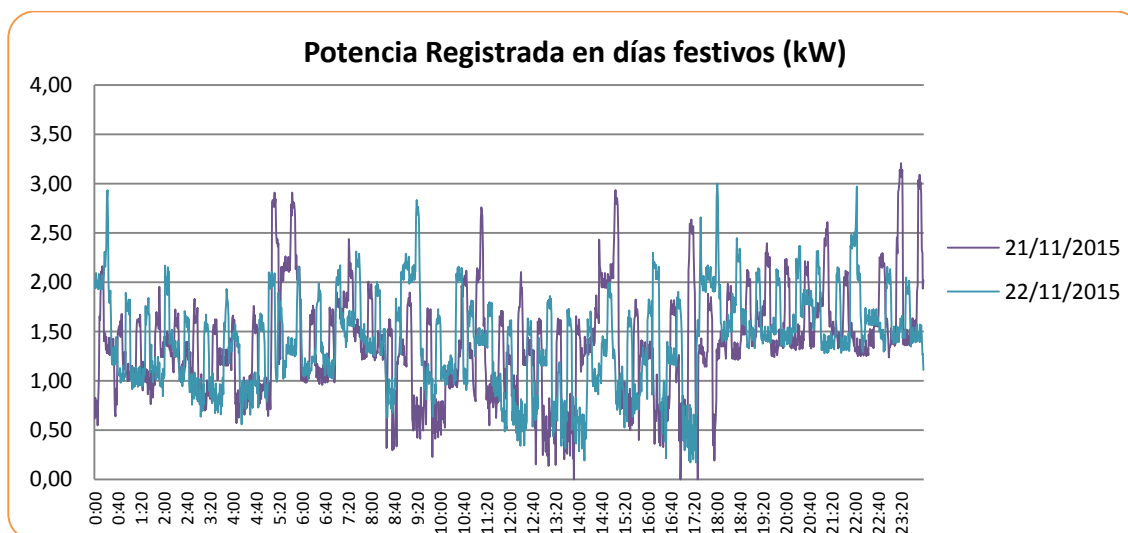


Gráfico 4 Potencia registrada en días festivos

Al no disponer de un año completo, se ha estimado el perfil de consumo durante los meses restantes, atendiendo a los datos registrados por el analizador de redes y mediante la utilización de la información contenida en la facturación por periodos de la tarifa 3.0 correspondiente al suministro eléctrico.

#### 4.2 Perfil de funcionamiento

A continuación se muestran los perfiles de carga por meses:

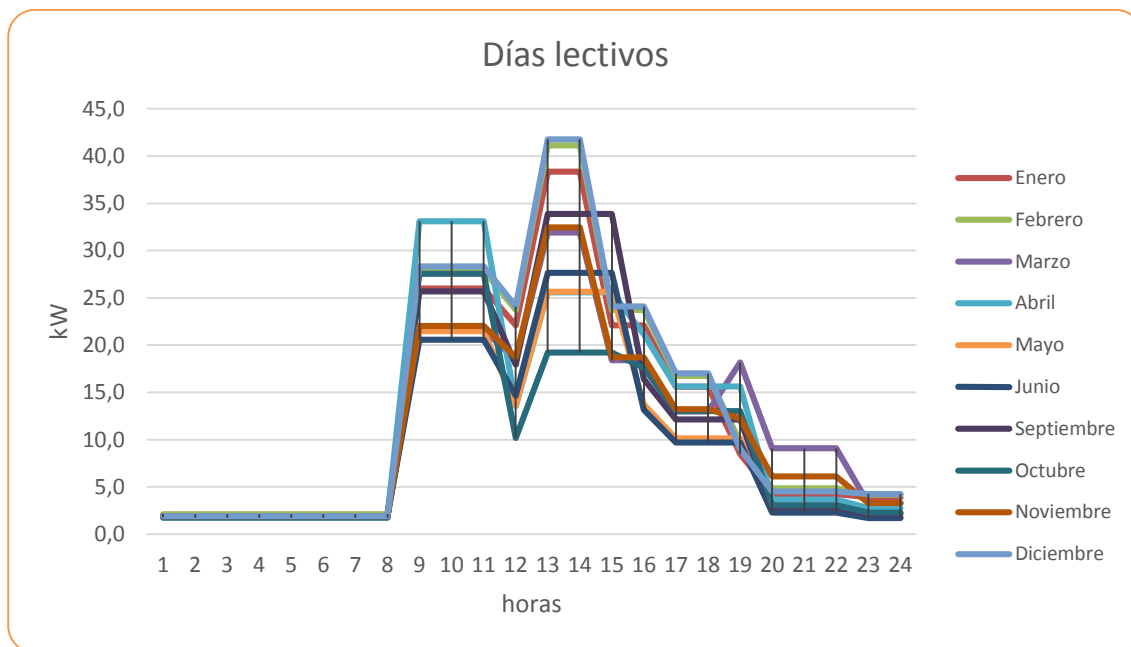


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días lectivos

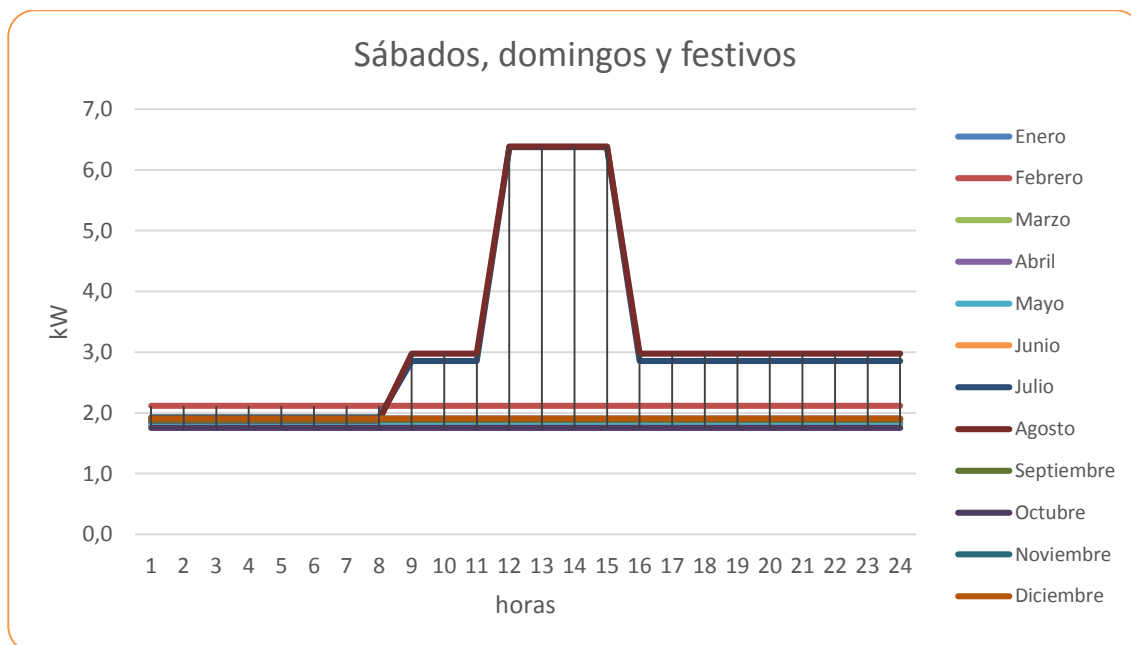


Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – Sábados, domingos y festivos

Por lo tanto, mediante los datos disponibles de los registros trifásicos acompañados de los datos de consumo por periodos, se ha construido un perfil de funcionamiento horario, que se comparará con el perfil de producción fotovoltaica obtenido en la simulación.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

## 5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

### 5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo

Las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015.

En función del tipo de autoconsumidores existen dos posibles modalidades:

#### Modalidad tipo 1:

- Autoconsumidores no inscritos en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPRE).
- Autoconsumidores de hasta 100 kW de potencia contratada. La potencia máxima de la instalación será la potencia contratada en el suministro con el límite de 100 kW.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD 1699/2011.
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II).
- Se debe realizar un estudio de conexión y acceso a cargo del autoconsumidor (RD 1048/2014).
- Se ha de solicitar el punto de conexión a la distribuidora aun cuando no haya vertido a la red.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que se indique la opción de autoconsumo elegida.
- La energía excedentaria cedida a la red no se retribuye y no paga el peaje a la generación.
- La energía autoconsumida paga el peaje de respaldo.

#### Modalidad tipo 2:

- Instalaciones inscritas en el RAIPRE.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD1699/11 ( $P_c < 100$  kW) o del RD1955/2000 ( $P_c > 100$  kW).
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II) o del RD1955/2000, en función de su potencia.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que conste la opción de autoconsumo.
- Se debe firmar un contrato de acceso que incluya los consumos auxiliares.
- La energía excedentaria se retribuye al precio horario del mercado eléctrico y paga el peaje a la generación (0,5 €/MWh).

Para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta los cargos por autoconsumo establecidos en el Real Decreto 900/2015, adicionales a los establecidos en la reglamentación general.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

### - Cargos fijos

Se aplicarán cargos fijos en función de la potencia, en €/kW, cuyo precio será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

NT	Peaje de acceso	Cargo fijo (€/kW)					
		Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
BT	2.0 A ( $P_c \leq 10$ kW) .....	8,989169					
	2.0 DHA ( $P_c \leq 10$ kW) .....	8,989169					
	2.0 DHS ( $P_c \leq 10$ kW) .....	8,989169					
	2.1 A ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	15,390453					
	2.1 DHA ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	15,390453					
	2.1 DHS ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	15,390453					
	3.0 A ( $P_c > 15$ kW) .....	32,174358	6,403250	14,266872			
AT	3.1 A (1 kV a 36 kV) .....	36,608828	7,559262	5,081433	0,000000	0,000000	0,000000
	6.1A (1 kV a 30 kV) .....	22,648982	8,176720	9,919358	11,994595	14,279706	4,929022
	6.1B (30 kV a 36 kV) .....	16,747077	5,223211	7,757881	9,833118	12,118229	3,942819
	6.2 (36 kV a 72,5 kV) .....	9,451587	1,683097	4,477931	6,402663	8,074908	2,477812
	6.3 (72,5 kV a 145 kV) .....	9,551883	2,731715	3,994851	5,520499	6,894902	1,946805
	6.4 (Mayor o igual a 145 kV) ...	3,123313	0,000000	1,811664	3,511473	4,991205	1,007911

Tabla 7 Cargos fijos por autoconsumo

Tanto para la modalidad de autoconsumo tipo 1 como para la modalidad tipo 2, la aplicación de dichos cargos fijos se realizará sobre la diferencia entre la potencia de aplicación de cargos y la potencia a facturar a efectos de aplicación de los peajes de acceso. En todos los casos se considerará esta diferencia nula cuando el valor sea negativo.

### - Cargos variables

Se aplicará un término de cargo variable, en €/kWh, que se aplicará sobre el autoconsumo horario durante el periodo transitorio y se denominará cargo transitorio por energía autoconsumida. El precio del cargo transitorio por energía autoconsumida será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

- Hasta el 31 de diciembre de 2015:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,046750					
2.0 DHA ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,060789	0,008510				
2.0 DHS ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,061561	0,008869	0,008449			
2.1 A ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,058445					
2.1 DHA ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,071727	0,017885				
2.1 DHS ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,072498	0,020765	0,013707			
3.0 A ( $P_c > 15$ kW) .....	0,025270	0,017212	0,011127			
3.1A (1 kV a 36 kV) .....	0,019485	0,013393	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV) .....	0,015678	0,014733	0,010559	0,011786	0,012535	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV) .....	0,015678	0,012426	0,010005	0,011173	0,012139	0,008627
6.2 (36 kV a 72,5 kV) .....	0,016967	0,014731	0,010716	0,010965	0,011264	0,008395
6.3 (72,5 kV a 145 kV) .....	0,019326	0,015950	0,011343	0,011092	0,011221	0,008426
6.4 (Mayor o igual a 145 kV) .....	0,015678	0,011674	0,010005	0,010372	0,010805	0,008252

Tabla 8 Cargo transitorio por energía autoconsumida

- A partir del 1 de enero de 2016:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,049033					
2.0 DHA ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,063141	0,008907				
2.0 DHS ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,063913	0,009405	0,008767			
2.1 A ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,060728					
2.1 DHA ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,074079	0,018282				
2.1 DHS ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,074851	0,021301	0,014025			
3.0 A ( $P_c > 15$ kW) .....	0,029399	0,019334	0,011155			
3.1A (1 kV a 36 kV) .....	0,022656	0,015100	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV) .....	0,018849	0,016196	0,011534	0,012518	0,013267	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV) .....	0,018849	0,013890	0,010981	0,011905	0,012871	0,008627
6.2 (36 kV a 72,5 kV) .....	0,020138	0,016194	0,011691	0,011696	0,011996	0,008395
6.3 (72,5 kV a 145 kV) .....	0,022498	0,017414	0,012319	0,011824	0,011953	0,008426
6.4 (Mayor o igual a 145 kV) .....	0,018849	0,013138	0,010981	0,011104	0,011537	0,008252

Tabla 9 Cargo transitorio por energía autoconsumida -

En este caso, aunque se trate de una potencia contratada inferior a 100 kW, la instalación proyectada se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2, ya que, en el caso de acogerse a la modalidad tipo 1, el titular de la instalación debería ser el mismo que el titular del contrato de suministro. Por otra parte, existe una gran cantidad de energía producida, durante los fines de semana y el periodo vacacional, que no puede ser auto-consumida de forma instantánea en su totalidad, por lo que se podrá verter a la red.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

## 5.2 Análisis de diferentes alternativas

Se han simulado varias situaciones diferentes teniendo en cuenta el nivel de consumo del centro y de acuerdo al espacio disponible en cubierta. A continuación se resumen los resultados obtenidos en las mismas:

<b>CASO: Autoconsumo Tipo 2</b>	<b>3.0A</b>	
<b>Potencia pico</b>	<b>23,00</b>	kWp
<b>Potencia nominal</b>	20,0	kWn
<b>Consumo anual</b>	58.737	kWh
<b>Gasto anual</b>	7.007,80	€
<b>Producción solar</b>	40.095	kWh
<b>Producción solar</b>	<b>1.743</b>	kWh/kWp
<b>Autoconsumo</b>	23.321	kWh
<b>Autoconsumo</b>	<b>58,16%</b>	
<b>Inyección a red</b>	16.774	kWh
<b>Cobertura</b>	<b>39,70%</b>	
<b>Ahorro de emisiones</b>	16,00	tn CO2
<b>Precio medio de autoconsumo</b>	0,124993524	€/kWh
<b>Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo</b>	0,100076985	€/kWh
<b>Venta a pool</b>	0,04994	€/kWh
<b>Peaje a la generación</b>	0,0005	€/kWh
<b>Ahorro económico anual (sin respaldo)</b>	3.744,33	€/año
<b>Ahorro económico anual (con respaldo)</b>	3.163,24	€/año
<b>Inversión</b>	39.270,00	€
<b>Inversión</b>	<b>1,71</b>	€/Wp
<b>Amortización (sin peaje de respaldo)</b>	<b>10,49</b>	años
<b>Amortización (con peaje de respaldo)</b>	<b>12,41</b>	años

Tabla 10 Situación 1: 23,0 kWp

CASO: Autoconsumo Tipo 2		3.0A	
Potencia pico	17,25	kWp	
Potencia nominal	15,0	kWn	
Consumo anual	58.737	kWh	
Gasto anual	7.007,80	€	
Producción solar	30.180	kWh	
Producción solar	1.750	kWh/kWp	
Autoconsumo	19.034	kWh	
Autoconsumo	63,07%		
Inyección a red	11.145	kWh	
Cobertura	32,41%		
Ahorro de emisiones	12,04	tn CO2	
Precio medio de autoconsumo	0,12527255	€/kWh	
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,099926567	€/kWh	
Venta a pool	0,04994	€/kWh	
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh	
Ahorro económico anual (sin respaldo)	2.935,51	€/año	
Ahorro económico anual (con respaldo)	2.453,07	€/año	
Inversión	32.427,50	€	
Inversión	1,88	€/Wp	
Amortización (sin peaje de respaldo)	11,05	años	
Amortización (con peaje de respaldo)	13,22	años	

Tabla 11 Situación 2: 17,25 kWp

De acuerdo a estos resultados, las situaciones simuladas entrarían dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzado con la misma. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida útil de 40 años, asegurando unas pérdidas del rendimiento de los módulos fotovoltaicos por debajo del 20% al alcanzar el año 25 de vida útil.

En este caso se ha seleccionado la situación 1, con mejores resultados de rentabilidad, correspondiente con una potencia de **23,0 kWp**. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha situación.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>		<b>1306</b>
			<b>33</b>
			<b>Rev.03</b>

### 5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos

A continuación se muestra un plano con la ubicación de los módulos fotovoltaicos.



*Imagen 5 Ubicación de los módulos en cubierta*

### 5.4 Simulación

La simulación se ha realizado mediante la aplicación de la herramienta PVsyst 6.37. A continuación se muestra el diagrama de pérdidas y los resultados de la propia simulación:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

PVSYST V6.37			15/03/16	Página 1/4	
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto : MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS					
Lugar geográfico		Marbella	País	España	
Ubicación		Latitud	36.5°N	Longitud	4.9°W
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	14 m
		Albedo	0.20		
Datos climatológicos:		Marbella	Síntesis - Meteonorm 7.1 (1996-2010), Sat=92%		
Variante de simulación : MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS 23 kWp					
		Fecha de simulación	15/03/16 08h49		
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor		Inclinación	16°	Acimut	-29°
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Características generador FV					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	REC 250PE	
			Fabricante	REC	
Número de módulos FV		En serie	23 módulos	En paralelo	4 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	92	Pnom unitaria	250 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	23.00 kWp	En cond. funciona.	20.75 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	627 V	I mpp	33 A
Superficie total		Superficie módulos	152 m²	Superf. célula	134 m²
Inversor					
		Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		
		Fabricante	SMA		
Características		Tensión Funciona.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	1 unidades	Potencia total	20 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Pérdidas por polvo y suciedad del generador			Fracción de Pérdidas	3.0 %	
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	16.5 W/m²K	Uv (viento)	2.5 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	313 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	0.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)					

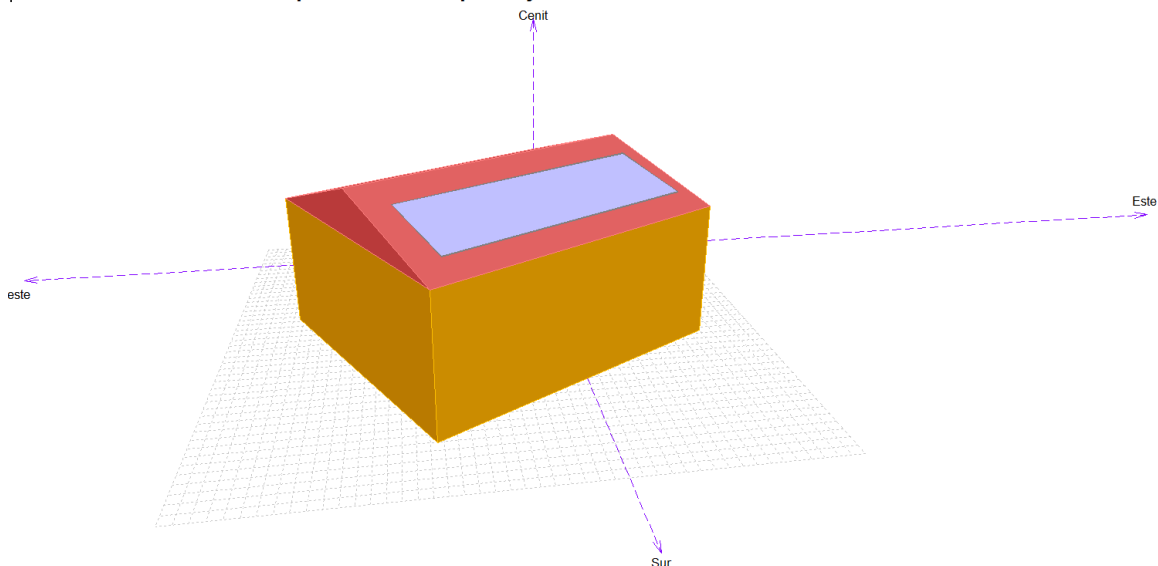
PVSYST V6.37 15/03/16 Página 2/4

**Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano**

**Proyecto :** MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS  
**Variante de simulación :** MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS 23 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	16°	acimut	-29°	
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp	
Generador FV	N° de módulos	92	Pnom total	<b>23.00 kWp</b>	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

**Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano**





PVSYST V6.37

15/03/16

Página 3/4

## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** **MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS**  
**Variante de simulación :** **MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS 23 kWp**

**Parámetros principales del sistema** Tipo de sistema **Conectado a la red**

**Sombras cercanas** Sombreado lineal

Orientación Campos FV inclinación 16° acimut -29°

Módulos FV Modelo REC 250PE Pnom 250 Wp

Generador FV N° de módulos 92 Pnom total **23.00 kWp**

Inversor Modelo Sunny Tripower 20000TL-30 20.00 kW ac

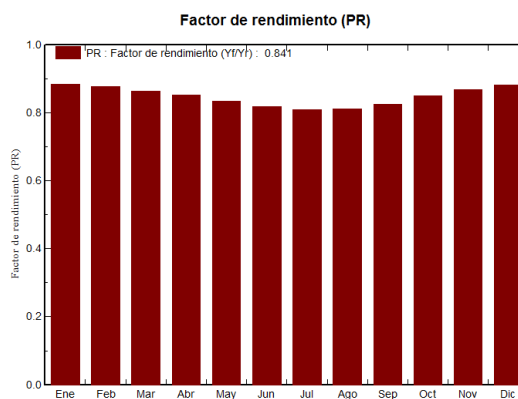
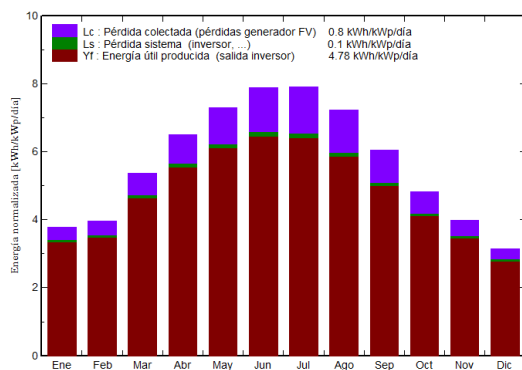
Necesidades de los usuarios Carga ilimitada (red)

### Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 40.10 MWh/año** Producc. específico 1743 kWh/kWp/año

Factor de rendimiento (PR) 84.1 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 23.00 kWp



### MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS 23 kWp

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
Enero	88.7	10.86	117.5	109.5	2.437	2.389	13.67	13.40
Febrero	92.5	12.36	110.9	103.9	2.290	2.241	13.60	13.31
Marzo	147.7	14.96	166.3	156.0	3.372	3.305	13.36	13.09
Abril	183.8	16.68	195.6	184.2	3.916	3.834	13.19	12.92
Mayo	224.4	20.25	226.7	213.7	4.450	4.358	12.93	12.66
Junio	238.9	23.68	236.6	223.4	4.547	4.452	12.66	12.40
Julio	245.7	25.96	245.1	231.5	4.667	4.571	12.54	12.29
Agosto	214.8	25.92	224.3	211.6	4.274	4.188	12.55	12.30
Septiembre	164.6	22.40	181.4	170.7	3.520	3.448	12.78	12.52
Octubre	126.1	19.00	150.0	140.6	2.993	2.935	13.15	12.89
Noviembre	92.7	14.49	119.5	111.4	2.436	2.387	13.43	13.16
Diciembre	74.3	12.05	97.8	90.9	2.028	1.987	13.66	13.38
Año	1894.1	18.25	2071.6	1947.4	40.930	40.095	13.02	12.75

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador  
T Amb Temperatura Ambiente E\_Grid Energía reinyectada en la red  
GlobInc Global incidente plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta  
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

PVSYST V6.37

15/03/16

Página 4/4

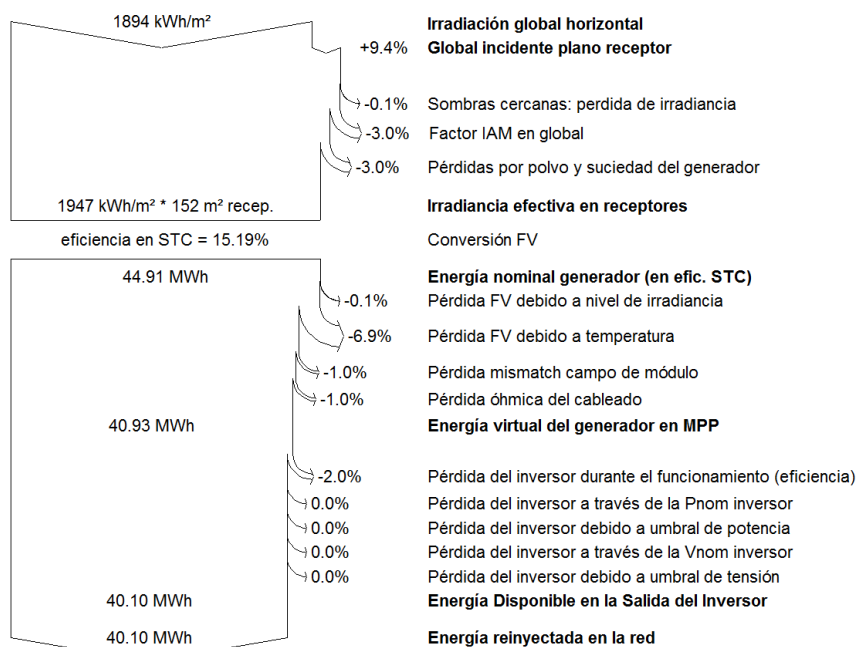
## Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

**Proyecto :** **MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS**

**Variante de simulación :** **MARBELLA - 33 CEIP VALDEOLLETAS 23 kWp**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	16°	acimut	-29°	
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp	
Generador FV	Nº de módulos	92	Pnom total	<b>23.00 kWp</b>	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

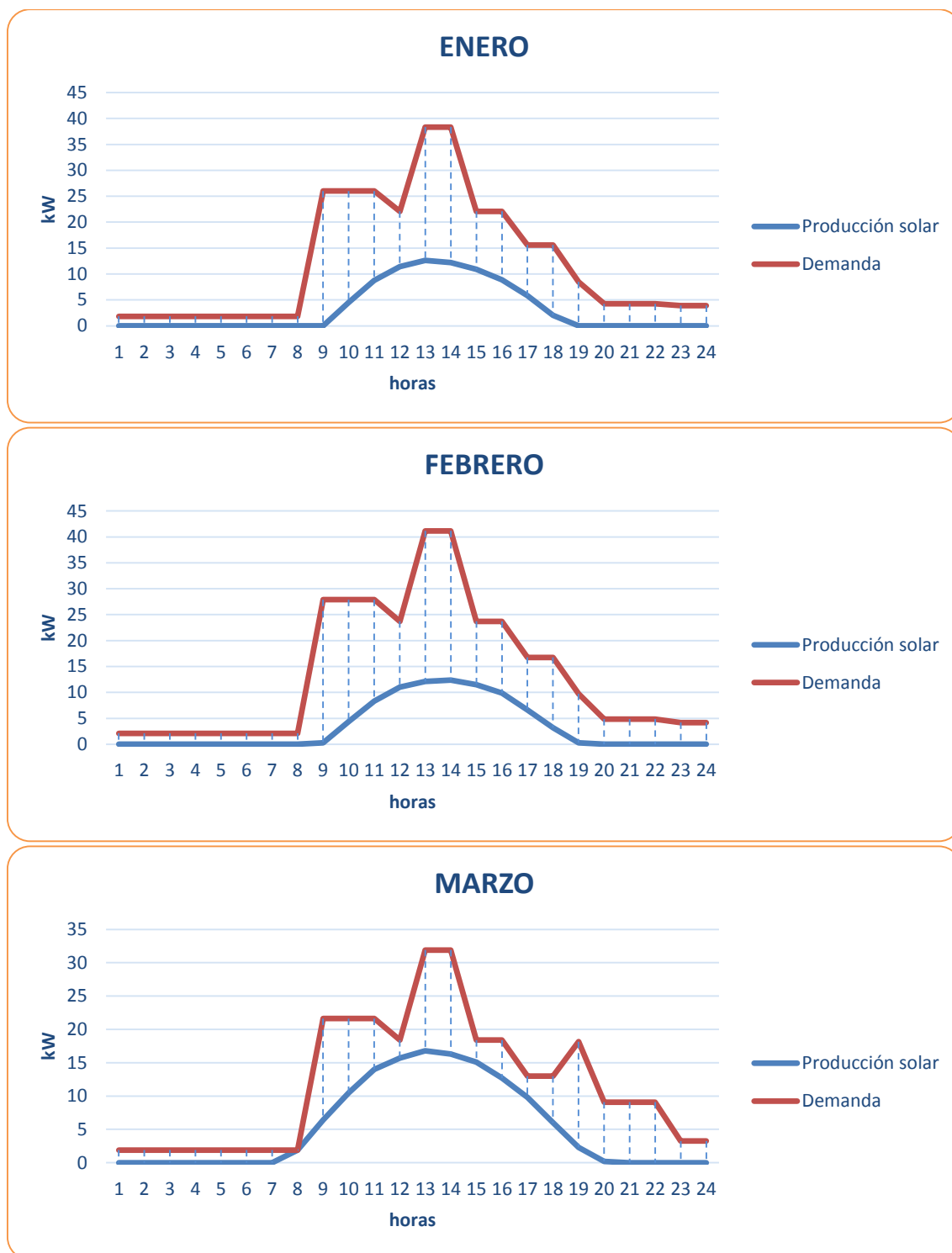
### Diagrama de pérdida durante todo el año



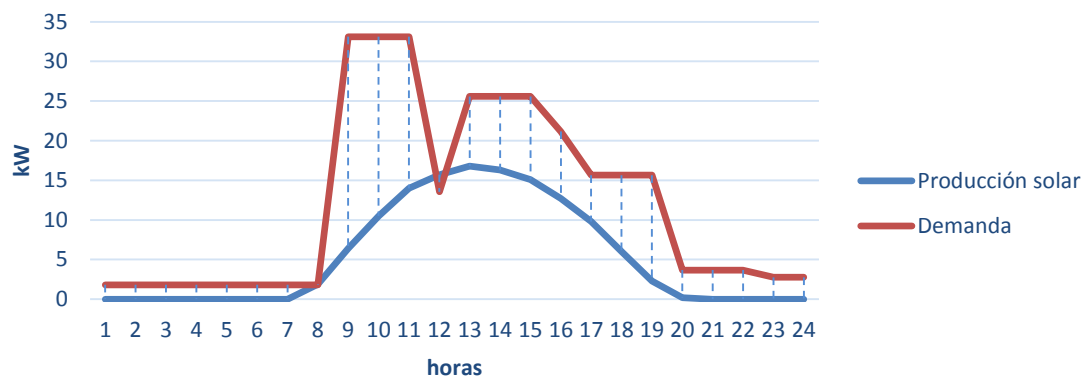
[illegible]

### 5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

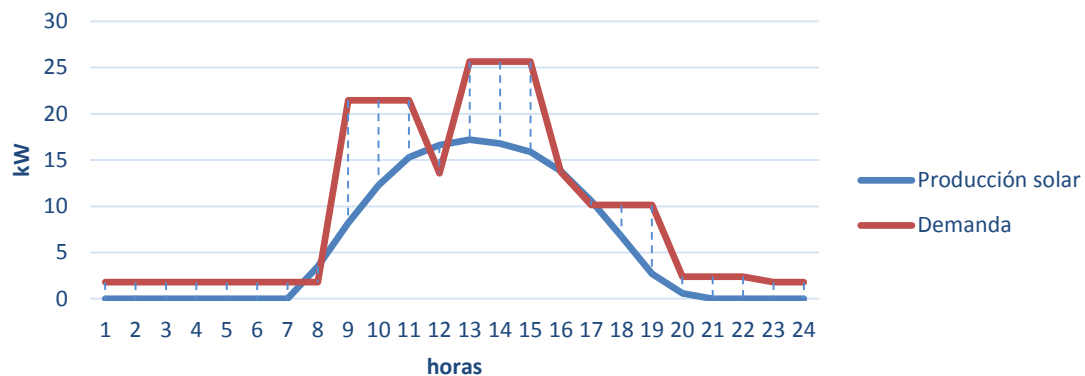
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



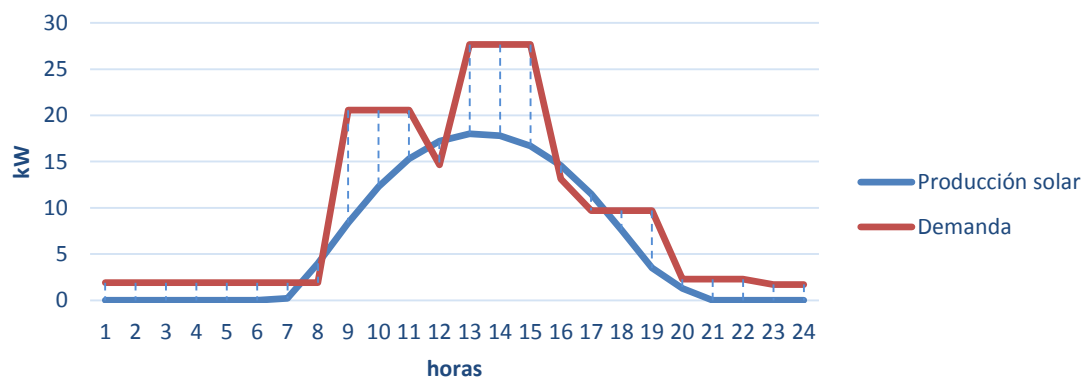
### ABRIL



### MAYO

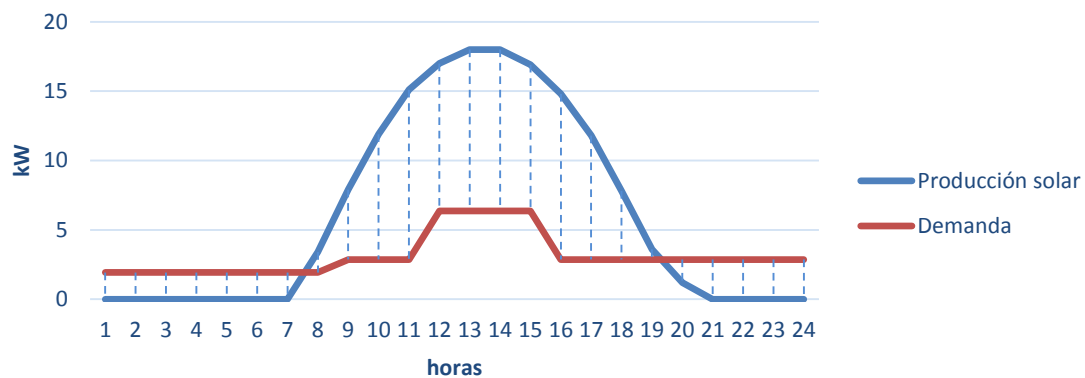


### JUNIO

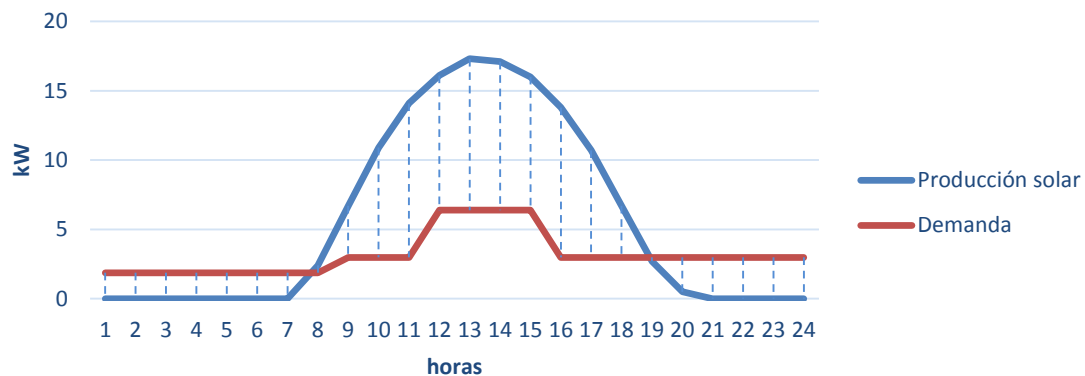




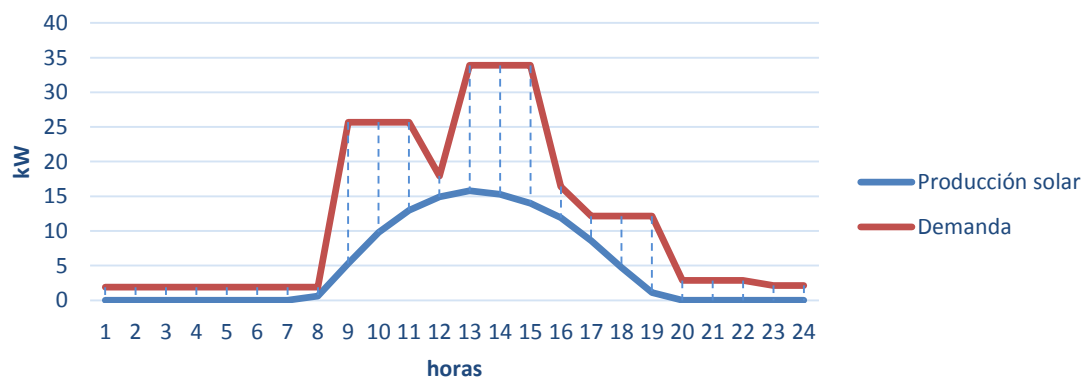
### JULIO



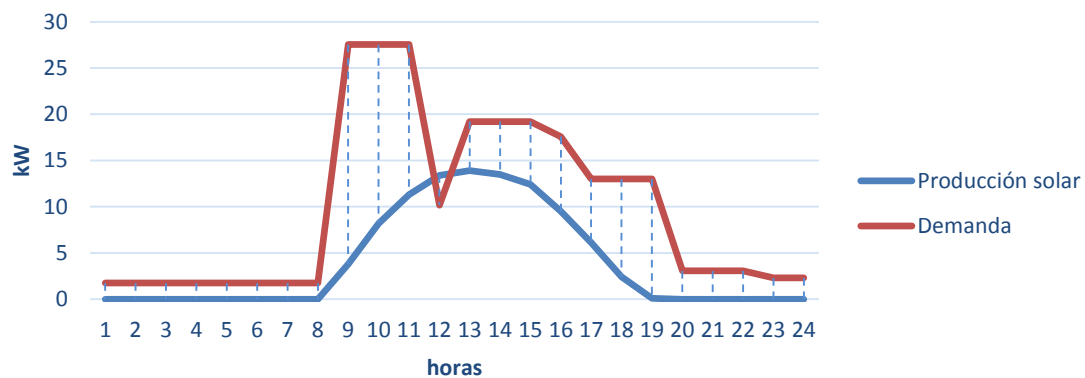
### AGOSTO



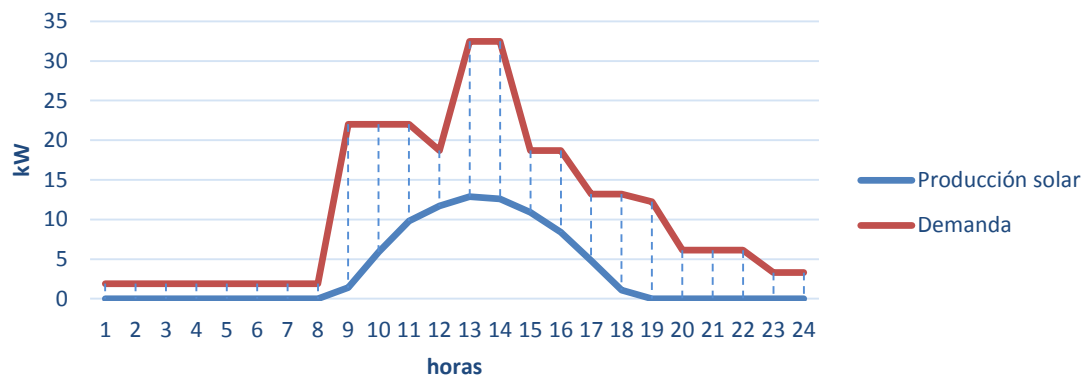
### SEPTIEMBRE



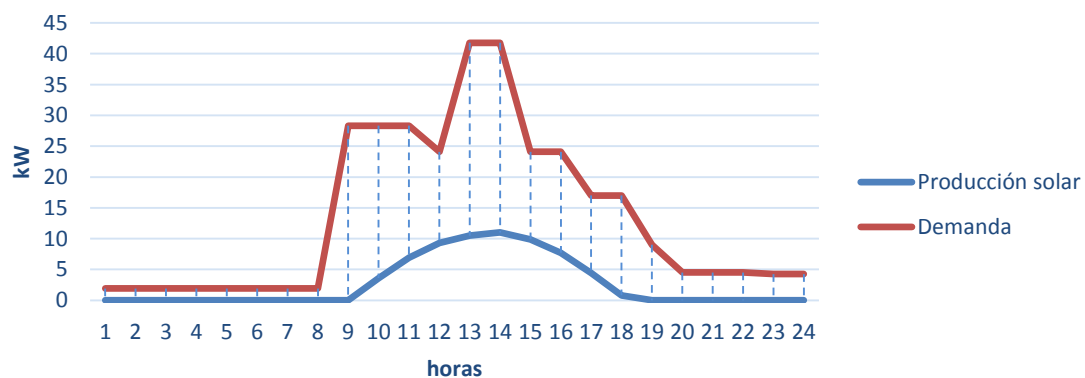
### OCTUBRE



### NOVIEMBRE



### DICIEMBRE



## 5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica

En la siguiente tabla se muestran los resultados de autoconsumo y cobertura obtenidos:

	Consumo actual (kWh)	Producción FV (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Autoconsumo (%)	Inyección a red (kWh)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)
Enero	5.899	2.389	1.570	65,74%	818	34,26%	26,62%
Febrero	6.811	2.241	1.847	82,39%	395	17,61%	27,11%
Marzo	6.035	3.305	2.343	70,91%	961	29,09%	38,83%
Abril	5.233	3.834	2.285	59,60%	1.549	40,40%	43,67%
Mayo	4.958	4.358	2.864	65,72%	1.494	34,28%	57,76%
Junio	4.092	4.452	2.474	55,58%	1.978	44,42%	60,47%
Julio	2.330	4.571	1.506	32,95%	3.065	67,05%	64,64%
Agosto	2.365	4.188	1.503	35,89%	2.685	64,11%	63,55%
Septiembre	4.144	3.448	1.805	52,33%	1.644	47,67%	43,56%
Octubre	5.543	2.935	2.147	73,17%	788	26,83%	38,74%
Noviembre	5.778	2.387	1.799	75,40%	587	24,60%	31,14%
Diciembre	5.549	1.987	1.177	59,22%	810	40,78%	21,20%
<b>TOTAL</b>	<b>58.737,0</b>	<b>40.095,4</b>	<b>23.321,4</b>	<b>58,16%</b>	<b>16.774,0</b>	<b>41,84%</b>	<b>39,70%</b>

Tabla 12 Resumen – autoconsumo y cobertura

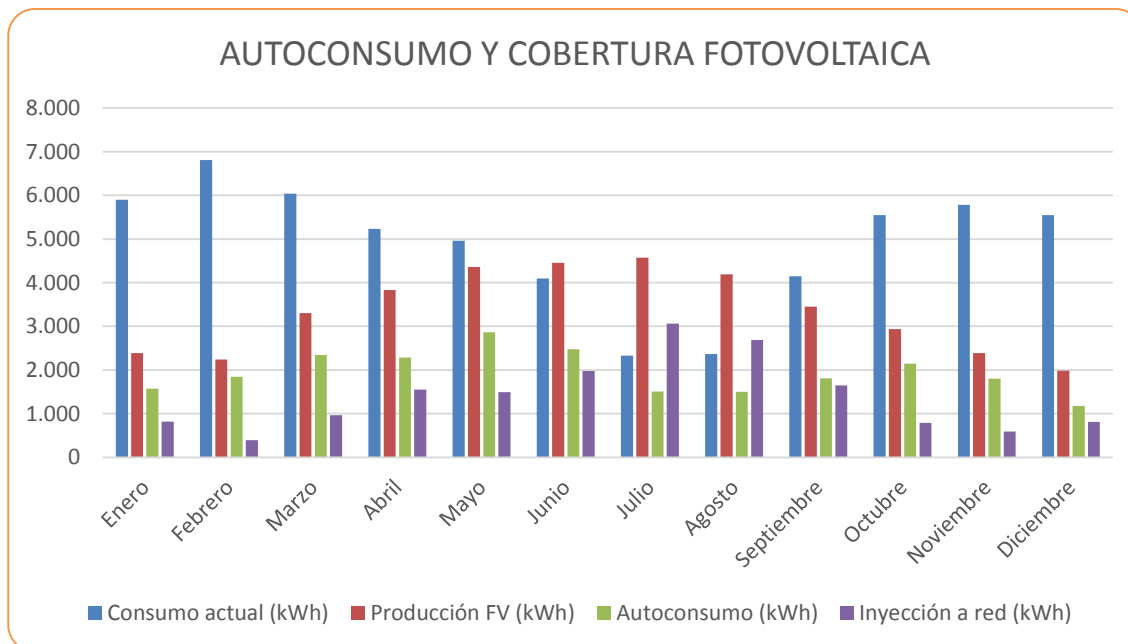


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

## 6. ANÁLISIS ENERGETICO Y ECONÓMICO

### 6.1 Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para valorar la implantación de la instalación se ha solicitado valoración económica a los principales fabricantes e instaladoras con el fin de obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio del material como la mano de obra, ingeniería y tramitaciones, dirección de obra y puesta en marcha.

INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	
<b>INGENIERÍA Y TRAMITACIONES</b>	* Proyecto visado y gestión de los permisos con el ayuntamiento y administración.
MATERIAL FOTOVOLTAICO	
<b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b>	* 23.000 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
<b>INVERSORES</b>	* 1 INVERSOR DE 20,0 kWn marca SMA o similar.
EJECUCIÓN OBRA	
<b>ESTRUCTURA</b>	* Suministro y montaje de estructura.
<b>MONTAJE DE MÓDULOS</b>	* Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
<b>MATERIAL ELÉCTRICO</b>	* Cableado y material eléctrico necesario para la interconexión de los módulos fotovoltaicos entre sí, con inversores y hasta el punto de inyección a la red. * Caja de protecciones DC, incluidos fusibles de línea. * Caja de protecciones AC, incluidos magnetotérmico general trifásico y protecciones individuales de los inversores.
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	* Instalación eléctrica.
DIRECCIÓN DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA	
<b>DIRECCIÓN DE OBRA</b>	Dirección de Obra Facultativa: * Dirección de obra visada. * Coordinación de Seguridad y Salud (libro de incidencias, acta de aprobación de PSS). * Certificado final de obra visado. * Dossier final de obra con la memoria de instalación y uso.
<b>LEGALIZACIÓN</b>	* Legalización como instalación generadora en baja tensión mediante OCA. * Entrega del proyecto a la distribuidora.
OTROS	
<b>TELEMONITORIZACIÓN</b>	* Cableado y extras para telemonitorización. * Instalación de módem para telemonitorizar la planta.
<b>SEGURIDAD E IMPREVISTOS</b>	* Partida de Seguridad y Salud. * Partida de alquiler de la maquinaria.
<b>TOTAL</b>	
<b>39.270,00 €</b>	

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

**NOTAS:**

1. Este presupuesto no incluye el coste de permiso de obras del Ayuntamiento.
2. En el momento de realizar la instalación, en función del mercado, se decidirán las marcas y modelos concretos del material, siempre con unas calidades similares o superiores a las mencionadas.
3. Los paneles fotovoltaicos tienen una garantía de producción de 25 años.

## 6.2 Estudio de ahorro energético y económico

A continuación se muestran los resultados alcanzados con la propuesta de implantación de energías renovables para generación eléctrica en el centro:

<b>CASO: Autoconsumo Tipo 2</b>	<b>3.0A</b>	
Potencia pico	<b>23,00</b>	kWp
Potencia nominal	20,0	kWn
Consumo anual	58.737	kWh
Gasto anual	7.007,80	€
Producción solar	40.095	kWh
Producción solar	<b>1.743</b>	kWh/kWp
Autoconsumo	23.321	kWh
Autoconsumo	<b>58,16%</b>	
Inyección a red	16.774	kWh
Cobertura	<b>39,70%</b>	
Ahorro de emisiones	16,00	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,124993524	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,100076985	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.744,33	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.163,24	€/año
Inversión	39.270,00	€
Inversión	<b>1,71</b>	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	<b>10,49</b>	años
Amortización (con peaje de respaldo)	<b>12,41</b>	años

Tabla 13 Situación 1: 23,0 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyecc. Red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp )	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
40.095	58,16%	41,84%	39,70%	3.163,24	39.270,00	1,71	<b>12,41</b>	16,00

Tabla 14 Resumen de resultados



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.03</b>

Como se puede observar, la situación simulada entra dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzado con la misma. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida útil de 40 años, asegurando unas pérdidas del rendimiento de los módulos fotovoltaicos por debajo del 20% al alcanzar el año 25 de vida útil.